МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНА УСТАНОВА НАЦІОНАЛЬНИЙ АНТАРКТИЧНИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР

УКРАЇНСЬКИЙ АНТАРКТИЧНИЙ ЖУРНАЛ

№ 15 / 2016

Київ – 2016

УКРАЇНСЬКИЙ АНТАРКТИЧНИЙ ЖУРНАЛ **№ 15/2016**
Наукове видання **ISSN 1727-7485**
Засновано 1997 року
Виходить раз на рік

У випуску наведено результати фундаментальних та прикладних досліджень, актуальних науково-технічних розробок, виконаних українськими та іноземними вченими в галузі геологічних, географічних, біологічних, хімічних, медичних, фізико-математичних та загальнотехнічних наук.

В выпуске представлены результаты фундаментальных и прикладных исследований, актуальных научно-технических разработок, выполненных украинскими и зарубежными учеными в Антарктике в области геологических, географических, биологических, химических, медицинских, физико-математических и общетехнических наук.

Results of fundamental and applied research, actual scientific and technological research carried out by Ukrainian and foreign scientists in Antarctica in the sphere of geological, geographical, biological, chemical, medical, physical and mathematical and general technical sciences are presented in the issue.

Засновник (співзасновники): Державна установа Національний антарктичний науковий центр, Інститут геологічних наук НАН України, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут».

Головний редактор: *П. Ф. Гожик*
Заступник головного редактора: *В. Г. Бахмутов*
Відповідальний секретар: *Г. Т. Сенькович*
Редакційна колегія: *Т. В. Берегова, С. Ю. Бортник, Н. І. Бурау, Л. С. Глоба, Т. П. Єгорова, В. М. Івченко, М. Ю. Ільченко, В. Є. Корепанов, В. А. Кунах, Л. М. Литвиненко, В. А. Литвинов, В. М. Маланчук, В. Ф. Мартазінова, О. Ю. Митропольський, Г. П. Міліневський, Є. В. Моісеєнко, О. І. Моісеєнко, О. Г. Ободовський, П. В. Огородник, Л. І. Остапченко, В. П. Поліщук, О. М. Савчук, С. І. Сніжко, В. І. Старостенко, В. І. Сухоруков, С. Ю. Утєвський, А. П. Федчук, О. К. Черемних, П. Г. Шищенко, С. Є. Шнюков, О. А. Щипцов, Ю. М. Ямпольський, Р. І. Янчий*

Свідоцтво про державну реєстрацію КВ № 21096-10896 ПР від 24.12.2014 р.

Журнал включено до переліку наукових фахових видань України на підставі відповідних наказів МОН України: в галузі біологічних наук (наказ МОН України від 12.05.2015 р. № 528); в галузі геологічних та географічних наук (наказ МОН України від 13.07.2015 р. № 747).

Журнал входить до наукометричних баз:
Ulrich's Periodicals Directory
CSA: — ASFA Aquatic Sciences & Fisheries Abstracts, Selective
— ASFA1: Biological Sciences and Living Resources (Online), Selective, UA
— ASFA2: Ocean Technology, Policy and Non-Living Resources (Online), Selective, UA
— ASFA3: Aquatic Pollution and Environmental Quality (Online), Selective, UA
— Biological Sciences
— Environmental Sciences and Pollution Management
Thomson Reuters: Zoological Record Online

Друкується за рішенням Науково-технічної ради «Антарктика» від 17.01.2017 (Протокол № 1)
Обкладинка: А. С. Клюй

Адреса редакції: 16, бульв. Тараса Шевченка, Київ, 01601, Україна. Телефон: +38 044 246 38 83.
Факс: +38 044 246 38 80. E-mail: uac@uac.gov.ua

© Державна установа Національний антарктичний науковий центр, 2016

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
STATE INSTITUTION NATIONAL ANTARCTIC SCIENTIFIC CENTER

UKRAINIAN ANTARCTIC JOURNAL

No. 15 /2016

Kyiv – 2016

UKRAINIAN ANTARCTIC JOURNAL **No.15/2016**
Research edition **ISSN 1727-7485**
Established in 1997
Published annually

Results of fundamental and applied research, actual scientific and technological research carried out by Ukrainian and foreign scientists in Antarctica in the field of geological, geographical, biological, chemical, medical, physical and mathematical and general technical sciences are presented in the issue.

У випуску наведено результати фундаментальних та прикладних досліджень, актуальних науково-технічних розробок, виконаних українськими та іноземними вченими в Антарктиці в галузі геологічних, географічних, біологічних, хімічних, медичних, фізико-математичних та загально-технічних наук.

В выпуске представлены результаты фундаментальных и прикладных исследований, актуальных научно-технических разработок, выполненных украинскими и зарубежными учеными в Антарктике в области геологических, географических, биологических, химических, медицинских, физико-мате-матических и общетехнических наук.

Founder (Cofounders): State Institution National Antarctic Scientific Center, Institute of Geological Sciences of the NAS of Ukraine, Taras Shevchenko National University of Kyiv, National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute».

Editor-in-Chief: *P. F. Gozhyk*
Associate Editor: *V. G. Bakhmutov*
Editor: *G. T. Senkovish*
Editorial Board: T. V. Beregova, S. Yu. Bortnyk, N. I. Burau, O. K. Cheremnykh, T. P. Egorova, A. P. Fedchuk, L. S. Globa, M. Yu. Ilchenko, V. M. Ivchenko, V. E. Korepanov, V. A. Kunakh, L. M. Lytvynenko, V. A. Lytvynov, V. M. Malanchuk, V. F. Martazinova, G. P. Milinevsky, O. Yu. Mitropolsky, O. I. Moiseenko, Y. V. Moiseenko, O. G. Obodovsky, P. V. Ogorodnyk, L. I. Ostapchenko, V. P. Polishchuk, O. M. Savchuk, O. A. Shchyptsov, S. E. Shnyukov, P. G. Shyshchenko, S. I. Snizhko, V. I. Starostenko, V. I. Sukhorukov, S. Yu. Utevsky, Yu. M. Yampolsky, R. I. Yanchyy.

Certificate of State Registration КВ № 21096-10896 ПР of 24.12.2014

The journal is in the List of specialized scientific editions of Ukraine in the field of biological sciences (Resolution of the Ministry of Science and Education of Ukraine of 12.05.2015, No 528); of geological and geographical sciences (Resolution of the Ministry of Science and Education of Ukraine of 13.07.2015, No 747).

Abstracting and Indexing Databases:
Ulrich's Periodicals Directory
CSA: — ASFA Aquatic Sciences & Fisheries Abstracts, Selective
— ASFA1: Biological Sciences and Living Resources (Online), Selective, UA
— ASFA2: Ocean Technology, Policy and Non-Living Resources (Online), Selective, UA
— ASFA3: Aquatic Pollution and Environmental Quality (Online), Selective, UA
— Biological Sciences
— Environmental Sciences and Pollution Management
Thomson Reuters: Zoological Record Online

Printed by the decision of the Scientific and Technical Council «Antarctica» of 17. 01. 2017 (Resolution No. 1)
Cover design: A.S. Kliui

Editorial address: 16, T. Shevchenka blvd., Kyiv, 01601, Ukraine
Tel.: +38 044 246 38 83. Fax: +38 044 246 38 80. E-mail: uac@uac.gov.ua

© State Institution National Antarctic Scientific Center, 2016

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНА УСТАНОВА НАЦІОНАЛЬНИЙ АНТАРКТИЧНИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР

Український Антарктичний Журнал

Наукове видання

Виходить раз на рік

№ 15 / 2016

ЗМІСТ / CONTENTS

Геолого-геофізичні дослідження
Geological-Geophysical Research

Элементы-примеси в сульфидах из андезитов и дацитов верхнеюрской вулканической группы (архипелаг Аргентинские острова, Западная Антарктида)
Г. В. Артеменко, В. Г. Бахмутов, И. А. Самборская, Л. В. Канунникова 9
Impurity elements in sulfides from andesites and dacitesof Upper Yurassicvolcanics groups (archipelago Argentine Islands, West Antarctica)
G.V. Artemenko, V. G. Bahmutov, I. A. Samborska, L. V. Kanunnikova.

Базальт-риолитовая серия островов Галиндез и Уругвай (Антарктический полуостров, Западная Антарктида) как возможный объект геохимического моделирования
А. Г. Алексеенко, С. Е. Шнюков, И. И. Лазарева, Л. И. Гаврылив. 16
Basalt-rhyolitic series of Galindez and Uruguay Islands (Antarctic Peninsula, Western Antarctica) as an object for geochemical modeling
A. G. Aleksieienko, S. E. Shnyukov, I. I. Lazareva, L. I. Gavryliv, V. G. Bakhmutov

Гідрометеорологічні та океанографічні дослідження
Hydro-meteorological and Oceanographic Research

Закономерности преобразования атмосферной циркуляции в западном секторе Антарктики и применение для прогноза погодных условий
Тимофеев В. Е. 24
Transformations in the atmospheric circulation in the West Antarctic sector and Applications for the weather forecasts
Timofeuev V. E.

Анализ основных дат формирования и отдельные характеристики снежного покрова в районе Украинской антарктической станции «Академик Вернадский»
Клок С. В. 35

Analysis of the major Formation Dates and selected characteristics of the snow cover at the region of the Ukrainian Antarctic base Academic Vernadsky
Klok S.V.

Геокосмічні дослідження
Geospace Research

Ionospheric response to AGW propagation detected using GNSS measurements and coherent HF sounding over "Vernadsky" and "Palmer" Antarctic stations
A. A. Sopin, Yu. M. Yampolski, V. V. Paznukhov, S. B. Kascheev, A. V. Koloskov, I. I. Pikulik, A. V. Zalizovski and A. S. Kashcheyev 41

Ионосферный отклик на распространение АГВ по данным ГНСС измерений и когерентного ВЧ зондирования над антарктическими станциями «Вернадский» и «Палмер»
А. А. Сопин, Ю. М. Ямпольский, В. В. Пазнухов, С. Б. Кащеев, А. В. Колосков, И. И. Пикулик, А. В. Зализовский, А. С. Кащеев. 50

Біологічні дослідження
Biological Research

Збереження унікальності за комплексною пристосовуваністю різних генотипів *Deschampsia antarctica* Desv. в умовах стандартизованого вирощування рослин *in vitro*
Н. Мірюта, О. Пороннік, І. Парнікоза, В. Грахов, Г. Мирюта, Н. Козуб, І. Созинов, В. Кунах 60

Conservation of complex adaptability uniqueness in different *Deschampsia antarctica* Desv. plant genotypes under standardized growth condition *in vitro*
N. Miryuta, O. Poronnik, I. Parnikoza, V. Grahov, A. Myryuta , N. Kozub, I. Sozinov, V. Kunakh

Біоінформатичне передбачення генів індукованих холодом транскрипційних факторів CBF/DREB1 та DREB4 у *Deschampsia antarctica* Desv.
Бублик О. М., Андрєєв І. О., Кунах В. А. 81

Bioinformatic prediction of genes of cold-induced transcription factors CBF/DREB1 and DREB4 in *Deschampsia antarctica* Desv.
Bublyk O. M., Andreev I. O., Kunakh V. A.

Моделирование наземных и подводных биотопов о. Галиндез (Аргентинские острова, Западная Антарктика) с использованием геоинформационных систем
Утевский А. Ю., Сенная Е. И., Березкина А. Е., Попов В. С. 96

Modelling of terrestrial and underwater biotopes of Galindez Island (Argentine Islands, West Antarctica) using a geographic information system.
Utevsky A.Yu., Sinna O.I., Berezkina A.Y., Popov V. S.

The Topical Segregation of Penguins of Genus *Pygoscelis* and Antarctic shags *(Phalacrocorax bransfieldensis)*
V. Smagol, S. Molchanoff. 106

Топічна сегрегація пінгвінів роду *Pygoscelis* та антарктичних синьооких бакланів *(Phalacrocorax bransfieldensis)*
В. Смаголь, С. Молчанов 114

Косатки Антарктики: распределение и некоторые вопросы биологии
Ю. А. Михалёв 122
Killer whales of Antarctica: distribution and some aspects of biology
Yu. A. Mikhalev

Обзор промысла ркт-с «Море содружества», гидрометеорологические условия и биология антарктического криля *(Euphausia superba)* в атлантической части Антарктики в летне-зимний период 2015 г.
Н. Н. Жук, Ю. В. Корзун. 131
Fishery report of the krill catching trawler «Cooperation Sea» on the Antarctic krill *(Euphausia superba)* biology and hydrometeorological conditions in the fishing area of the Atlantic Antarctic during the summer-winter fishing season of 2015
N. N. Zhuk, Yu. V. Korzun

The influence of collagen fragments extracted from the Antarctic region fish scales on obesity development
O. Yu. Nagirniak, N. G. Raksha, O. M. Savchuk, L. I. Ostapchenko. 153

Вплив низькомолекулярних фрагментів колагену, одержаних з луски риб антарктичного регіону, на розвиток ожиріння
О. Ю. Нагірняк, Н. Г. Ракша, О. М. Савчук, Л. І. Остапченко 161

Инициальное почвообразование в прибрежной Антарктике: существуют ли не орнитогенные почвы?
Н. В. Заименко, Т. Ю. Бедерничек, В. В. Швартау, Л. Н. Михальская, П. Б. Хоецкий 170
Initial soil formation in coastal Antarctica: do non-ornithogenic soils exist?
N. Zaimenko, T. Bedernichek, V. Schwartau, L. Mykhalska, P. Khoyetskyy

Diversity of Antarctic microorganisms – potential producers of biologically active substances
T. O. Kondratiuk, T. V. Beregova, L. I. Ostapchenko 176

Різноманіття антарктичних мікроорганізмів – потенційних продуцентів біологічно-активних сполук
Т. О. Кондратюк, Т. В. Берегова, Л. І. Остапченко. 183

Медико-фізіологічні дослідження
Medical-Physiological Research

Концептуальные основы цветодинамической композиции таблицы С.-А. Мадяра и окуломоторика зрительного восприятия цветностей
С.- А. И. Мадяр, Е. В. Моисеенко, Е. Э. Ковалевская 190
Conceptual basis of color-dynamic composition of table by S.-A. Madyar and oculomotor of the visual perception of chromaticity
S.-A. I. Madyar, E. V. Moiseyenko, O. E. Kovalevska

Перспективи дослідження психологічних особливостей міжособистісної взаємодії зимівників у антарктичних експедиціях
Л. М. Бахмутова 196
An achievements and a prospects of psychological behaviors studies in interpersonal interactions of the Antarctic expeditions wintering teams
L. M. Bahmutova

Розроблення і впровадження нових технологій
Development and introduction of the newest technologies

Створення інфрмаційно-комунікаційного середовища співробітників Державної установи Національний антарктичний науковий центр
Я. І. Федяй, Р. Л. Новогрудська 204

Development of staff information-communication environment for State organization National Antarctic scientific center
Y. I. Fedyay, R. L. Novogrudskaya

Класифікація даних Державної установи Національний антарктичний науковий центр
Л. С. Глоба, Р. Л. Новогрудська, А. А. Сидоренко, А. Березкіна 213

Data classification State institution National antarctic scientific center
L. S. Globa, R. L. Novogrudska, A. A. Sidorenko, A. Berezkina

Механізм завантаження та відображення документів антактичних досліджень на базі BLOB STORAG
А. І. Омельченко, Л. С. Глоба, І. В. Мороз 221

The process of loading and displaying documents of Antarctic research based on BLOB STORAGE
A. I. Omelchenko, L.S. Globa, I. V. Moroz

Міжнародне співробітництво: суспільно-географічні та політико-правові аспекти освоєння Антарктики
International co-operation: socio-economic, political and legal issues of Antarctic exploration

Природоохоронний режим Антарктики: досягнення і проблеми (до 25-річчя підписання Мадридського протоколу)
А. П. Федчук 228

Antarctic environmental management: achievements and challenges (on the 25th anniversary of the Madrid Protocol).
P. Fedchuk

Історико-бібліографічні та наукометричні дослідження
Historical and Bibliographic and Scientometric Studies

Ukrainian Antarctic research: current bibliography (2012 – 2015)
N. G. Videnina, V. P. Rybachuk, A. P. Fedchuk, S. I. Prymachenko 243

Дослідження України в Антарктиці: поточна бібліографія. Публікації 2012–2015 рр.
Н. Г. Віденіна, В. П. Рибачук, А. П. Федчук, С. І. Примаченко 279

Автори цього номера 315

Український антарктичний журнал
Правила для авторів 318

Украинский антарктический журнал
Правила для авторов 320

Ukrainian Antarctic Journal
Information for Contributors 322

УКРАЇНСЬКИЙ АНТАРКТИЧНИЙ ЖУРНАЛ
УАЖ, №15, 9—15 (2016)

УДК.550.42:552.311(477)

ЭЛЕМЕНТЫ-ПРИМЕСИ В СУЛЬФИДАХ ИЗ АНДЕЗИТОВ И ДАЦИТОВ ВЕРХНЕЮРСКОЙ ВУЛКАНИЧЕСКОЙ ГРУППЫ (АРХИПЕЛАГ АРГЕНТИНСКИЕ ОСТРОВА, ЗАПАДНАЯ АНТАРКТИДА)

Г. В. Артеменко[1], В. Г. Бахмутов[2], И. А. Самборская[1], Л. В. Канунникова[1]

[1] Институт геохимии, минералогии и рудообразования им. Н. П. Семененка НАН Украины, г. Киев, regul@yahoo.com.ua
[2] Институт геофизики им. С. И. Субботина НАН Украины, г. Киев, bakhmutovvg@gmail.com

Реферат. В результате петролого-минералогических и микрозондовых исследований установлено, что сульфидная минерализация в андезитах и дацитах верхнеюрской вулканической группы, изученных на о. Иризар, Скуа и Винтер, является сингенетической и относится к вкрапленному типу. В брекчиях метадацитов о. Иризар содержание сульфидов достигает 20−25% объема породы. В пиритах из брекчии дацитов о. Иризар присутствуют примеси Au (0,08 %), Ag (0,04 %), Co (0,17 %) и Cu (0,12 %). В пирите из дацитов о. Скуа определены содержания Au (0,06 %) и Co (0,11 %), а в пиритах из андезитов о. Винтер обнаружены Au (0,18 %), Ag (0,05 %) и Co (0,10 %). В результате проведенных работ определена перспективность исследований андезитов и дацитов верхнеюрской вулканической группы на благороднометальную минерализацию.
Ключевые слова: сульфиды, элементы-примеси, архипелаг Аргентинские острова, андезиты, дациты, верхнеюрская вулканическая группа Антарктического полуострова.

Елементи-домішки у сульфідах з андезитів та дацитів верхньоюрської вулканічної групи (архіпелаг Аргентинські острови, Західна Антарктида).
Г. В. Артеменко, В. Г. Бахмутов, І. А. Самборська, Л. В. Кануннікова.

Реферат. В результаті петролого-мінералогічних і мікрозондових досліджень встановлено, що сульфідна мінералізація у андезитах та дацитах верхнеюрської вулканічної групи, вивчених на о. Ірізар, Скуа і Вінтер, є сингенетичною і відноситься до вкрапленного типу. У брекчіях дацитів о. Ірізар вміст сульфідів досягає 20−25 % об'єму породи. У піриті з брекчії дацитів о. Ірізар присутні домішки Au (0,08 %), Ag (0,04 %), Co (0,17 %) і Cu (0,12 %). У піриті з дацитів о. Скуа присутні Au (0,06 %) і Co (0,11 %), а в піритах з андезитів о. Вінтер виявлені Au (0,18 %), Ag (0,05 %) і Co (0,10 %). В результаті проведених робіт встановлено перспективність досліджень андезитів та дацитів верхньоюрської вулканічної групи на благороднометальну мінералізацію.

Impurity elements in sulfides from andesites and dacitesof Upper Yurassicvolcanics groups (archipelago Argentine Islands, West Antarctica)
G.V. Artemenko, V. G. Bahmutov, I. A. Samborska, L.V. Kanunnikova.

Abstract. As a result, of petrological, mineralogical and microprobe studies was found, that sulfide mineralization inandesites and dacitesof Upper Yurassicvolcanic group, investigated in Irizar, Skua and Winter Island, is synchronous and refers to the inclusions type. In dacites breccias of Irizar Islands sulphide content reaches 20−25 % of the rock. In pyrite from dacites breccia from Irizar Island present Au (0,08 %), Ag (0,04 %), Co (0,17 %) and Cu (0,12 %). In

pyrites from dacitesin Skua Island present Au (0,06 %) and Co (0,11 %), and in andesitesfrom Winter Island discovered Au (0,18 %), Ag (0,05 %) and Co (0,10 %). As a result of studies found promising research of andesites and dacites of Upper Yurassic volcanic group on noble metal mineralization.

Key words: sulfide, impurity elements, archipelago Argentine Island, andesites, dacites, Upper Yurassic volcanic group of Antarctic Peninsula.

1. Вступление

В геологическом строении архипелага Аргентинские острова (65°15´S, 64°15´W) выделяются породы верхнеюрской вулканической группы (AP Volcanic Group) и интрузивные образования батолита Антарктического полуострова (AP batholiths) [Грикуров, 1973; Elliot, 1964; Curtis, 1966; Бахмутов, 1998]. Породы верхнеюрской вулканической группы представлены лавами и туфогенными образованиями основного, среднего и кислого составов. Они формировались в интервале 188−153 млн лет [Pankhurst et al, 2000]. Более молодые интрузивные породы батолита АП представлены габбро, диоритами, гранодиоритами и гранитами.U-Pb (SHRIMP), изотопный возраст габбро мыса Туксен составляет 88 ± 1,1 млн лет, а тоналита о. Питерман − 95,9 ± 1,0 млн лет [Бахмутов и др., 2013].

Вулканические и интрузивные породы Антарктического полуострова относятся к известково-щелочной магматической серии, с которой в Андийском поясе Южной Америки связаны медно-свинцово-цинковые и подобные руды, часто содержащие серебро и золото. Однако на Антарктическом полуострове значительных концентраций этих металлов не обнаружено. Авторы [Rowley, Pride 1982] объясняют это большим эрозионным срезом пород на Антарктическом полуострове по сравнению с Южной Америкой. Наиболее известные проявления меди найдены на островах западной оконечности Антарктического полуострова, которые ассоциируют с наиболее поздней интрузивной фазой трондьемитов андского комплекса [Rowley, Pride, 1982]. Жильный и, вероятно, порфировый тип метасоматитов находятся на острове Анверс [Ferguson, 1921; Rowley, Pride, 1982] в районе Le Maire Channel [Vieira et al, 1982]. Метасоматически измененные и минерализованные породы находятся как внутри пород батолита, так и во вмещающих вулканических породах верхнеюрской вулканической группы. Медно-молибденовое проявление на о. Livingston приурочено к сильно метасоматически измененным гранодиоритам андского комплекса. Здесь обнаружены пирит, халькопирит, молибденит, сфалерит, вторичные минералы меди [Rowley and others, 1984]. Помимо известных многочисленных точек минерализации меди, в южной части Антарктического полуострова известны три не имеющие экономического значения месторождения меднопорфирового типа, связанные с плутонами мелового возраста. На медно-молибденовом месторождении “Copper Nunataks” в центральной части района Lassiter Coast [Rowley and others, 1977] максимальные содержания не превышают 200 ppm меди, 100 ppm свинца и 50 ppm молибдена. На месторождении меди “Sky-Hi Nunataks” в восточной части района Ellsworth Land средние содержания в рудной зоне не превышают 200 ppm меди и 50 ppm цинка [Rowley and Pride, 1982]. Незначительные количества золота и серебра были отмечены в анализах сульфидных минералов, найденных вблизи интрузий андского комплекса в нескольких местах Антарктического полуострова [Knowles, 1945] – на острове Stonington, центральной части области Marguerite Bay, гор Welch, «Eternity Range» района Black Coast и мысе Eielson (Boggs). Золото и серебро были зарегистрированы в следовых количествах в пирите. Диапазон содержаний золота − от 0,3 до 2 ppm; серебра − от 1 до 10 ppm. По результатам полуколичественного спектрального анализа повышенные содержания серебра выявлены на месторождениях Lassier Coast – 300 ppm, Sky-Hi Nunataks – 4 ppm (не включая содержания в кварцевых жилах) и в штоке Merrick Mountais – 50 ppm [Rowley and others, 1977]. Данные о наличие серебра на островах Brooklyni Pelsener района залива Wilhelmina на Земле Danco − 35и 32 ppm соответственно [Alarcon, 1976].

На Аргентинских островах рудная минерализация представлена редкими кварц-молибденит-халькопиритовыми и кварц-пиритовыми прожилками и крупными кварц-магнетитовыми жилами [Hawkes, 1981]. Они связаны с третичным гранодиоритовым плутоном, который интрудирует мезозойские вулканические породы. Гидротермальные изменения, затрагивающие как интрузию, так и вулканические породы, связаны с жилами, обогащенными калием. Они переходят непосредственно в зону пропилитового изменения. Филлитовое изменение присутствует, но ограничивается небольшими участками, локализованными в пределах зоны пропилитизации. Тип минерализации и распределение зон изменения свидетельствует о характере источника зоны как меднопорфировой системы [Hawkes, 1981].

2. Постановка проблемы

На архипелаге Аргентинские острова и прилегающей к нему части Антарктического полуострова проявления рудной минерализации и контрастные геохимические аномалии связаны с остаточными расплавами интрузий габброидов, кварцевыми жилами постектонической гидротермальной стадии интрузий гранодиоритов, зонами метасоматоза, связанными с поздними жилами монцонитов и тектоническими разломами северо-восточного простирания (эпигенетическими процессами). Значительное место в зонах рудной минерализации играют сульфиды – пирит, халькопирит и пирротин. Изучение их микроэлементного состава позволит получить важные данные о их генезисе и источниках рудной минерализации этого района.

3. Методы исследований

Распределение сульфидов в вулканитах изучалось в аншлифах на микроскопе Nikon ECLIPSE LV100POL. Микрофотографии аншлифов выполнялись фотокамерой Nikon PS-Fi1. Геохимические исследования сульфидов были выполнены на рентгеновском микроанализаторе JXA-733 (Jeol) с использованием волнового и энерго-дисперсионного спектрометров. Режим работы: ускоряющее напряжение 20 KV, рабочий ток 20 нА, размер зонда 1−5 мкм.

4. Результаты и обсуждение

Участок исследований охватывал острова Иризар, Скуа и Винтер архипелага Аргентинские острова вблизи Украинской антарктической станции Академик Вернадский (рис. 1). Опробовались вулканиты с признаками сульфидной минерализации (породы покрытые бурой пленкой гидроокислов).

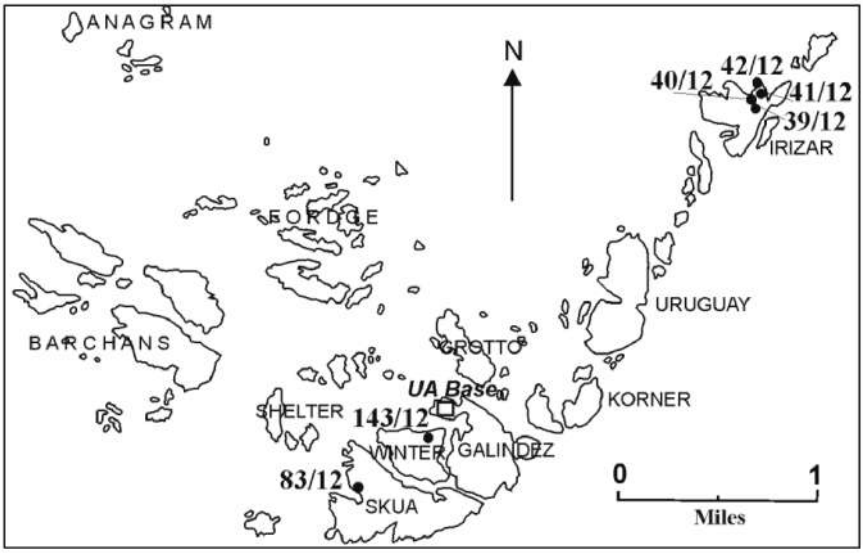


Рис.1. Схема отбора проб андезитов и дацитов для геохимических исследований сульфидов.

Брекчия дацитов, *обр. 40/12* (о. Иризар, S65°13,433’; W64° 12,178’). Элементы залегания сланцеватости: аз. пр. СЗ 340^0, падение – субвертикальное. Трещины и поверхность рассланцевания брекчии дацитов покрыты желто-бурой пленкой гидроокислов железа.

Дацит (обр. 40/12) мелкозернистый, имеет порфировую структуру. Порода содержит ксенолиты базальта. Рудная минерализация представлена идиоморфными и ксеноморфными кристаллами и рудной пылью. Сульфиды составляют до 25 % объема породы и достигают размера 2,5 х 3,0 см (рис. 2 а, б). Сульфидная минерализация является сингенетичной к формированию породы.

Согласно микрозондовым данным, пирит (обр. 40/12-2, табл. 1), содержит примеси кобальта (0,10–0,11 %), меди (0,08–0,09 %), мышьяка (0,10–0,18 %) и золота (0,08 %).

В 20 м к северу от этой точки наблюдения взят образец дацитов 41/12. Вкрапленники кварца достигают размера до 3 х 3 мм. Наблюдаются мелкие вкрапленники сульфидов в основной массе породы. Более поздние вкрапленники сульфидов связаны с просечками кварца. Они более крупные (до 1,5 х 1,5 мм). Их содержание в породе достигает 10 %. Сульфидная минерализация является сингенетической.

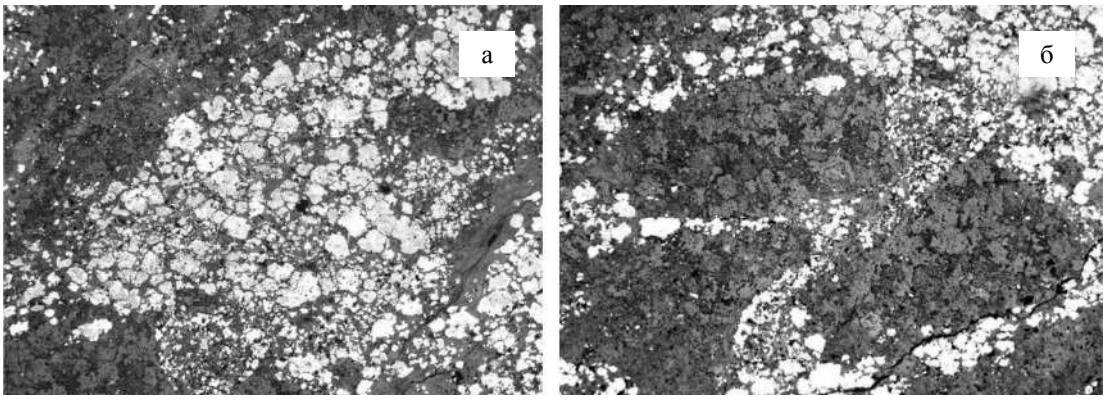


Рис. 2 а, б. Вкрапленность сульфидов в брекчии дацитов (обр. 40/12).

Микрозондовое изучение сульфидов (обр. 41/12-1, 41/12-2, табл. 1) показало, что пирит содержит примеси кобальта (0,12-0,17 %), меди (0,06-0,08 %), мышьяка (до 0,08 %), и золота (до 0,05 %).

Брекчия дацитов, *обр. 42/12* (о. Иризар, S65°13,230’; W64° 12,183’). Элементы залегания тела дацитов: аз пад. ЮЗ 210^0, угол 62^0. Они прорывают андезитовые порфириты. Дацит (обр. 42/12, табл. 2) мелкозернистый, порфировидный. Плагиоклаз сильно измененный. Порфировые выделения представлены рудным минералом идиоморфной и ксеноморфной формы. Концентрация рудного минерала достигает 20 % шлифа. По трещинам и на поверхности рассланцевания порода покрыта пленкой желто-бурого цвета гидроокислов железа.

Сульфидные минералы приурочены к кварцу и окружают мелкие фрагменты породы кварц-плагиоклазового состава. Они сингенетичны с формированием дацитов и формировались на заключительном этапе кристаллизации породы.

Согласно микрозондовым данным (табл. 1), пирит (обр. 42/12-1, 42/12-2, табл. 1) содержит примеси кобальта (0,06-0,09%) и меди (0,06-0,07%).

Таблица 1

Результаты микрозондовых анализов сульфидов, %

Точки отбора проб	о. Иризар, дацит, S65o13,430’; W64o 12,187’				о. Иризар, брекчия дацитов, S65o13,433’; W64o 12,178’	
Минерал	Py	Py	Py	Py	Py	Py
№ обр.	39/12-1-1	39/12-1-2	39/12-2-1	39/12-2-2	40/12-1	40/12-2
Fe	45,68	46,27	45,83	46,26	46,48	46,27
Ni	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
Co	0,04	0,10	0,11	0,07	0,11	0,10
Cu	0,12	0,08	0,04	0,10	0,08	0,09
As	0,32	0,00	0,15	0,00	0,18	0,10
Au	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,08
Ag	0,04	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00
S	54,10	53,18	53,16	52,87	53,13	53,16
Сумма	100,34	99,65	99,29	99,32	99,99	99,81

Примечание. Геохимическое исследование сульфидов выполнены с использованием микрозонда JXA-5 в ИГМР им. Н.П.Семененка НАН Украины

Продолжение таблицы 1

Точки отбора проб	о.Иризар, дацит катаклазированный, S65o13,272'; W64o 12,044'		о. Иризар, брекчия дацитов, S65o13,230'; W64o 12,183'		о. Скуа, западная часть, дацит катаклазированный, S65o15,175'; W64o 16,422'			о. Винтер, сев. часть, андезит, S65o14,858'; W64o 15,992'	
Минерал	Py	Py	Py	Py	Py	Py	Pyгг	Py	Pyгг
№ обр.	41/12-1	41/12-2	42/12-1	42/12-2	83/12-1	83/12-2	83/12-3	143/12-1	143/12-2
Fe	46,29	46,42	46,17	46,50	46,49	46,33	61,03	45,64	60,38
Ni	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Co	0,17	0,12	0,09	0,06	0,07	0,11	0,11	0,07	0,10
Cu	0,06	0,08	0,06	0,07	0,00	0,03	0,13	0,02	0,04
As	0,08	0,00	0,00		0,00	0,00	0,37	0,00	
Au	0,00	0,05	0,02	0,02	0,02	0,06	0,04	0,18	0,03
Ag	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,05
S	52,59	53,26	53,22	53,25	52,95	53,14	38,05	53,52	39,38
Сумма	99,18	99,91	99,56	99,92	99,55	99,66	99,73	99,43	99,98

Примечание. Py – пирит, Pyгг – пирротин.

Таблица 2

Результаты химических анализов пород

Окислы, %	Номера образцов			
	39/12	42/12	83/12	143/12
SiO_2	65,95	58,60	66,73	63,98
TiO_2	1,13	0,64	0,87	1,14
Al_2O_3	12,76	20,83	13,92	13,29
Fe_2O_3	3,43	2,76	0,10	1,23
FeO	3,31	1,60	5,18	5,46
MnO	0,19	<0,03	0,10	0,20
MgO	1,68	1,68	2,88	1,56
CaO	6,38	1,01	4,70	3,70
Na_2O	0,79	0,40	1,63	4,20
K_2O	<0,05	6,10	1,70	1,40
$S_{общ}$	2,12	2,05	<0,02	0,67
P_2O_5	0,18	<0,05	0,18	0,13
CO_2	н/о	н/о	н/о	н/о
H_2O^-	0,43	0,44	0,55	0,25
П.п.п.	2,26	4,56	1,10	2,65
Сумма	100,61	100,67	99,54	99,86

Примечание. 39/12 – дацит; 42/12 – брекчия дацитов; 83/12 – дацит катаклазированный; 143/12 – андезит. Анализы выполнены в ИГМР им. М.П. Семененка НАН Украины.

Дациты, *обр. 39/12 (*о. Иризар, S65°13,430'; W64° 12,187'). Тело дацитов мощностью до 2 м находится в зоне катаклаза андезитовых порфиритов. Элементы залегания дацитов: аз пад. ЮЗ 170^0, угол 60^0.

Дацит (обр. 39/12, табл. 2) мелкозернистый, порфировидный. Основная масса породы сильно изменена вторичными процессами. Порфировые выделения представлены кварцем и рудным минералом (до 30 % шлифа). Вторичная рудная минерализация представлена рудной пылью.

Сульфиды в породе образуют вкрапленники размером до 2 х 2 мм, имеющие преимущественно кубическую форму (обр. 39/12-1-1, 39/12-1-2, 39/12-2-1, 39/12-2-2, табл. 1). Сульфиды являются сингенетичными с основной массой породы. Количество сульфидов в породе достигает 15 %. Пирит содержит примеси кобальта (0,04−0,11%), меди (0,04−0,12%), мышьяка (до 0,32%) и следы золота и серебра (табл. 2).

В более поздних лейкократовых прожилках, рассекающих дациты, сульфиды отсутствуют.

Дациты катаклазированные, *обр. 83/12* (о. Скуа, западная часть, со стороны о. Шелтерс, S65°15,175'; W64° 16,422'). Зона катаклазированных дацитов, шириной до 7 м наблюдается возле дайки базитов, шириной до 4 м (часть ее находится под водой). Элементы залегания дайки базитов: аз. пр. ВЗ 180^0, падение – вертикальное. Трещины катаклазированных дацитов покрыты желто-бурым налетом гидроокислов железа. Дацит (обр. 83/12, табл. 2) мелкозернистый, с порфировыми вкрапленниками кварца и сдвойникованного плагиоклаза. Концентрация рудного минерала достигает 2−5 % шлифа.

Сульфиды в катаклазированных дацитах образуют вкрапленность в породе, а также выполняют микротрещины.

Пирит (обр. 83/12-1, 83/12-2, табл. 1) содержит примеси кобальта (0,07-0,11%) и золота (до 0,06%) (табл. 2). В пирротине (обр. 83/12-3, табл. 1) выявлены примеси кобальта (0,11%), меди (0,13%), мышьяка (0,37%) и золота (до 0,04 %).

Андезит *(обр. 143/12,* табл. 2) северная часть о. Винтер; S65°14,858'; W64° 15,992'. сильно окварцованный. Содержание рудных минералов в породе около 10 %. Сульфиды представлены вкрапленниками кубической формы, размером до 1,5 х 1,5 мм.

Микрозондовым методом среди сульфидов определены пирит и пирротин. Пирит (обр. 143/12-1, табл. 1) содержит примеси кобальта (0,07 %) и до 0,18 % золота. В пирротине (обр. 143/12-2, табл. 1) определеныпримеси кобальта (0,10%), меди (0,04%), золота (0,03 %) и серебра (0,05 %).

5. Выводы

В результате петролого-минералогических и микрозондовых исследований установлено, что сульфидная минерализация в андезитах и дацитах верхнеюрской вулканической группы, изученных на о. Иризар, Скуа и Винтер, является сингенетической и относится к вкрапленному типу. В брекчиях дацитов о. Иризар содержание сульфидов достигает 20−25 % объема породы. В пиритах из брекчии дацитов о. Иризар присутствуют примеси Au (0,08 %), Ag (0,04 %), Co (0,17 %) и Cu (0,12 %). В пирите из дацитов о. Скуа присутствуют Au (0,06 %) и Co (0,11 %), а в пиритах из андезитов о. Винтер обнаружены Au (0,18 %), Ag (0,05 %) и Co (0,10 %). В результате проведенных работ установлена перспективность исследований андезитов и дацитов верхнеюрской вулканической группы на благороднометальную минерализацию.

Список литературы

1. **Артеменко Г. В.,** Бахмутов В. Г., Самборская И. А., Канунникова Л. И. Проявления рудной минерализации в интрузивном комплексе архипелага Аргентинские острова (Западная Антарктика) // Мінерал. журнал. − 2011. – 33, № 3. – С. 90 − 99.
2. **Бахмутов В. Г.** Геологический обзор архипелага Аргентинские острова и прилегающей территории Антарктического полуострова. – Бюлл. УАЦ. 1998, Вып. 2. С. 77 – 84
3. **Бахмутов В. Г.,** Гладкочуб Д. П., Шпыра В. В. Возрастная позиция, геодинамическая специфика и палеомагнетизм интрузивных комплексов западного побережья Антарктического полуострова // Геофиз. Журнал. – 2013. – 3(35). – С. 3 − 30.
4. **Грикуров Г. Э.** Геология Антарктического полуострова // М., Наука, 1973. – 120 с.
5. **Alarcon B.,** Ambros J. Olcay L., Vieira **C.** Geologia del Estrecho de Gerlache entre los paralelos 64° y 65° lat. Sur, Antarctica Chilena // Instituto Antartico Chilleno, Series Cienttifica, 1976, v.4, no. 1, P.7 − 51.
6. **Curtis R.**ThepetrologyoftheGrahamcoast, Grahamland. London. − 1966. − BritishAntarcticsurvey, Scientificreports № 50. – P.3 − 51;

7. **Elliot D. H.** The petrology of the Argentine islands. 1964. − British Antarctic survey, Scientific reports № 41. – P. 1 − 31.
8. **Ferguson D.** Geological observations in the South Shetlands, the Palmer archipelago, and Graham Land, Antarctica: Royal Society of Edinburgh Transactions, v.53, pt. 1, 1921, P. 29−56
9. **Hawkes D. D.,** Littlefair M. J**.** An Occurrence of Molybdenum, Copper, and Iron Mineralization in the Argentine Islands, West Antarctica // Economic Geology, Vol 76, 1981, P. 898 − 904.
10. **Knowles P. H.** Geology of Southern Palmer Land Peninsula, Antarctica // Am. Philos. Soc. Proc., v. 89, № 1, 1945, P. 132 − 145.
11. **Pankhurst R. J.,** Riley T. R., Fanning C. M. and Kelley S. P**.** Episodic Silicik Volcanism in Patagonia and the Antarctic Peninsula: Chronology of Magmatism Associated with the Break-up of Gondwana // J. of Petrology. V.41, № 5. 2000, P. 605 − 625.
12. **Rowley P. D.,** Pride D. E. Metallic mineral resources of the Antarctic Peninsula // Antarctic geoscience: Madison University of Wiskonsin Press, 1982, P. 859 − 870.
13. **Rowley P. D.,** Williams P., Pride D. E. Mineral Occurrences of Antarctica // Petroleum and Mineral Resources of Antarctica. Geological Survey Circular 909. – 1984, P. 25−49.
14. **Rowley P. D.,** Williams P. L., Schmidt D. L. Geology of an Upper Cretaceous copper deposit in the Andean Province, Lassiter Coast, Antarctic Peninsula // U.S. Geological Survey Professional Paper 984, 1977, 36 p.
15. **Vieira C.,** Alarcon B., Ambrus J., Olcay L. Metallic mineralization in the Gerlache Strait region, Antarctica // Antarctic geoscience: Madison University of Wiskonsin Press, 1982, P. 871 − 876.

УКРАЇНСЬКИЙ АНТАРКТИЧНИЙ ЖУРНАЛ
УАЖ, №15, 16—23 (2016)

УДК550.4+551.2+552.3

БАЗАЛЬТ-РИОЛИТОВАЯ СЕРИЯ ОСТРОВОВ ГАЛИНДЕЗ И УРУГВАЙ (АНТАРКТИЧЕСКИЙ ПОЛУОСТРОВ, ЗАПАДНАЯ АНТАРКТИДА) КАК ВОЗМОЖНЫЙ ОБЪЕКТ ГЕОХИМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

А. Г. Алексеенко, С. Е. Шнюков, И. И. Лазарева, Л. И. Гаврылив

ННИ «Институт геологии», Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, г. Киев;antonalekseyenko@univ.kiev.ua,shnyukov@mail.univ.kiev.ua, lazareva@mail.univ.kiev.ua, liubomyr.gavryliv@gmail.com

Реферат. Представлены предварительные результаты всех этапов геохимического моделирования процесса эволюции эффузивного магматизма островов Галиндез и Уругвай (Антарктический полуостров, Западная Антарктида). Охарактеризированы возникшие сложности и способы их преодоления. На основе построенной модели сделана попытка оценки температурного, барического и флюидного режимов функционирования магматической системы, а также ее рудогенерирующей способности. Установлены: близкое соответствие магматической эволюции рассмотренной системы принятой модели фракционной кристаллизации; температурный режим (~1130 … ~ 880 °С) и глубина функционирования магматической камеры (9−12 км, литостатическое давление 3−4 кбар); концентрация воды в исходном и остаточном расплаве на всех этапах эволюции системы; массовая доля жидкой фазы в системе на момент отделения флюида (f = 0,27) и его температура (T = ~880 °С). Полученные результаты следует считать предварительными. Создание более достоверной модели требует резкого улучшения качества исходных геохимических данных.

Базальт-ріолітова серія островів Галіндез та Уругвай (Антарктичний півострів, Західна Антарктида) як можливий об'єкт геохімічного моделювання
А. Г. Алексєєнко, С. Є. Шнюков, І. І. Лазарева, Л. І. Гаврилів

Реферат. Представлені попередні результати всіх етапів геохімічного моделювання процесу еволюції ефузивного магматизму островів Галіндез і Уругвай (Антарктичний півострів, Західна Антарктида). Охарактеризовано складнощі, що виникли при цьому, та способи їх подолання. На основі побудованої моделі зроблена спроба оцінки температурного, баричного і флюїдного режимів функціонування магматичної системи, а також її рудогенеруючої здатності. Встановлено: близьку відповідність магматичної еволюції розглянутої системи до прийнятої моделі фракційної кристалізації; температурний режим (~ 1130 ... ~ 880 ° С) та глибина існування магматичної камери (9−12 км, літостатичний тиск 3−4 кбар); концентрація води в початковому ізалишковому розплавах на всіх етапах еволюції системи; масова частка рідкої фази в системі на момент відділення флюїду (f = 0,27) і його температура (T = ~ 880 ° С). Отримані результати слід вважати лише попередніми. Створення більш достовірної моделі вимагає різкого покращення якості вихідних геохімічних даних.

Basalt-rhyolitic series of Galindez and Uruguay Islands (Antarctic Peninsula, Western Antarctica) as an object for geochemical modeling.

A. G. Aleksieienko, S. E. Shnyukov, I. I. Lazareva, L. I. Gavryliv

Abstract. This paper presents preliminary results of all stages of geochemical modeling of the evolution of the Galindez and Uruguay Islands (Antarctic Peninsula, West Antarctica) eruptive magmatism, characterizes the difficulties encountered and ways to overcome them. On the basis of the developed model the article attempts to assess the temperature, pressure and fluid modes of magmatic system during its evolution, as well as its ore-generating ability. The following was discovered: close conformity of the current magmatic system evolution to the accepted fractional crystallization model; temperature mode (~1130 … ~ 880 °C) and depth (9−12 km, lithostatic pressure 3−4 kbar) of magmatic chamber functioning; water content in initial and residual melts during all system evolution phases; mass fraction of liquid phase in system at the moment of fluid segregation (f = 0,27) and its temperature (T = ~880 °C). However, the results should only be considered preliminary. The development of more accurate models requires a significant improvement of the initial geochemical data quality.

1. Введение

Антарктический полуостров (АП) является крупнейшим тектоническим блоком Западной Антарктики. Традиционно он рассматривается как магматическая дуга, сформировавшаяся вдоль юго-западной части палео-тихоокеанской окраины при распаде суперконтинента Гондвана. Тихоокеанская окраина АП была активной зоной на протяжении всего позднего мезозоя − кайнозоя, что обуславливалось последовательной субдукцией плиты Феникс под блок АП, которая на протяжении кайнозоя постепенно угасала в направлении ЮЗ – СВ. Большинство исследователей считают, что сегодня процессы субдукции продолжаются только в С-З части АП в районе Южных Шетлендских островов (между разломами Шеклтон и Херо), в то время как область к юго-западу от разлома Херо относится к пассивной континентальной окраине.

Породы западной части АП представлены, главным образом, двумя комплексами: (1) батолит Антарктического полуострова (Antarctic Peninsula Batholith), он же андийский интрузивный комплекс (Andean Intrusive Suit) и (2) вулканическая группа Антарктического полуострова (Antarctic Peninsula Volcanic Group). Для обоих комплексов характерны непрерывные серии от основных до кислых разновидностей, которые обнажаются вдоль западного побережья Антарктического полуострова и на прилегающих островах. Интрузивные породы образовывались в диапазоне от ~240 до 10 млн. лет назад при пике активизации в раннем мелу, породы кислого состава относят к более поздним относительно пород среднего и основного состава (Бахмутов и др., 2013).

Работы многих исследователей привели к накоплению большого массива геологических и геохимических данных. Однако на настоящий момент они недостаточно обобщены, что препятствует формированию достоверных представлений о формационной принадлежности и условиях образования широкого спектра магматических образований региона. Целью настоящей работы является попытка оценки условий формирования базальт-риолитовой серии островов Галиндез и Уругвай, входящих в архипелаг Аргентинские острова (65°15´S, 64°15´W) путем геохимического моделирования соответствующей магматической системы с использованием существующих геохимических данных. Достижение этой цели предполагало решение следующих задач: (1) оценка качества исходных данных, (2) выбор конкретных объектов для моделирования, (3) собственно геохимическое моделирование магматической системы.

2. Выбор объекта для моделирования и оценка качества исходных данных

В ходе предыдущих исследований (Гладкочуб и др., 2012; Бахмутов и др., 2013) были получены данные о химическом составе вулканических и плутонических пород островов Barchans, Forge, Rasmussen, Petermann, Irizar, Cruls, Shelters, Anagram, Berthelot, Galindez, Uruguay, а также мыса Tuxen Cape и района ледника Wiggins, расположеных северо-западнее Земли Грэхема (Graham Land). Их критическая ревизия показала, что:

— имеющиеся анализы выполнены в различных лабораториях, разными методами и не всегда сопоставимы между собой по набору определенных элементов;

— контрольный анализ специально подобранных образцов сравнения (стандартных образцов) для корректной сравнительной оценки систематической погрешности данных разных лабораторий не проводился;

— сопоставление немногочисленных дублирующих анализов, выполненных в разных лабораториях по одним и тем же пробам, выявило недопустимые расхождения результатов даже по многим петрогенным элементами (рис. 1, а);

— для микроэлементов анализ дубликатов проб в разных лабораториях не проводился, однако пониженные уровни концентраций для одних и тех же магматических серий, которые демонстрирует ICP-MS по сравнению с XRF (рис. 1, б) позволяют предполагать наличие систематических расхождений и в этом случае.

Перечисленные недостатки существенно усложняют, а чаще делают невозможным полноценное использование значительной части этих данных в составе единого информационного банка. Поэтому в настоящей работе для геохимического моделирования были выбраны только вулканические образования островов Galindez (Галиндез) и Uruguay (Уругвай), которые отличаются:

— принадлежностью, по имеющимся данным, к единой дифференцированной базальт-андезит-дацит-риолитовой серии;

— наличием аналитически сопоставимых данных, полученных в одной лаборатории одним методом (XRF);

— минимально достаточным для моделирования набором определенных элементов, в который входили минералообразующие для акцессорных минералов (циркона, апатита, монацита), все петрогенные и линейка важнейших микроэлементов с различными значениями коэффициентов распределения минерал/расплав (SiO_2, TiO_2, Al_2O_3, $Fe_2O_3^{total}/FeO^{total}$, MnO, MgO, CaO, Na_2O, K_2O, P_2O_5, Sc, Ga, Ge, Rb, Sr, Y, Zr, Nb. Ba, Co, Ni, V, Cr, Cu, Zn, Sn, Cs, W, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Hf, Ta, U, Pb, Th).

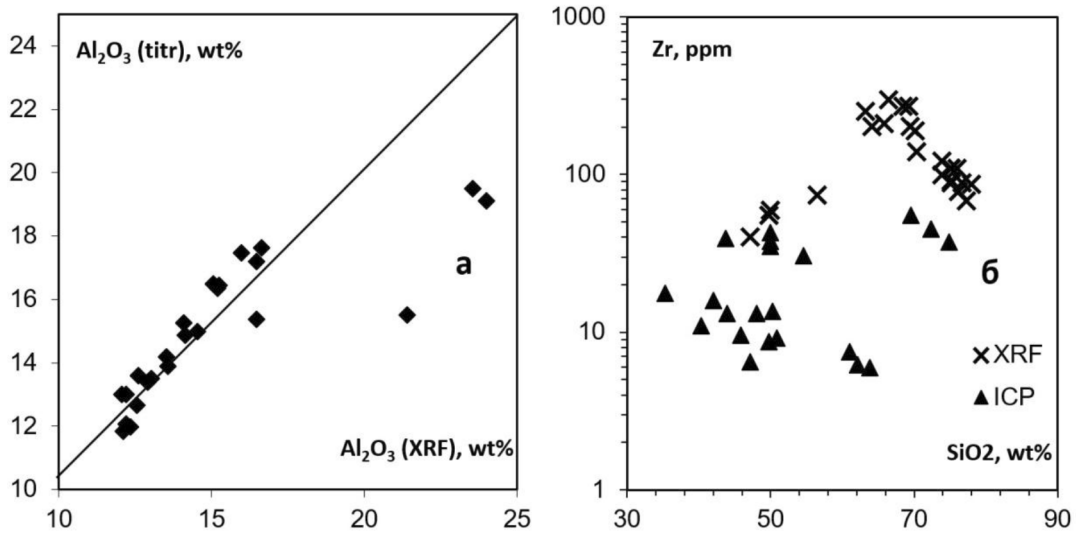


Рис.1.Сопоставление имеющихся аналитических данных, выполненных: а – силикатным (titr) и рентгено-флуоресцентным (XRF) методами анализа по одним и тем же образцам (на примере Al2O3); б – для одних и тих же серий методами XRF и ICP-MS (на примере Zr)

Учитывая ограниченность информации (отсутствие развернутой петрографической характеристики), классификация пород проведена преимущественно по их химическому составу. В результате было выделено 5 породных групп: базальты, андезибазальты, андезиты, дациты и риолиты (рис. 2). Для них характерны значительные вариации микроэлементного состава, что отчетливо видно на примере Zr (рис. 2), который, имея собственную минеральную форму (циркон), обычно характеризуется наиболее неравномерным распределением в породах и соответствующих порошковых пробах. Это может свидетельствовать о низкой представительности проб, которая обусловлена, оче-

видно, их недостаточной массой (для породтипичны порфировые и порфировидные структуры). Поэтому в последующих построениях использованы средние химические составы выделенных породных групп.

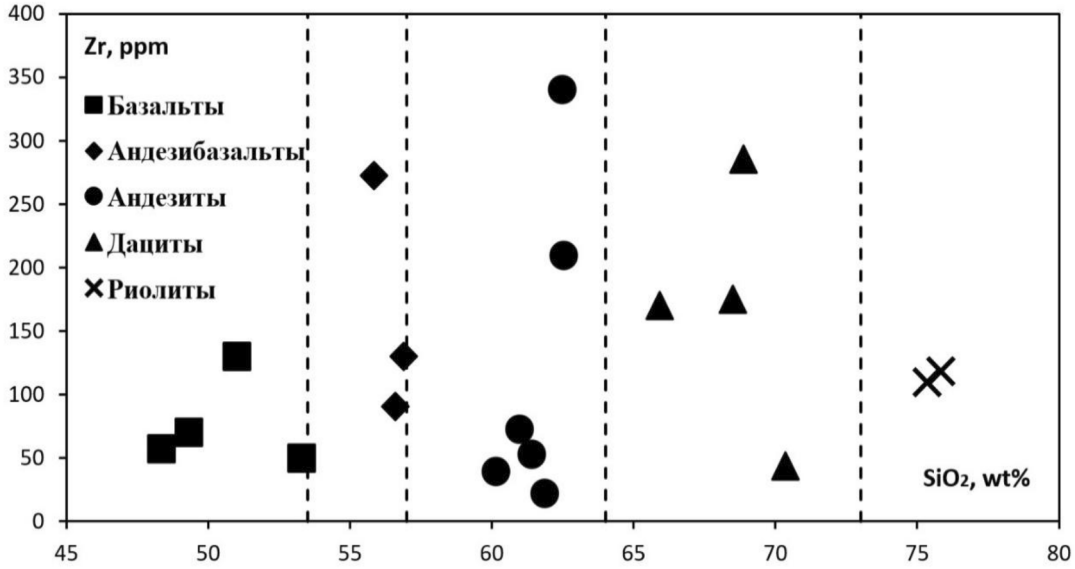


Рис. 2. Подразделение пород на группы по химическому составу,
а также неоднородность микроэлементного состава пород внутри групп на примере Zr

3. Методика моделирования и полученные результаты

Процедура выполненного моделирования описана в работах (Шнюков, 2002; Шнюков, Лазарєва, Хлонь и др., 2012; Lazareva, Shnyukov, Khlon et al., 2008; Шнюков, Лазарєва, Хлонь и др., 2011; Шнюков, Лазарева, Хлонь и др., 2013; Лазарева, Шнюков, Савенок и др., 2015). Дополнительные пояснения приводятся ниже при обсуждении результатов каждого его этапа.

В качестве основного механизма магматической эволюции принята фракционная кристаллизация расплава в глубинной магматической камере, что подтверждается обратной линейной корреляцией логарифмов концентраций совместимых и несовместимых элементов (рис. 3 а). В этом случае поведение элементов описывается уравнением Рэлея:

$$C = C_0 f^{(D-1)}, \quad (1)$$

где C – концентрация элемента в остаточном расплаве, C_0 – исходная концентрация элемента в системе на момент начала кристаллизации, D – его комбинированный коэффициент распределения, f – массовая доля жидкой фазы в системе.

Исходя из уравнения (1) были рассчитаны модельные значения массовой доли жидкой фазы в системе (f)для каждого петротипа исходя из концентраций Ba (C_{Ba}) — несовместимого элемента с наиболее стабильным значением эффективного коэффициента распределения (D_{Ba}= 0,1) (Rollinson, 1993):

$$f = \exp\left(\frac{\ln C - \ln C_0}{D-1}\right) \quad (2)$$

Поведение всех изученных элементов в процессе магматической эволюции можно охарактеризовать как монотонное совместимое (рис. 4, а), монотонное несовместимое (рис. 4, б) или инверсионное (рис. 5).

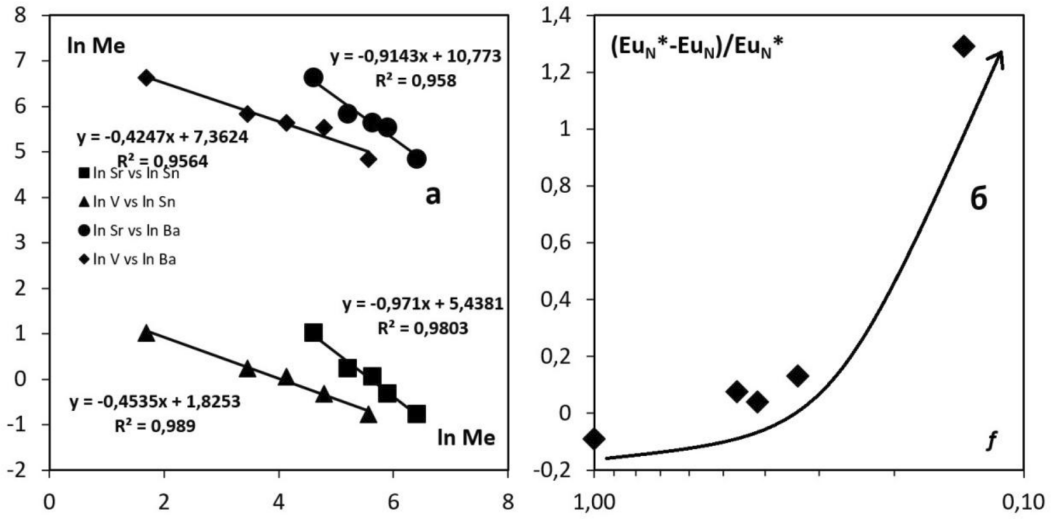


Рис. 3. Линейная зависимость логарифмов концентраций совместимых и несовместимых элементов (а) и изменение величины европиевой аномалии в зависимости от доли жидкой фазы в системе (б).

Полученные зависимости аппроксимированы уравнениями типа $y = ax^b$, которые отвечают модели фракционной кристаллизации (1). Поведение элементов с монотонным трендом аппроксимировано одним уравнением, а с инверсионным – двумя, отражающими поведение элементов до и после инверсии. Полученные уравнения содержат следующие важные характеристики: C_0, C'_0 – исходные концентрации элемента в первичном расплаве до и после инверсии, соответственно; D, D' – эффективные комбинированные коэффициенты распределения элемента до и после инверсии, соответственно. Важно отметить, что для элементов с инверсионным поведением значения C_0, D и D' являются истинными, а C_0, – мнимым. Полученные значения этих характеристик приведены в таблице 1.

Таблица 1

Характеристики поведения микроэлементов

Монотонное поведение			Инверсионное поведение				
Элемент	C_0	D	Элемент	C_0	D	C'_0	D'
Ba	127.53	0,1	Zr	57,48	0,09	271,44	1,43
Ga	17,08	1,31	LREE	26,97	0,39	61,24	1,08
Sn	0,43	0,06	Y	18,13	0,4	43,42	1,36
W	0,22	1,54	Sc	33,33	0,97	57,79	2,07
Cu	62,27	2,53	Cr	87,34	4,50	6,33	0,99
Sr	626.92	1,94	P_2O_5	1900	0,4	6700	2,21
Co	27,35	2,27	Ni	27,133	3,94	3,36	0,69
Zn	214,19	1,83					
Pb	5,89	0,64					
Ge	0,94	1					
V	341,09	3,02					

Исходя из экспериментального уравнения растворимости апатита в силикатных расплавах (Harrison, Watson,1984) была проведена оценка температурного режима функционирования магматической камеры для диапазона 0,33 <*f*<0,5. Выбранный диапазон обусловлен существованием апатита в магматической камере в узких рамках после инверсии P_2O_5(*f*=0,5), которая указывает на начало кристаллизации данного минерала, и до инверсии LREE (*f*=0,33), которая, в свою очередь, указывает на замену апатита в составе кристаллизата монацитом. Экстраполяция полученного тренда позволила получить температуру для остальных диапазонов *f* (рис. 6 а).

Экспериментальное уравнение растворимости монацита (Montel,1993) позволило достоверно оценить содержание воды на момент замены апатита монацитом (*f* = 0,32). Для расчета содержания воды во всем диапазоне *f*, в том числе и для первичного расплава (*f* = 1), с точки зрения авторов, правомерно использование уравнения Рэлея, так как вода является типичным несовместимым компонентом, для которого уверенно можно принять *D* = 0,1 (рис. 5 б).

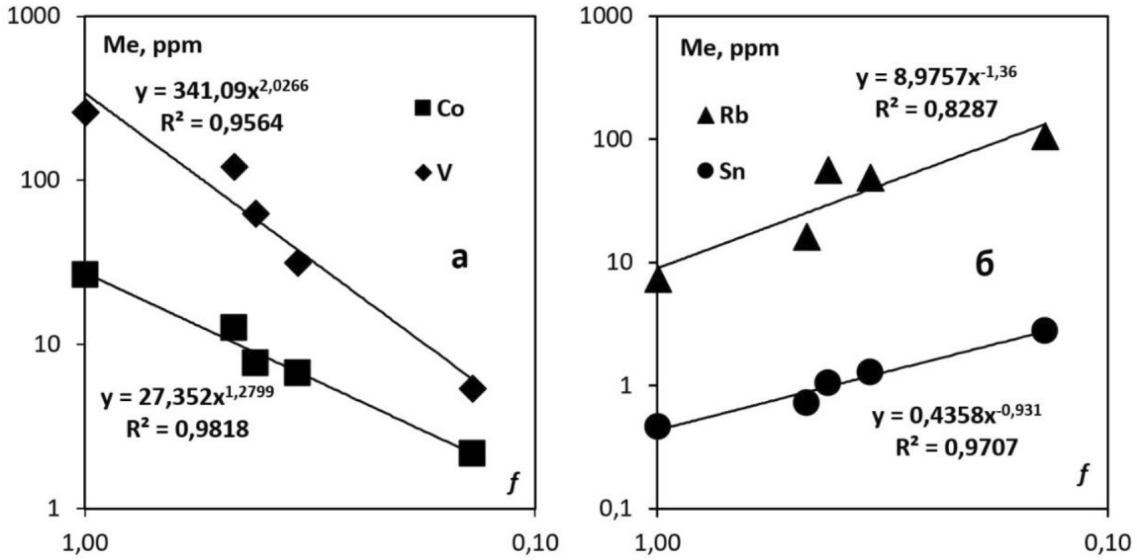


Рис. 4. Поведение микроэлементов в зависимости от *f*: а – совместимое (Co, V); б – несовместимое (Rb, Sn); в – инверсионное (Y, Zr)

Проекции ликвидусов щелочного базальта с разным содержанием воды на поверхность P-T (Перчук, 1985) дали возможность оценить давление в магматической камере, применяя полученные выше оценки температуры исходного расплава (T_0) и содержания воды на момент начала его кристаллизации. Полученная модельная оценка: P –3−4 кбар, что соответствует глубине 9−12 км.

Используя экспериментальные данные по растворимости воды в гранитных расплавах (Holtz, Johanne, Tamic et al., 2001), а также уравнение (1) рассчитано значение *f*= 0,27, которое соответствует началу отделения водного флюида от расплава. Полученная ранее температурная зависимость (рис. 6, а) позволила рассчитать температуру для этого момента эволюции магматической системы: T = 877°C (рис. 6 б).

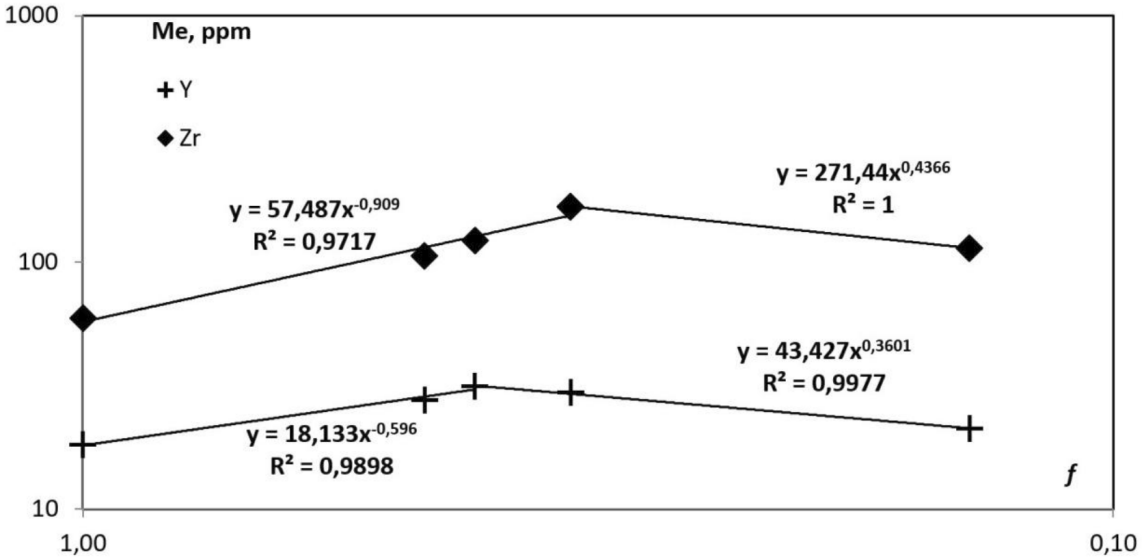


Рис. 5. Инверсионное поведение микроэлементов в зависимости от *f*– (Y, Zr)

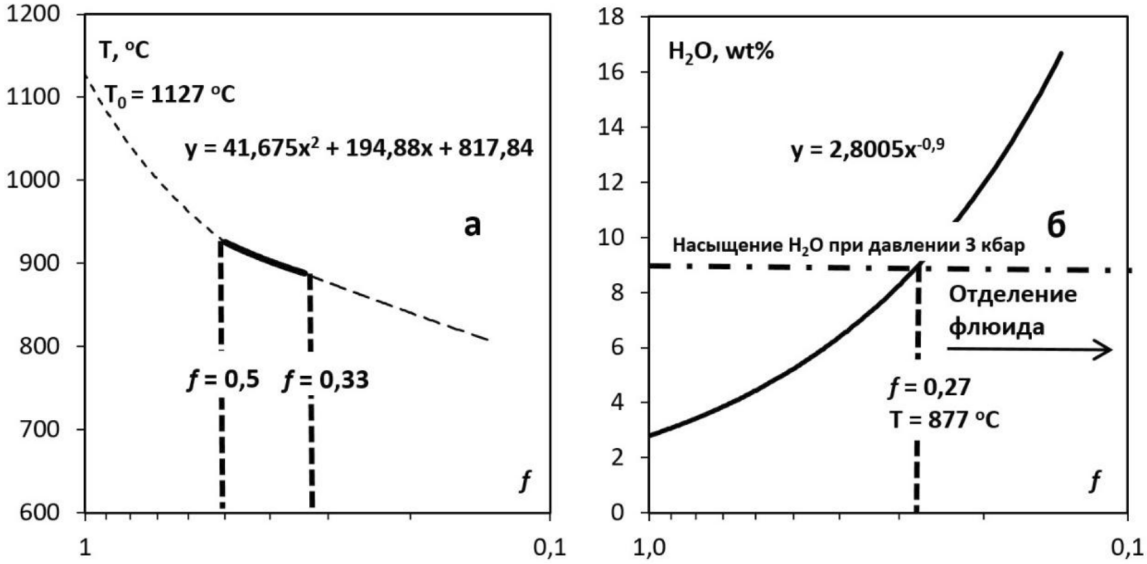


Рис. 6. Характеристика температурного и флюидного режимов магматической эволюции:
а – модельная кривая изменения температуры; б – зависимость концентрации воды от массовой доли жидкой фазы в системе. Жирными пунктирными линиями (а) показаны значения *f*: насыщения расплава P_2O_5 с началом кристаллизации апатита (*f* = 0,5), замены апатита монацитом(*f* = 0,33), (б) отделения водного флюида (*f* = 0,27). Штрих-пунктирная линия – концентрация насыщения расплава водой при давлении 3 кбар.

Полученные модельные оценки подтверждаются закономерным увеличением величины европиевой аномалии, которая выражается значением $(Eu_N^* - Eu_N)/Eu_N^*$ – отношение нормированной концентрации европия к среднему геометрическому из концентраций Sm и Nd, индекс N означает, что используются нормированные по хондритам величины, по мере уменьшения доли жидкой фазы в системе (рис. 3б).

4. Заключение

В результате моделирования установлены и оценены: (1) близкое соответствие магматической эволюции рассмотренной системы принятой модели фракционной кристаллизации; (2) температурный режим функционирования магматической камеры; (3) глубина существования магматической камеры; (4) концентрация воды в исходном и остаточном расплаве на всех этапах эволюции системы; (5) массовая доля жидкой фазы в системе на момент отделения флюида и его температура. Кроме того, выполненное моделирование позволило осторожно прогнозировать возможность существования гидротермальных минерализованных зон, пространственно совмещенных с изученными вулканитами

Однако полученные результаты следует считать лишь предварительными. Создание более достоверной модели требует резкого улучшения качества исходных геохимических данных.

***Благодарность**. Авторы выносят благодарность Бахмутову В. Г. (Институт геофизики им. С. И. Субботина, НАН Украины) за сотрудничество и предоставление доступа к коллекции образцов из Антарктического полуострова, отобранных в ходе Украинских антарктических експедиций с 2004 по 2012 годы.*

Литература

1. **Бахмутов В. Г.,** Гладкочуб Д. П., Шпира В. В. Возрастная позиция, геодинамическая специфика и палеомагнетизм интрузивных комплексов западного побережья Антарктического полуострова // Геофиз. журн. – 2013. – 35, № 3. – С. 3 − 30.
2. **Гладкочуб Д. П.**, Донская Т. В., Бахмутов В. Г. Особенности состава, возраст и модель образования габброидов Андийского комплекса (мыс Туксен, Западная Антарктика) // Український антарктичний журнал. 2011 − 2012, № 10 − 11. – С. 39 − 47.
3. **Лазарева И.,** Шнюков С., Савенок С., Морозенко В., Алексеенко А., Гаврылив Л. Интерпретационная составляющая геологических депозитариев: примеры решения некоторых фундаментальных и прикладных задач // Матеріали Міжнародної наукової конференції «Природничі музеї та їх роль в освіті і науці (27 − 30 жовтня, 2015 р., Київ). – К., 2015. − Ч. 1. − С. 72 − 74.
4. **Перчук Л. Л.** Система щелочной базальт-вода. II. Поверхность ликвидуса в интервале давлений 1 атм – 20 кбар // Очерки физико-химической петрологии, вып. XIII – М. : Наука, 1985. – С. 66 − 80.
5. **Шнюков С. Є.** Геохимические модели эволюции магматических систем и земной коры: потенциальный источник петрофизической и рудогенетической информации // Геофиз. журн. — 2002 — № 6. — С. 201 − 219.
6. **Шнюков С. Є.,** Лазарєва І. І., Хлонь О. А., Митрохин О. В., Гасанов Ю. Л., Морозенко В. Р. Геохімічне моделювання магматичної системи вулканічного острова Десепшен (Західна Антарктида): принципи та задачі // Вісник Київськ. ун-ту. — Геологія. — 2011. — Вип. 52. — С. 29 − 33.
7. **Шнюков С. Є.,** Лазарєва І. І., Хлонь О. А., Марченков Д. Ф. Оцінка рудогенеруючого потенціалу магматогенно-гідротермальних систем за результатами геохімічного моделювання // Геохімія та рудоутворення. — 2012. — № 31 − 32. — С. 105 − 112.
8. **Шнюков С. Е.**, Лазарева И. И., Хлонь Е. А., Митрохин А. В., Морозенко В. Р., Марченков Д. Ф., Никанорова Ю. Е., Осипенко В. Ю. Модель формирования вулканических и морских вулканогенно-осадочных образований острова Десепшен (Заппадная Антарктида): исходные данные для моделирования// Геология и полезные ископаемые Мирового океана. — 2013. — № 1. — С. 44 − 66.
9. **Harrison T. M.**, Watson E. B. (1984). The behavior of apatite during crustal anatexis: equilibrium and kinetic considerations // Geochim. et Cosmochim. Acta, 48, N 7. — P. 1467 − 147.
10. **Holtz F.,** Johannes W., Tamic N., Behrens H., (2001) Maximum and minimum water content of granitic melts generated in the crust: a reevaluation and implications // Lithos, 56, — P. 1− 14.
11. **Lazareva I.**, Shnyukov S., Khlon E., Mitrokhin A., (2008). Integrated geochemical modeling of magmatic systems as applited to circum Antarctic zircon census (cazic) project (IPY 2007/2008) // International Antarctic Conference “Ukraine in Antarctika – National Priorities and Global Integration” (IAC2008 May 23 − 25, 2008, Ukraine), abstracts. − P. 84.
12. **Montel J. M.** (1993). A model for monazite/melt equilibrium and application to the generation of granitic magmas // Chemical Geology, 110. − P. 127 − 145.
13. **Rollinson H.** (1993) Using geochemical data: evaluation, presentation, interpretation // Longman Group UK Limited, London, 352 p.

УКРАЇНСЬКИЙ АНТАРКТИЧНИЙ ЖУРНАЛ
УАЖ, №15, 24—34 (2016)

УДК 551.510

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ АТМОСФЕРНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ В ЗАПАДНОМ СЕКТОРЕ АНТАРКТИКИ И ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ ПРОГНОЗА ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ

Тимофеев В. Е.

Украинский гидрометеорологический институт ДСНС Украины и НАН Украины
03028, Киев, проспект Науки 37, tvvlad@mail.ru

Реферат. Исследована временная устойчивость и преобразование атмосферных процессов летнего и зимнего сезонов при помощи Марковского процесса. Показано, что начальное состояние атмосферы может быть представлено полем давления первого класса вероятности (наиболее вероятным). Наиболее простое преобразование реализуется в месяцы летнего и зимнего сезонов с положительной аномалией температуры воздуха и состоит в прохождении серии циклонов, разделенных подвижным гребнем. Временная устойчивость элементарного синоптического процесса, связанного с эталонными полями, больше в зимний сезон, причем синоптические процессы первого класса более устойчивы, чем второго.
Определенная стабильность крупномасштабных объектов циркуляции позволяет выделить относительно длительную направленность развития синоптических процессов и учитывать ее при построении схемы прогноза на средние сроки (3−10 дней).

Закономірності перетворення атмосферної циркуляції у західному секторі Антарктики і застосування для прогнозу погодних умов
Тимофєєв В. Є.

Реферат. Досліджено часову стійкість і перетворення атмосферних процесів літнього та зимового сезонів за допомогою Марківського процесу. Показано, що початковий стан атмосфери може бути представлено полем тиску першого класу ймовірності (найбільш вірогідним). Найбільш просте перетворення реалізується в місяці літнього і зимового сезонів з додатньою аномалією температури повітря і складається в проходженні серії циклонів, розділених рухомим гребенем. Часова стійкість елементарного синоптичного процесу, пов›язаного з еталонними полями, більша в зимовий сезон, причому синоптичні процеси першого класу більш стійкі, ніж другого. Певна стабільність великомасштабних об›єктів циркуляції дозволяє виділити відносно тривалу спрямованість розвитку синоптичних процесів і враховувати її при побудові схеми прогнозу на середні терміни (3−10 днів).

Transformations in the atmospheric circulation in the West Antarctic sector and Applications for the weather forecasts
Timofeuev V. E.

Abstract. Temporal Stability and transformation in the atmospheric circulation in summer and winter seasons is studied by means of assistance Markov's process. It is shown that initial state atmosphere can be presented by the most probable

pressure field. The simplest transformation is realized in the months with positive air temperature anomaly and comprises in series of cyclones, along with migrative wedges. Temporal stability of an individual synoptic process, associated with the etalon pressure fields is found to be longer in the winter season, and the most probable pressure fields are more stable than the others. Temporal stability of the large-scale circulation subjects allows us to show dynamic evolution, and to take it into account when developing a scheme of middle-range forecast methods (3−10 days in advance).

1. Введение. Особенности циркуляции атмосферы Антарктики и района Антарктического полуострова

К настоящему времени основные черты крупномасштабной циркуляции атмосферы Южной полярной области изучены достаточно хорошо, причем известно, что она в целом проще, чем в Северном полушарии. Западно-восточный перенос в умеренных широтах Южного полушария более интенсивен, с наличием пояса низкого давления в Южной полярной области (ЮПО), что обусловливает меньшую интенсивность антициклонального блокирования (Воскресенский,1980, Trenberth 1985, Tibaldi, 1994, Sinclair, 1996, Мартазинова и др., 2010). Практически все барические образования перемещаются здесь над океанской поверхностью, ограниченной с крайнего юга ледниковым барьером или горными системами Антарктиды. Как правило, климатические ложбины (циклоны) ориентируются к вогнутостям береговой линии Антарктиды (моря Росса, Беллинсгаузена, Уэдделла), а гребни – к выпуклостям (Антарктический полуостров, Земля Элсуэрта, Земля Мери Берд, Земля Королевы Мод).

Изменение климата в Южной полярной области связывают прежде всего с изменением в атмосферной циркуляции (Груза и др., 1996**,** Fyfe, 2003, Кононова и др., 2007, Turner et al., 2009, Мартазинова и др., 2010, Marshall et al., 2011). Детальное изучение регионального климата стало возможным со второй половины 1950-х годов, когда за время МГГ 1957 – 1959 гг. сформировалась сеть постоянно действующих станций. По результатам исследований Г. М. Таубер впервые охарактеризовал центры действия атмосферы (ЦДА) в поясе пониженного давления вокруг Антарктиды, С. С. Гайгеров впервые описал вертикальное строение тропосферы и нижней стратосферы, а также были установлены условия формирования стоковых ветров (Атлас Антарктики, 1969). Однако, как показано в (Говоруха и др., 2003, Кононова и др., 2007**,** Мартазинова и др., 2008), 1950-е и 1960-е гг. относятся к другим климатическим условиям по сравнению с современным состоянием.

Детализация атмосферных процессов со сравнением особенностей в обоих полушариях земли проведена в (Дзердзеевский, 1977). Он установил связность атмосферных процессов Северного и Южного полушарий, а также обосновал гляциологически эффективные «элементарные циркуляционные механизмы», которые способствуют аккумуляции и абляции твердых осадков, что актуально для полярных и горных районов (Грищенко и др., 2005). Одним из первых он указал, что «…в связи с многолетними колебаниями ОЦА нужно иметь набор средних климатических данных по циркуляционным эпохам, поскольку одна средняя многолетняя величина за весь период наблюдений любой метеорологической величины, приведенная в справочниках, не вполне характеризует особенности современного климата». Это положение особенно актуально сейчас, когда циркуляционные процессы в эпоху потепления значительно изменились по сравнению с серединой XX века. На их фоне в ряде регионов неоднократно повторялись редкие погодные явления, вероятность возникновения которых в среднем очень мала. В типизации Б. Л. Дзердзеевского выделен тип меридиональной южной циркуляции с необычным положением циклона на полюсе, отсутствием блокирующих процессов – прообраз циркумполярной циркуляции, которая присуща атмосфере Южного полушария.

Обобщение форм циркуляции составило одну из первых типизаций синоптических процессов в Антарктике, выполнена Г. Я. Рыжаковым по традиционным методикам Г. Я. Вангенгейма (Рыжаков, 2002). Все атмосферные процессы Южного полушария обобщены в три формы циркуляции: зональную и две меридиональные. В отличие от Северного полушария, на среднем уровне в Южном полушарии преобладает синоптическая волна с волновым числом 4 по количеству ложбин и гребней. Уже на современном этапе исследования это было подтверждено, причем отмечается смена преобладающей волновой структуры между разными климатическими эпохами (Connolley,1997).

В новейшем Атласе океанов 2005 г. представлены типы циркуляции, а также многолетний ход форм циркуляции по Г. Я. Вангенгейму с выводом о смене циркуляционных эпох в конце XX века,

что может знаменовать переход климатической системы в новое состояние (Атлас океанов, 2005). Преимущество в том, что исследования проводились по единой методике, а недостаток – типизация основывается на визуальном подходе, не учитывая современного изменения атмосферной циркуляции, т.е. новые формы могут быть не распознаны.

При исследовании причин изменения климата в монографиях (Сидоренков, 2002, Дмитриев и др., 2006) отдается предпочтение естественным внешним (геофизическим) климатообразующим факторам, которые в том числе определяют состояние атмосферной циркуляции.

Ранее в работах автора проведена классификация форм атмосферной циркуляции по классам вероятности, позволившая впервые выявить современный характер синоптических процессов в различные сезоны над сектором западной Антарктики и Антарктическим полуостровом (Тимофеев и др., 1996, Мартазинова и др., 2010).

Получено преобразование полей атмосферного давления от десятилетия к десятилетию в зимний и летний сезон 1971–2010 гг. и рассмотрены особенности пространственно-временной структуры полей давления на среднем уровне тропосферы в ЮПО с уточнением центров действия атмосферы в ЮПО, прежде всего тех, что определяют климат Антарктического полуострова. Смещение основных ЦДА к востоку вместе с усилением зонального потока является крупномасштабным фоном, на котором произошло повышение приземной температуры воздуха на станциях в районе Антарктического полуострова. Потепление в наибольшей степени проявилось на окружающей территории станции Академик Вернадский за счет большей обеспеченности и временной устойчивости наиболее вероятного синоптического процесса с циклоном в море Беллинсгаузена, обеспечивающем адвекцию теплого влажного воздуха (Говоруха и др., 2003, Turner et al., 2009, Franzke, 2013). При этом большинство авторов склоняются к выводу о том, что недавнее потепление − это результат изменения циркуляции атмосферы, в первую очередь за счет природного фактора (Дмитриев и др., 2006, Кононова и др., 2007**,** Фролов и др., 2007, Мартазинова и др., 2008). В свою очередь, повышение температуры воздуха привело к разрушению регионального оледенения (Vaughan et al, 1996).

2. Методика и используемые материалы

Классификация полей давления по классам вероятности проводились с использованием двух критериев подобия: ρ – геометрического (на основе знака аномалии между полями давления) и среднего квадрата расстояния между полями в целом согласно (Зверев, 1970, Багров, 1983, Martazinova, 2005). На первом этапе в каждом месяце определяется наиболее вероятное (эталонное) барическое поле и класс наиболее вероятных полей, при условии $\rho \geq 0{,}3$ и $\eta \leq 1$. Однако в процессе исследования выяснилось, что барические поля ЮПО характеризуются большой степенью сглаженности, особенно в летний сезон, что приводит к значительному подобию полей давления. Поэтому при классификации были несколько пересмотрены пороги критерия аналогичности. Для летнего сезона синоптические ситуации являются аналогами и относятся к одному классу, если $\rho \geq 0{,}3$ и $\eta \leq 1$. Более подробно процедура классификации описана в (Martazinova, 2005, Мартазинова и др., 2010).

Классификация атмосферных процессов позволяет определить преобладающие атмосферные процессы с вероятностью их реализации в каждом месяце и выявить в том числе и те процессы, которые составляют фоновую циркуляцию, обеспечивающую устойчивый рост температуры воздуха в районе Антарктического полуострова в последние десятилетии XX столетия.

Полученные результаты позволяют понять причины формирования современного климата в районе украинской станции Академик Вернадский с детализацией характера погодных условий в зимний и летний сезоны. В данной работе проводится детализация преобразования атмосферных процессов, имеющая целью выйти на совершенствование кратко- и среднесрочных прогнозов в исследуемом регионе. В качестве исходных данных полей атмосферного давления использовались массивы реанализа ERA-40 (1957−2002 гг., горизонтальный шаг регулярной сетки 2,5°) и Interim (1971−2010 гг., горизонтальный шаг сетки 1,5°), Европейского центра среднесрочных прогнозов погоды, www.ecmwf.int (Deeaetal., 2011).

3. Закономерности преобразования циркуляции в нижней тропосфере

Ранее получено, что если в месяцы летнего сезона количество эталонных полей давления 2–3, а зимнего – до 6, то ожидается, что преобразование циркуляции летом происходит более упрощенно. В зимний сезон, в частности, достаточно большую вероятность реализации имеют и другие типы

процессов, приводящие к аномальным погодным условиям и похолоданиям, а также возрастает вероятность блокирования. Поэтому задачей работы является поиск закономерности перехода между полями эталонов различных классов вероятности, что соответствует смене погодных условий.

Для изучения преобразования атмосферной циркуляции применяется теория Марковского процесса, которая и ранее применялась для уточнения последовательности атмосферных процессов. В основе теории лежит преобразование поля (в данном случае атмосферного давления) как случайный процесс. Его состояние в исходный момент ζ_0, а цепь его последовательных преобразований может быть описана как $\zeta_0 \rightarrow \zeta_1 \rightarrow \zeta_2 \rightarrow \zeta_0$. В таком примере исходное поле через определенное время преобразуется в себя же, что характерно для пояса пониженного давления ЮПО с сериями циклонов. Нашей целью является определение вероятности перехода P_{ij} из состояния ζ_iв состояние ζ_j:

$$P_{ij} = P\,(\,\zeta_{n+1}) = \zeta_i / \zeta_n = \zeta_i),\ i, j = 1,2,...n.$$

Представленная модель и есть однородная цепь Маркова, а вероятности называются переходными вероятностями этой цепи. Кроме них, в задаче необходимо задать начальное распределении вероятностей:

$$P_i^0 = P\,(\zeta_0) = \zeta_i),\ i,j = 1,2,...\ n.$$

Для определения начального распределения вероятностей взяты полученные ранее эталонные поля давления, в частности первого класса, наибольшей вероятности. Эти поля являются доминантными модами на пространстве исследуемого региона, они же характеризуются определенными набором погодных условий, так что при установлении переходных вероятностей получим преобразование исходного поля вместе с погодными условиями – колебаниями температуры воздуха, осадков и сопутствующих явлений. Ниже представлены схемы преобразования синоптических процессов первого класса вероятности для летних и зимних месяцев. Как было получено ранее, набор эталонных полей летом менее представителен, чем зимой, так что их преобразования ожидаются более сложными в зимний сезон.

Основной вопрос в исследовании атмосферы – как долго сохраняется тенденция к сохранению начального состояния, особенно при наличии преобладающего типа, как, например, в феврале, когда с обеспеченностью 95% выделены два эталонных процесса. В теории Маркова показано, что в таком случае финальные переходные вероятности равны:

$$P_1 = p_{21} / (p_{21} + p_{12}),$$

$$P_2 = p_{12} / (p_{21} p_{12}),$$

где p – вероятность переходов, а индексы показывают направление перехода- 1→2 – из состояния 1 в 2, 2→1 - из состояния 2 в 1, и так далее.

Для каждого коэффициента A_{ij} определялось состояние, имеющее наибольшую вероятность перехода самого в себя, разделяя таким образом типичные квазистационарные и нестационарные процессы (29). Если для какого-нибудь члена матрицы отсутствовали вероятности менее 0,70, то в дальнейшем данное преобразование не рассматривалось. Наиболее вероятные поля, полученные для вероятностей более 0.70, могут быть отправной точкой для составления прогнозов на средние сроки.

Так, для простейшего случая реализации эталонных процессов двух классов получили следующие вероятности переходов в январе и феврале:

$$P_1 = \begin{pmatrix} 0.77 & 0.23 \\ 0.86 & 0.14 \end{pmatrix}$$ (январь)

$$P_1 = \begin{pmatrix} 0.84 & 0.16 \\ 0.90 & 0.10 \end{pmatrix}$$ (февраль)

Таким образом, процесс 1 (наиболее вероятный) переходит в себя с вероятностью 0.73 в январе и 0.84 в феврале, и в 24% случаев он переходит в процесс второго класса в январе и в 16% в феврале. Обратное преобразование синоптического процесса 2 в 1 происходит с вероятностью 0.86 в январе и 0.90 в феврале, а преобразование 2→2 имеет малую вероятность в январе, и 0.19 – в феврале.

В понятиях синоптической метеорологии переход сам в себя типа 1→1 обозначает серию циклонов, а переход 1→2 – смену циклона гребнем повышенного давления, который, в свою очередь преобразуется в поле 1, рис. 1. Преобразование 2→1 характеризует смену подвижного гребня новым циклоном, и окончание основного цикла преобразований. Преобразование 2→2, т.е. сохранение гребня повышенного давления, в теплые годы редко.

Наиболее простая схема преобразования исходного поля – в феврале, когда оно преобразуется в самого себя через поле второго класса вероятности (рис. 2). С точки зрения синоптического преобразования − это серия циклонов, разделяемых подвижным гребнем. Благодаря такому преобразованию процессов февраль является наиболее облачным месяцем с частым выпадением атмосферных осадков.

Далее рассмотрим преобразования полей для зимних месяцев. В связи с большим набором эталонных процессов схема преобразований сложнее, и вероятности переходов можно представить в виде

$$P_1 = \begin{pmatrix} 0.63 & 0.23 & 0.14 \\ 0,37 & 0.12 & 0.51 \\ 0.72 & 0.06 & 0.22 \end{pmatrix}.$$

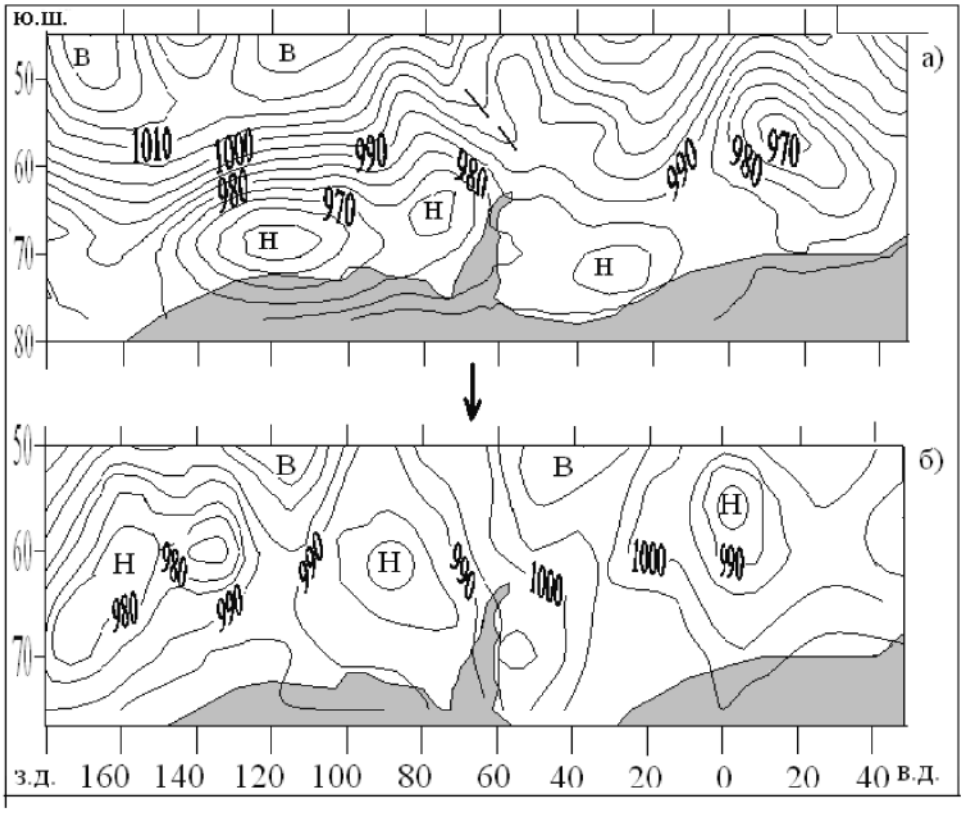


Рис. 1. Наиболее вероятное преобразование поля давления первого класса вероятности января, 1991−2000 гг.

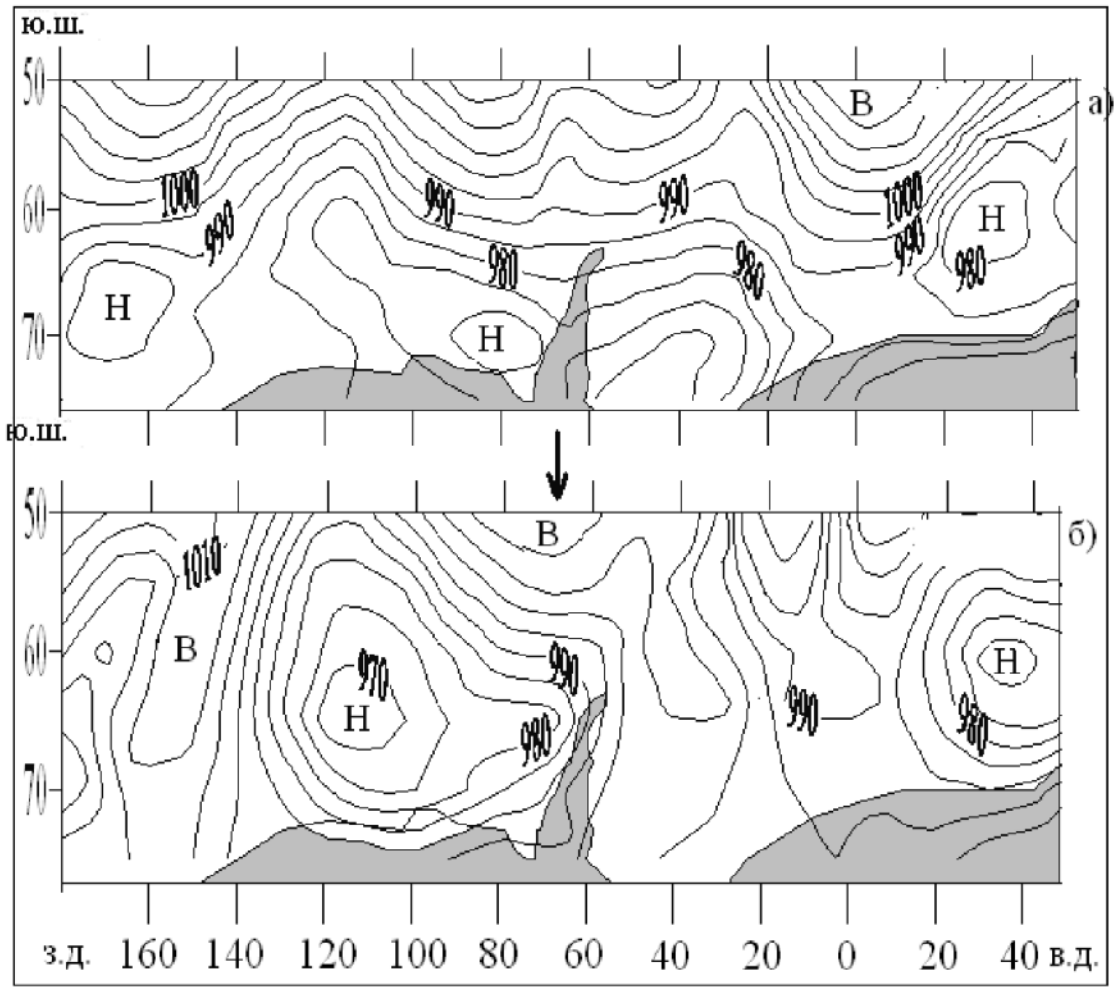


Рис. 2. Наиболее вероятное преобразование поля давления
первого класса вероятности февраля, 1991−2000 гг.

Снижается вероятность преобразования процесса 1 (наиболее вероятного) в самого себя, однако процессы 2 и 3 в итоге преобразуется в 1, замыкая таким образом цепочку преобразований (рис. 3). Отмечается значительная вероятность финального перехода 3→1, т.е. от устойчивого гребня (антициклона) к области пониженного давления (рис. 3, а).

С наибольшей вероятностью преобразование происходит по схеме 1 → 2, 2→3 и 3→1. Таким образом, как и для летнего сезона, в зимние месяцы установлена тенденция к возврату к исходному полю наиболее вероятного класса. Наиболее важной здесь является переходная вероятность 3→1, т.е. смена устойчивого антициклона областью пониженного давления. За счет такого перехода создаются значительные межсуточные колебания температуры воздуха.

Однако барические градиенты в зимнее время более обострены, и интенсивность адвекции больше, с большими колебаниями температуры воздуха. Менее вероятное преобразование 2→3 представляет собой усиление антициклогенеза в Тихоокеанском секторе с оформлением отдельного отрога в море Беллинсгаузена и дальнейшим его развитием на юг с появлением блокирующего эффекта. Благодаря такому преобразованию процессов в зимние месяцы происходят наиболее существенные похолодания. Как правило, процесс заканчивается под влиянием циклонов, перемещающихся с запада, и таким образом при переходе 3 → 1 преобразование заканчивается.

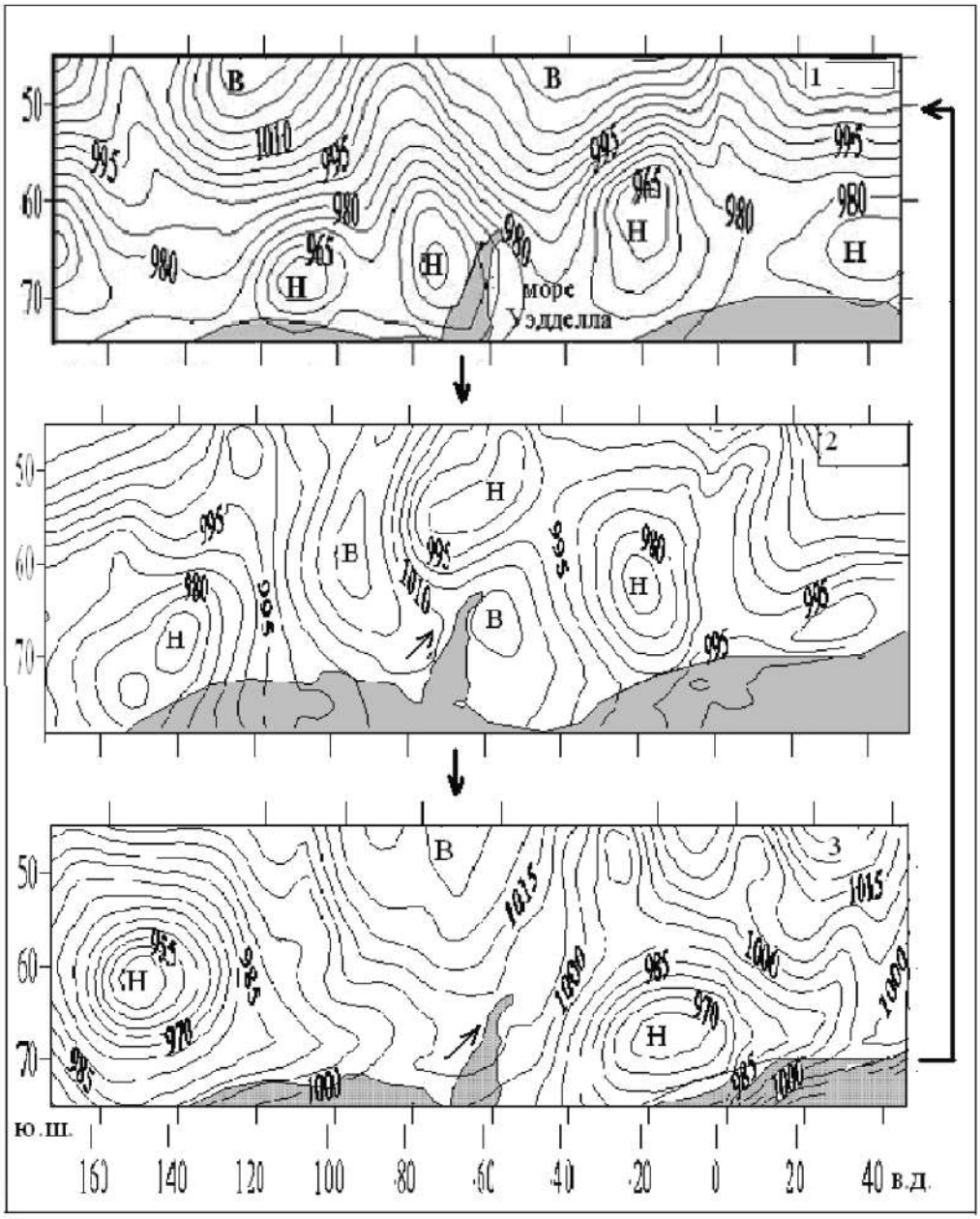


Рис. 3. Наиболее вероятное преобразование поля давления первого класса вероятности для июля 1991−2000 гг.

Следующим этапом было установление временной устойчивости полей каждого класса, участвующих в преобразовании, для того чтобы использовать при составлении прогнозов и уточнить временной промежуток самого преобразования. Устойчивость определялась по сохранению геометрического критерия подобия полей выше определенного порога. Фактически, эта задача сводится к анализу элементарного синоптического процесса (ЭСП) – понятия, широко использующегося в среднесрочных прогнозах, которое определяется как такое поле, в котором сохраняется основные траектории переноса, связанного с позициями центров барических

образований (Дыдина и др, 1976). Смена ЭСП определяется как появление центров барических образований другого знака в пределах исследуемой области, что ранее уточнялось на сборно-кинематических картах. На новом этапе исследований можно охарактеризовать такой процесс как смену знака аномалии давления (геопотенциала) на достаточно большой области, при котором, в частности, изменяется направление преобладающего переноса. Использовался геометрический критерий подобия полей, при ρ = 0.30 знак аномалии совпадает на 65% территории поля (или узлах сетки). Таким образом, сохранение знака в пределах данного порога свидетельствует о сохранении знака аномалии. На рис. 4 показан временной ход геометрического критерия подобия полей в июле 1998 г. по отношению к эталонному полю, для котрого ρ=1. Видно преобразование данного поля как минимум в течение трех периодов в течение месяца при ρ> 0.50. В дни с ρ менее 0.50 развивается другой синоптический процесс, однако он имеет тенденцию к возврату к исходному полю, подтверждая выводы, полученные выше. Можно определить устойчивость эталонного поля – от 10 дней в середине месяца до 5 дней в третьей декаде. С другой стороны, устойчивость эталонного поля другого класса также равна пяти дням в конце месяца. Отметим, что данный пример соответствует наиболее вероятному преобразованию, показанному выше на рис. 1−2.

Подобным образом была рассчитана устойчивость полей за исследуемый период. В итоге получено, что устойчивость элементарного синоптического процесса больше в зимний сезон, причем синоптические процессы первого класса более устойчивы, чем второго (табл. 1).

4. Обсуждение

Таким образом, процессы второго класса являются переходными, как, например, подвижный гребень повышенного давления, разделяющий циклонические области. Однако процессы третьего класса вероятности более устойчивы, чем второго, и представляют собой более редкие, но аномальные погодные условия – например, продолжительные похолодания. В особенности это проявляется зимой, когда максимальная продолжительность ЭСП третьего класса достигает 10 дней (июнь). Как правило, это квази-стационарный (блокирующий) процесс, при котором достигается значительное понижение температуры воздуха. Отметим, что по данным 2011−12 гг. выявлены новые данные о более длительных ЭСП в летние месяцы, свидетельствующие о продолжающемся изменении климата в регионе, данные представлены в разделе 6.

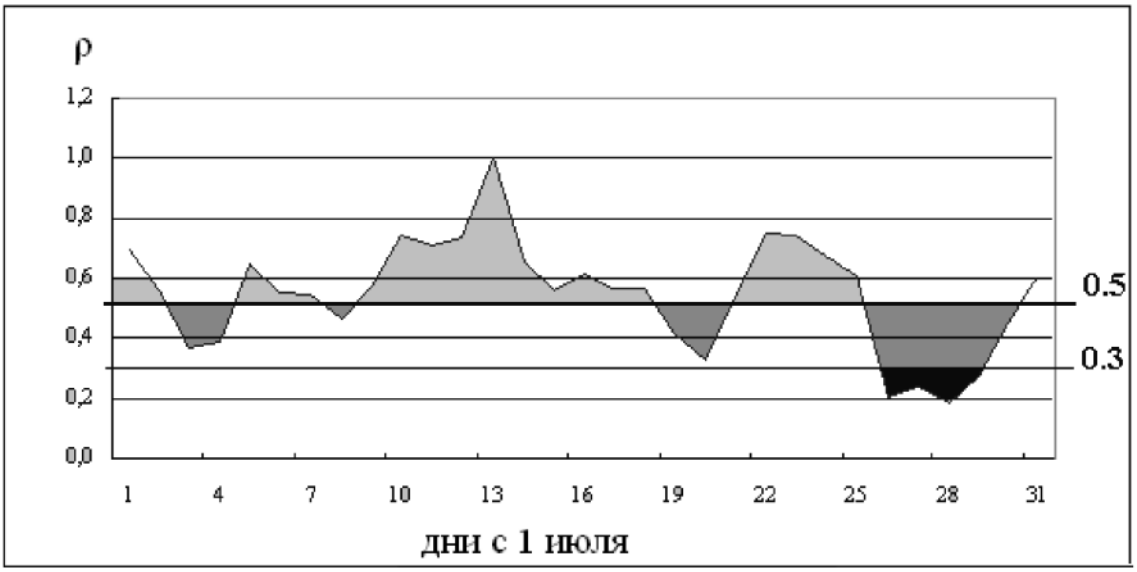


Рис. 4. Временной ход геометрического критерия подобия полей ρ, июль 1998 г., по отношению к полю наиболее вероятного класса (к оценке длительности (ЭСП).

Таблица 1.

Продолжительность элементарного синоптического процесса (дни), месяцы летнего и зимнего сезонов

Месяц, Лето	Класс вероятности поля давления	Дни (Среднее, максимум)	Месяц, Зима	Класс вероятности поля давления	Дни (Среднее, максимум)
Декабрь	Поле 1 класса Поле 2 класса Поле 3 класса	5.5 (6) 2.5 (4) 3.5 (7)	Июнь	Поле 1 класса Поле 2 класса Поле 3 класса	5.2 (6) 3.2 (5) 5.5 (10)
Январь	Поле 1 класса Поле 2 класса Поле 3 класса	5.8 (6) 2.6 (4) 3.7 (6)	Июль	Поле 1 класса Поле 2 класса Поле 3 класса	5.5 (6) 2.5 (4) 3.5 (6)
февраль	Поле 1 класса Поле 2 класса	5.5 (7) 1.5 (3)	август	Поле 1 класса Поле 2 класса Поле 3 класса	5.2 (6) 2.2 (4) 3.7 (7)

Примечание. Максимальная продолжительность ЭСП представлена в целых днях.

Необходимо отметить, что анализ ЭСП проводился в Южном полушарии, как только был налажено получение карт приземного анализа. Так, в исследовании Г. Б**.** Савицкого (Дыдина, 1976) основное внимание уделялось локализации крупных барических систем и сохранению господствующих воздушных переносов в тропосфере умеренных и высоких широт. Отмечено, что в 75.5% случаев продолжительность ЭСП составляет 3−4 дня, в 13.5% − 5−6 дней и в 11% случаев – 2 дня. На основании изучения ЭСП автором выделено 7 основных и 6 дополнительных типов синоптических процессов в Антарктике

На среднем уровне тропосферы наиболее часто крупномасштабный фон циркуляции формируется макропреобразованиями вида зональный поток (Z) → восточный тип (Мв) и западный меридиональный тип (Ма) → зональный Z, а наиболее редко – преобразованиями вида Ма → Мв и Мв→Ма (т.е. преобразования меридиональных типов между собой редки). Устойчивость каждой формы составляет 10−20 дней. Максимальной продолжительности достигает форма Ма – 8 ЭСП (т.е. около 24 дня−месяц). Эти выводы относятся к уровню АТ-500 гПа, характеризующемся, как видно, значительной устойчивостью в Южном полушарии.

По нашим данным, сравнимым результатом с выводами Г. Б**.** Савицкого является большая устойчивость зимних процессов. Кроме того, наш анализ относился к приземному уровню, и классификация процессов проведена в значительно более детальной форме для конкретного региона. Таким образом, крупномасштабные особенности циркуляции, на фоне которой развиваются отдельные типы синоптических процессов, обладают определенной стабильностью. На основании этой зависимости можно выделить относительно длительную направленность развития процессов и учитывать при построении схем краткосрочного и среднесрочного прогноза. Отметим, что первые гидродинамические схемы среднесрочного прогноза были внедрены на станции Молодежная в 1980-х гг. (Ефимов, 1982).

5. Выводы

Исследована временная устойчивость исходных полей давления при помощи Марковского процесса. Показано, что начальное состояние атмосферы с большой долей вероятности может быть представлено полем давления первого класса вероятности (наиболее вероятным).

Наиболее простое преобразование реализуется в месяцы летнего и зимнего сезонов с положительной аномалией температуры воздуха и состоит в прохождении серии циклонов, разделенных подвижным гребнем. Временная устойчивость элементарного синоптического процесса, связанного с эталонными полями, больше в зимний сезон, причем синоптические процессы первого класса более устойчивы, чем второго.

Определенная стабильность крупномасштабных объектов циркуляции позволяет выделить относительно длительную направленность развития процессов и учитывать ее при построении схемы прогноза на средние сроки (3−14 дней).

Литература

1. **Атлас** Антарктики. Т. 2. Л. : Гидрометеоиздат, 1969. – 600 с.
2. **Атлас** океанов. Антарктика. ГУНО МО РФ. – С.-Пб. – 2005. – 324 с.
3. **Багров Н. А.** Статистическая теория распознавания в метеорологии / Н. А. Багров // Тр. ГМЦ СССР. – 1983. – вып. 244. – с. 51–62.
4. **Воскресенский А. И.** Основные черты циркуляции атмосферы над Антарктидой / А. И. Воскресенский, К. И. Чуканин // Исследования климата Антарктиды. – Л. : Гидрометеоиздат. – 1980.– С. 170–176.
5. **Говоруха Л. С.** Антарктический ледниковый щит – уникальный физико–географический и гидрометеорологический феномен планеты и его роль в глобальном массоэнергообмене. / Л. С.Говоруха, Тимофеев В. Е. // Сб. трудов юбил. конференци. к 70–летию ОГМИ. – Одесса, 2003. Ч. 2. – С. 166–176.
6. **Грищенко В. Ф.** Реакции компонентов гляциосферы на изменения климата в районе Антарктического полуострова / В. Ф. Грищенко, Тимофеев В. Е. // Укр. антарк. журнал. – 2005. – № 3. – С. 99–107.
7. **Груза Г. В.** Климатическая изменчивость повторяемости и продолжительности основных форм циркуляции в умеренных широтах Северного полушария / Г. В. Груза, Э. Я. Ранькова // Метеорология и гидрология. – 1996. – № 1. – С. 12–22.
8. **Дзердзеевский Б. Л.** Циркуляционные механизмы в атмосфере северного полушария в XX столетии / Дзердзеевский Б. Л. // М. : Изд. Ин–та географии АН СССР, 1970. – 176 с.
9. **Дмитриев А. А.** Космос, планетарная климатическая изменчивость и атмосфера полярных регионов / А. А. Дмитриев, Белязо В. А.–С.-Пб. : Гидрометеоиздат, 2006.– 360 с.
10. **Дыдина Л. А.** Формы атмосферной циркуляции в южном полушарии. / Л. А.Дыдина, С. В.Рабцевич, Л. Ю.Рыжаков, Г. Б. Савицкий // Труды ААНИИ. – 1976. – 330. – С. 5–16.
11. **Ефимов В. А.** Математическая теория экспериментов по долгосрочному прогнозу динамики атмосферы южного полушария / В. А. Ефимов // Труды ААНИИ. – 1982. – Т. 365, – С. 12– 96.
12. **Зверев Н. И.** Применение статис тики в предсказании погоды / Н. И. Зверев – Л. : Гидрометеоиздат, 1970. – 196 с.
13. **Кононова Н. К.** Циркуляция атмосферы в Антарктике в конце XX – начале XXI веков / Н. К. Кононова, О. В. Луценко, М. Е. Макарова, И. А. Орлов // Материалы гляциологических исследований. – 2007. – вып.103. – С. 142–147.
14. **Мартазинова В. Ф.** Состояние циркуляции нижней тропосферы Южной полярной области в период современного потепления / В. Ф. Мартазинова, Е. К. Иванова, В. Е. Тимофеев. // Укр. ант. журнал. – № 6–7, 2007/2008. – С.175–183.
15. **Мартазинова В. Ф.** Атмосферная циркуляция Южной полярной области и климат Антарктического полуострова / В. Ф. Мартазинова, Тимофеев В. Е., Иванова Е. К. – К. – 2010. – 92 с.
16. **Рыжаков Л. Ю.** Многолетние тенденции повторяемости форм атмосферной циркуляции Южного полушария и их проявления в синоптических процессах Антарктики / Л. Ю. Рыжаков. - В. : Кварт. Бюлл. Состояние природной среды Антарктики. – 2002. - 4 (21) . – С. 50–57.
17. **Сидоренков Н.С.** Атмосферные процессы и вращение Земли / Н. С. Сидоренков– С.-Пб. : Гидрометеоиздат. – 2002. – 386 с
18. **Тимофеев В. Е.** Местные циркуляции в районе украинской антарктической станции / В. Е.Тимофеев, С. И. Гордиенко // Бюлл. УАЦ. – 1996. – № 1. – С. 66–67.
19. **Фролов И. Е.** Изменения климата Арктики и Антарктики–результат действия естественных причин / И. Е. Фролов, З. М. Гудкович, В. П. Карклин, В. М. Смоляницкий // Проблемы Арктики и Антарктики. 2007. – №2(85). – С. 52–61
20. **Connolley W. M.** Variability in annual mean circulation in Southern High latitudes / W. M. Connolley // Climate Dynamics, 1997, № 13. – P. 745–756.
21. **DeeaD. P.**The ERA–Interim reanalysis: configuration and performance ofthe data assimilation system / D. P. Deea, S. M. Uppalaa, A. J. Simmonsa, P. Berrisforda, P. Polia, S. Kobayashib, U. Andraec, M. A. Balmasedaa, G. Balsamoa, P. Bauera, P. Bechtolda, A. C. M. Beljaarsa, L. van de Bergd, J. Bidlota, N. Bormanna, C. Delsola, R. Dragania, M. Fuentesa, A. J. Geera, // Q. J. R. Meteorol. Soc. 2011. – 137. – P. 553–597
22. **Franzke C.** Significant reduction of cold temperature extremes at Faraday/Verndsky station in the Antarctic Peninsula / C. Franzke // Int. J. Climatol.: 2013. – 33. – P. 1070 – 1078
23. **Fyfe J. C.** Extratropical Southern Hemisphere Cyclones: Harbingers of Climate Change / J.C. Fyfe // J. of Climate. – 2003. – v. 16. – P. 2802 – 2805.
24. **Marshall G. J .** Analysis of a regional change in the sign of the SAM–temperature relationship in Antarctica / G.J Marshall, S.Battista, S.S. Naik, M.Thamban// Climate Dynamics. – 2011. – 36. – P. 277−287.
25. **Martazinova V. F.** The classification of synoptic Patterns by Method of Analogs / V. F. Martazinova // J. Environ. Sci. Eng. – 2005. – № 7. – P. 61–65.

26. **Martazinova V. F.** Present-day climate of EasternEurope as viewed against atmospheric circulation change / V. F. Martazinova, V. E. Tymofeyev, E. K. Ivanova, D. Yu. Chayka // Bulletin of Geography. – 2009, – № 1. – P.7–18.
27. **Sinclair M. R.** A climatology of anticyclones and blocking for the Southern Hemisphere / M. R.Sinclair Mon. Wea. Rew. – 1996. – vol. 124, № 2. – P. 245–263.
28. **Tibaldi K.** Northern and Southern Hemisphere Seasonal Variability of blocking Frequency and Predictability / K. Tibaldi, E. Tosi, A. Navarra, L. Pedulli. // Mon. Wea. Review, – 1994. – v. 122. – P. 1971−2003.
29. **Trenberth K. E.** Blocking in the Southern Hemisphere / K. E. Trenberth // Mon. Wea. Review. – 1985. – 113, № 1: 3–21.
30. **Turner J.** Antarctic Climate Changeandthe Environment / J. Turner, Bindschadler R., Convey P., di-Prisco G., Fahrbach E., Gutt J., Hodgson D., Mayewsky P., Summeerhayes C. – Cambridge, 2009. – 526 p.
31. **Vaughan D. G.** Recent atmospheric warming and retreat of ice shelves on the Antarctic Peninsula. 1996 / D. G.Vaughan, C. S. M. Doake // Nature 379. –1996. – P. 328–331.

УКРАЇНСЬКИЙ АНТАРКТИЧНИЙ ЖУРНАЛ
УАЖ, №15, 35—40 (2016)

УДК 551.577.5

АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ДАТ ФОРМИРОВАНИЯ И ОТДЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СНЕЖНОГО ПОКРОВА В РАЙОНЕ УКРАИНСКОЙ АНТАРКТИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ «АКАДЕМИК ВЕРНАДСКИЙ»

Клок С. В.

Украинский гидрометеорологический институт, пр. Науки, 37, г. Киев, 0368, sklok_8@ukr.net

Реферат. Свойства снега зависят от многих факторов − физических и географических особенностей окружающей среды, климатических характеристик территории, конкретной погоды в период его выпадения и т. д. Благодаря своим уникальным свойствам − альбедо и теплопроводности − снег активно участвует в радиационном балансе территорий. В Антарктиде в течение года выпадает значительное количество снежной массы, которая перераспределяется по ее территории, тем самым формируя водный баланс и другие важные составляющие регионального климата. В связи со сказанным актуальность и важность задачи изучения свойств снежного покрова является очевидной.

Аналіз основних дат формування та окремі характеристики снігового покриву в районі Української антарктичної станції «Академік Вернадський»
Клок С. В.

Реферат. Властивості снігу залежать від багатьох чинників − фізичних і географічних особливостей навколишнього середовища, кліматичних характеристиках території, конкретної погоди в період його випадіння тощо. Завдяки своїм унікальним властивостям − альбедо і теплопровідності − сніг бере активну участь у радіаційному балансі територій. В Антарктиді упродовж року випадає значна кількість сніжної маси, яка перерозподіляється по її території, тим самим формуючи водний баланс і інші важливі складові регіонального клімату. У зв'язку зі сказаним актуальність і важливість завдання вивчення властивостей снігового покриву є очевидною.

Analysis of the major Formation Dates and selected characteristics of the snow cover at the region of the Ukrainian Antarctic base Academic Vernadsky
Klok S.V.

Abstract. Properties of snow depends on many factors − physical and geographical features of the environment, climatic characteristics of the territory, specific weather during snowfall, etc. Due to its unique properties - albedo and thermal conductivity of snow is involved in the formation of the radiation balance of the territories. In Antarctica, during the year a significant amount of falling snow mass which is redistributed to its territory, thereby forming a water balance and other important components of the regional climate. In connection with the above, the relevance and importance of the task of studying the properties of the snow cover is evident.

Key words: snow, climate, snow depth, date, seasonal distribution.

Клок С. В.
АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ДАТ ФОРМИРОВАНИЯ И ОТДЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СНЕЖНОГО ПОКРОВА В РАЙОНЕ УКРАИНСКОЙ АНТАРКТИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ «АКАДЕМИК ВЕРНАДСКИЙ»

1. Введение

Снежный покров - один из основных объектов криосферы Земли и потому представляет большой интерес в научных исследованиях, хотя изучение его на сегодня остается крайне сложной задачей. Он оказывает существенное воздействие на формирование климата как в глобальном, так и в региональном масштабе, сам при этом являясь продуктом атмосферных процессов. Трудности изучения снежного покрова обусловлены прежде всего сложностью производства натурных измерений количества выпавшего снега, дискретностью самих наблюдений, а также необходимостью учета и проведения детального анализа его специфических характеристик [3−5, 8, 9−11, 14]. К таким характеристикам можно отнести, например, даты начала образования постоянного снежного покрова, схода снега, максимального снегонакопления и др. Именно поэтому интерес к изучению характеристик и свойств снежного покрова отдельных территорий на сегодня остается существенным. Особенно это касается районов (территорий) с суровыми погодными условиями, где снежный покров сохраняется постоянно или в течение большей части года − влияние снежного покрова на климатическую систему в таких случаях значительно больше. К таким территориям, наряду с другими, можно отнести Антарктиду – наиболее суровую область Земли, подавляющая часть поверхности ледникового покрова которой круглый год покрыта снежным покровом, формирующимся непрерывно [1, 2, 4, 5, 11, 14].

2. Материалы и методы исследования

В работе были использованы данные наблюдений за снежным покровом и другими составляющими погоды в районе антарктической станции «Фарадей-Академик Вернадский» за весь период работы станции, начиная с 1947 года [7, 8, 12].

В ходе выполнения работы использованы общеизвестные методы статистического анализа, которые реализованы через встроенные функции программного обеспечения Excel, Statistica, Surfer.

3. Результаты и обсуждения

Наблюдение за снежным покровом на Украинской антарктической станции (УАС) «Академик Вернадский» проводятся начиная с первой Украинской антарктической экспедиции (УАЭ) 1996−1997 гг. в следующих объемах [12]:

• ежедневные наблюдения − на метеорологической площадке определяется степень закрытости снежным покровом окрестностей станции и характер его залегания, а также по двум снегомерных рельсам измеряется высота снежного покрова (ВСП);

• снегосъемки на маршруте (куполе ледника о. Галиндез − снегомерном полигоне) − по набору стационарных реек, число которых составляет от 30 до 50 шт. Во время снегосьемок на маршруте определяется структура и характер, средняя высота снежного покрова, измеряется его плотность и водность, при возможности − метельный перенос, а также проводится стратификационный срез [13].

Средняя продолжительность периода снегозалегания в районе Украинской антарктической станции «Академик Вернадский» составляет 340 дней при среднем периоде снегонакопления 207 дней. По данным наблюдений на УАС период снегонакопления начинается в конце марта – начале апреля и заканчивается в ноябре месяце – рис.1. Взаимное расположение кривых на рис.1 свидетельствует о том, что максимум снега на станции наблюдается не часто – за счет отдельных снежных зим. Наибольшее расстояние между средней высотой снега и кривой максимальных значений наблюдаются с мая по июль – начальный период формирования снежного покрова.

С целью определения динамики высоты снежного покрова были построенные осредненные кривые распределения ВСП за периоды наблюдений 1997−2006 и 2006−2015 гг., которые изображены на рис. 2. Анализ расположения кривых на рис. 2 свидетельствует о наличии долгопериодических изменений в процессе формирования снежного слоя в исследуемом районе. Прежде всего, следует отметить, что в сторону более поздних дат сдвигается начало и конец периода снегонакопления (максимальной высоты снежного покрова). При этом, как будет показано далее, полное таяние снежного покрова наступает несколько раньше. Также анализ рис. 2 показывает, что в течение последнего периода высота снега стала меньше, что, однако, не может свидетельствовать об уменьшении количества выпадающего снега. Возможно, изменились сами условия погоды при его выпадении и формировании снежной толщи.

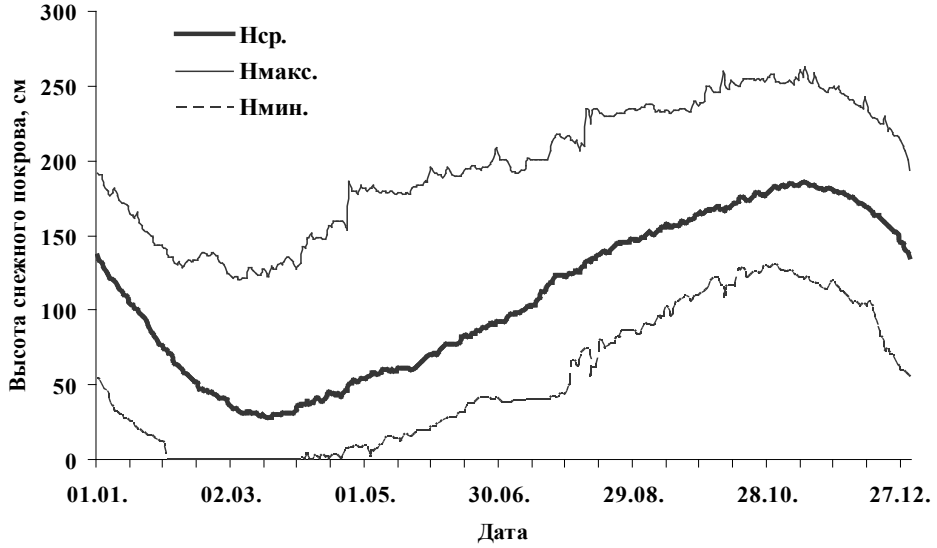


Рис. 1. Сезонное распределение средней, максимальной и минимальной ВСП по данным наблюдений на УАС «Академик Вернадский» за период 1997−2014 гг.

Кроме того, следует обратить внимание на то, что процесс таяния снега за последние годы менее деформировался по сравнению со снегонакоплением, о чем свидетельствует близость расположения обеих кривых на соответствующем участке рис. 2.

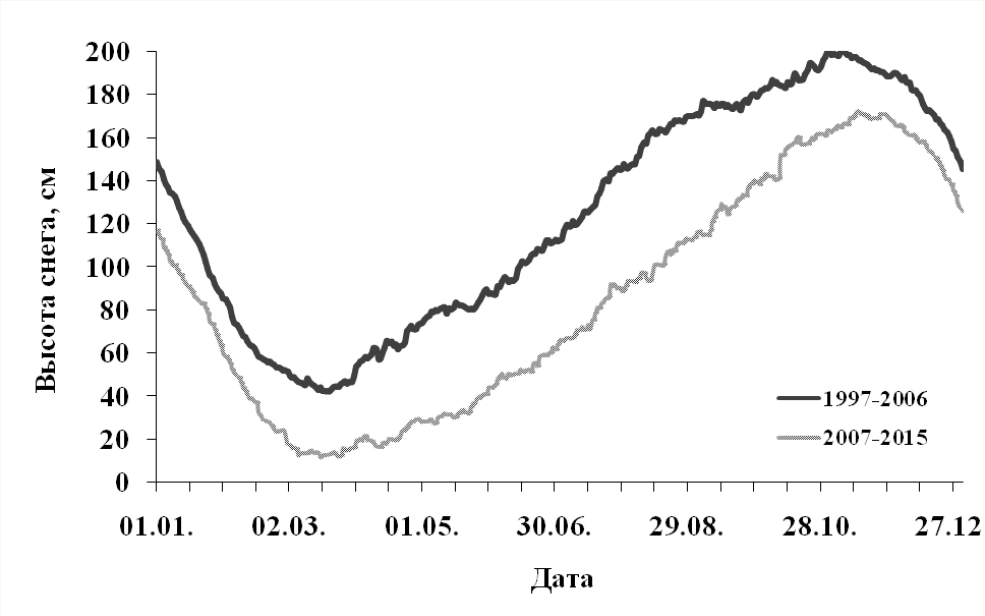


Рис. 2. Сезонный ход высоты снежного покрова по данным наблюдений на УАС «Академик Вернадский» за периоды 1997−2006 гг. и 2007−2015 гг.

О сдвиге основных дат процесса снегонакопления в исследуемом районе свидетельствует рис. 3, который демонстрирует распределение дат начала и конца процесса отложения снежного покрова в районе УАС «Академик Вернадский».

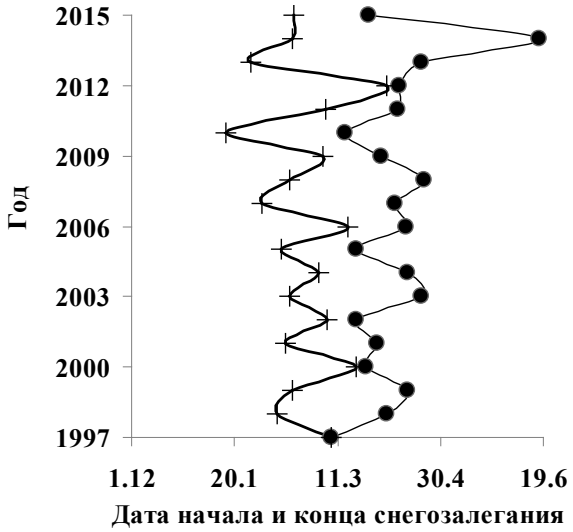


Рис. 4. Распределение даты начала (●) и конца (+) периода снегозалегания
в районе УАС «Академик Вернадский» по годам за период 1997-2014 гг.

Прослеживается тенденция к уменьшению периода залегания снега, хотя из графика видно, что в некоторые сезоны снежный покров в исследуемом районе не стаивал совсем (2002, 2005, 2012 гг.), формируя таким образом основу для следующего сезона. Из рисунка видно также, что амплитуда дат схода снежного покрова несколько больше амплитуды дат его образования.

Даты максимальной высоты снежного покрова в течение последних годов также сдвигаются на более поздний срок, как и начало снегонакопления, что хорошо демонстрирует рис. 5. В настоящее время максимум снега отмечается, как правило, в середине ноября, тогда как раньше фиксировался в конце октября – начале ноября месяца. Смещение произошло после 2005 г. параллельно с изменением самого процесса отложения снега, о чем речь пойдет дальше.

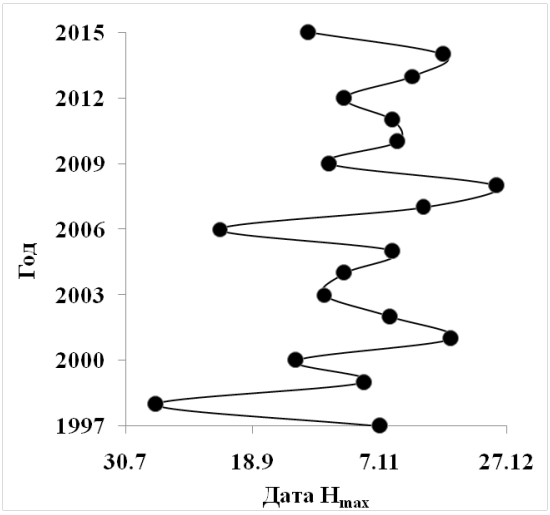


Рис. 5. Распределение даты максимальной высоты снегового покрова
в районе УАС «Академик Вернадский» по годам за период 1997−2014 гг.

На следующем рис. 6 хорошо виден тренд процесса, а также распределение значений максимумов высоты снега: наибольшие из них наблюдались в середине ноября. Кроме того, заметно, что максимумы высоты снега последних лет меньше максимумов первой части периода наблюдений, о чем упоминалось выше.

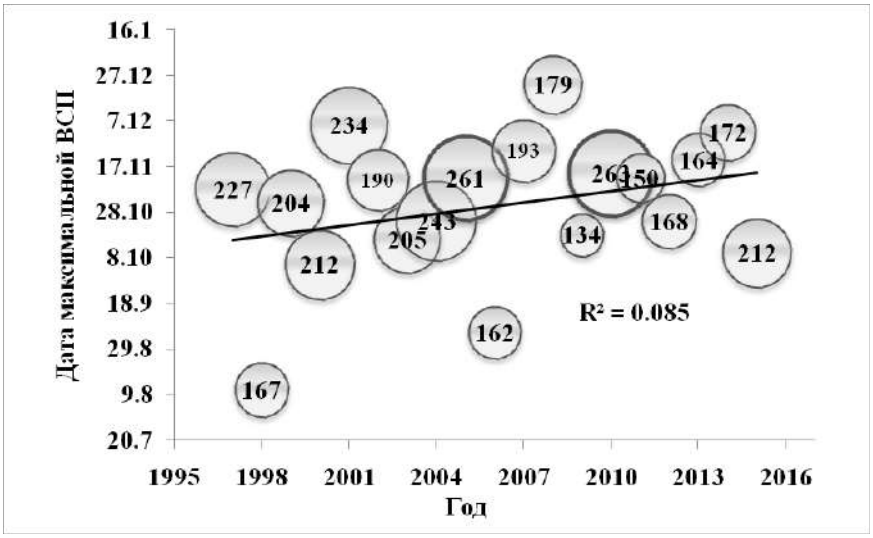


Рис. 6. Распределение даты максимальной высоты снегового покрова (с указанием значений – в кружках) в районе УАС «Академик Вернадский» по годам за период 1997–2014 гг.

Более детально процесс отложения снежного покрова за весь период наблюдений (1997–2015 гг.) в районе станции «Академик Вернадский» демонстрирует рис. 7.

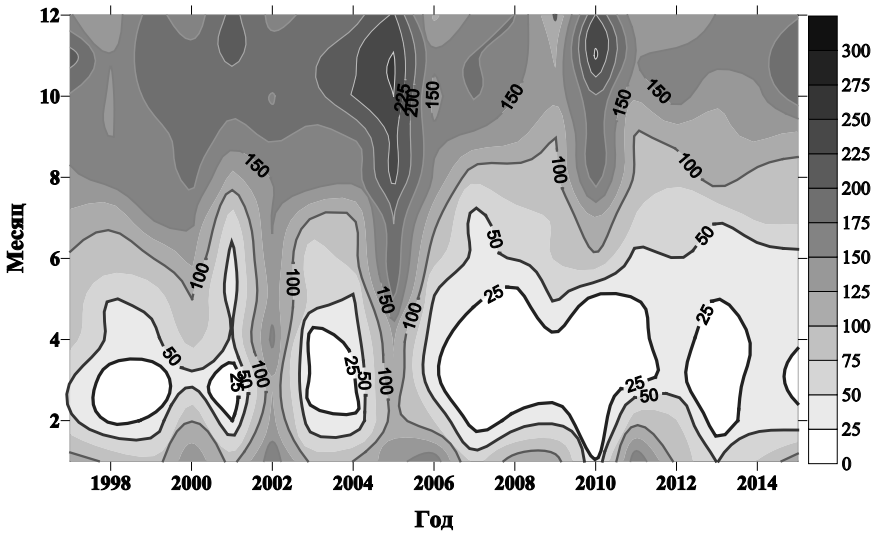


Рис. 7. Временная диаграмма распределения высоты снежного покрова по данным наблюдений на УАС «Академик Вернадский» за период наблюдений 1997–2015 гг.

Интересно отметить, что после 2005 года изменился сам характер отложения снежной массы в исследуемом районе. В последние годы процесс снегонакопления стал более медленным: в апреле выпадает сравнительно небольшое количество снега, которое сохраняется до июля и лишь потом выпадает основная его масса. В связи с этим период с минимальным залеганием снега суще-

ственно увеличился по сравнению с предыдущим 1997−2005 гг. Соответственно, это привело к деформации (уменьшению) периода с максимальной высотой снежного покрова, что наглядно демонстрирует рис.7.

4. Выводы

Таким образом, проведенный анализ показал наличие долгопериодических изменений в процессе накопления снежного покрова в районе УАС «Академик Вернадский» − одной из важных составляющих климатической системы.

Увеличение продолжительности периода с минимальной высотой снега должно приводить к уменьшению отражающей способности подстилающей поверхности в течение последнего 10-летнего периода наблюдений.

Кроме того, начиная с 2005 г. имеет место изменение характера процесса накопления снега: он стал более медленным, наблюдается смещение его во времени, а также уменьшение периода залегания максимального снежного покрова.

Указанные изменения могут быть связаны с такими факторами, как уменьшение скорости ветра в зимние месяцы, перераспределением количества случаев жидких осадков и осадков в твердой фазе, а также изменением других составляющих погодных условий.

Список литературы

1. **Аверьянов В. Г.** Гляцио-климатология Антарктиды / В. Г Аверьянов // Гидрометеоиздат. Л., 1990. − 198 с.
2. **Атмосфера.** Справочник. / Гидрометиздат. − Л., 1991, − 512 с.
3. **Белокриницкая Л. М.** Сезонная и долговременная изменчивость толщины снежного покрова на леднике Галиндез / Л. М Белокриницкая, В. Ф. Грищенко, В. Н. Ивченко, С. В Клок, Г. М. Крученицкий // Украинский антарктический журнал. – К., 2006. № 4 − 5. − С. 295 − 299.
4. **Богданова Э. Г.** Новая модель корректировки измеренных осадков и ее применение в полярных районах России / Э. Г. Богданова и др. // Метеорология и гидрология. − М., 2002. − № 10. − С. 68 − 94.
5. **Богданова Э. Г.** Современные методы корректировки измеренных осадков и результаты их применения в полярных регионах России и Северной Америки / Э. Г. Богданова и др. // Метеорология и гидрология. − М., 2007. № 4. − С. 21 − 44.
6. **Говоруха Л. С.** Краткая географическая и гляциологическая характеристика архипелага Аргентинские острова / Л. С. Говоруха // Бюллетень Украинского антарктического центра. – К., 1997. – Вып.1. – С. 17 − 19.
7. **Говоруха Л. С.** Гляциологические исследования на острове Галиндез / Л.С. Говоруха // Бюллетень Украинского антарктического центра. – К., 1997. – Вып.1. – С. 67 − 76.
8. **Грищенко В. Ф.** Особенности режима и характеристики снежного покрова острова Галиндез / В. Ф. Грищенко, С. В. Клок, В. Е. Тимофеев // Научные исследования в Антарктиде: III международная конференция, 29 мая – 2 июня 2006 г. – К., 2006. – С. 84 − 92.
9. **Клок С. В.** Особливості вимірювання атмосферних опадів на Українській антарктичній станції Академік Вернадський / С. В. Клок // УАЖ, К., № 9, 2010. – С. 222 − 230.
10. **Мартазинова В. Ф.** Атмосферная циркуляция южной полярной области и климат Антарктического полуострова / В. Ф. Мартазинова, В. Е.Тимофеев, Е. К. Иванова // – К. : Аверс, 2010. – 92 с.
11. **Материалы** гляциологических исследований Международная классификация для сезонно-выпадающего снега (руководство к описанию снежной толщи и снежного покрова). – Институт географии Российской академии наук. Гляциологическая ассоциация. – М., 2012. − Вып. 2012 – 2. – 82 с.
12. **Метеорологический** отчет 1−17 УАС. Национальный антарктический научный центр. − К., 1997 − 2013.
13. **Настанова** гідрометеорологічним станціям і постам. Керівний документ. Вип.3, ч.1. − Метеорологічні спостереження на станціях. ДГС, К. − 2011. 280 с.
14. **Хромов С. П., Петросянц М. А.** Метеорология и климатология / С.П. Хромов // Издательство МГУ, −2001. − С. 325 − 332.

УКРАЇНСЬКИЙ АНТАРКТИЧНИЙ ЖУРНАЛ
УАЖ, №15, 50—59 (2016)

UDC 551.510.535 + 550.388

ИОНОСФЕРНЫЙ ОТКЛИК НА РАСПРОСТРАНЕНИЕ АГВ ПО ДАННЫМ ГНСС ИЗМЕРЕНИЙ И КОГЕРЕНТНОГО ВЧ ЗОНДИРОВАНИЯ НАД АНТАРКТИЧЕСКИМИ СТАНЦИЯМИ «ВЕРНАДСКИЙ» И «ПАЛМЕР»

А. А. Сопин[1], Ю. М. Ямпольский[1], В. В. Пазнухов[2], С. Б. Кащеев[1], А. В. Колосков[1], И. И. Пикулик[1], А. В. Зализовский[1], А. С. Кащеев[1,3].

[1] Радиоастрономический институт Национальной академии наук Украины, ул. Искусств, 4, г. Харьков, 61002, Украина.
[2] Институт Научных Исследований, Бостон Колледж, Коммонвелс авеню 140, Честнат Хилл, Массачусетс, 02467, США.
[3] Международный центр теоретической физики имени Абдуса Салама, Лаборатория телекоммуникаций и информационных технологий для развития (T/ICTD4D), Триест, Италия.

Реферат. Представлены результаты диагностики перемещающихся ионосферных возмущений (ПИВ) над Антарктическим полуостровом, которые были получены двумя разными методами. Первый метод основан на наземных многопозиционных измерениях полного электронного содержания (ПЭС), а второй – это двухпозиционное когерентное ВЧ радиозондирование ионосферы между антарктическими станциями «Академик Вернадский» и «Палмер». Проведено сравнение вариаций доплеровского сдвига частоты пробного ВЧ сигнала, принятого на станции «Палмер», с динамикой вариаций ПЭС. Квазипериодические вариации, ассоциируемые с распространением ПИВ, были зарегистрированы одновременно в обоих типах данных. Рассмотренный в работе случай показал, что параметры ионосферного возмущения, полученные двумя методами, хорошо согласуются, учитывая специальный выбор траекторий подионосферных точек ГНСС спутников вблизи точки отражения пробного ВЧ сигнала и распространении ПИВ в направлении, коллинеарном радиотрассе и перпендикулярном траектории движения подионосферной точки.

Ionospheric response to AGW propagation detected using GNSS measurements and coherent HF sounding over “Vernadsky” and “Palmer” Antarctic stations

A. A. Sopin, Yu. M. Yampolski, V. V. Paznukhov, S. B. Kascheev, A. V. Koloskov, I. I. Pikulik, A. V. Zalizovski and A. S. Kashcheyev

Abstract. The work presents results of the diagnostics of travelling ionospheric disturbances (TIDs) over the Antarctic Peninsula obtained by using two different techniques. The first method is based on ground-based multi-positional GNSS TEC measurements, and the second one is bistatic coherent ionospheric HF radio sounding between “Akademik Vernadsky” and “Palmer” Antarctic stations. A comparison of Doppler frequency shifts of the probe HF signal received at “Palmer” station with the dynamics of TEC variations has been made. Quasi-periodic variations associated with the propagation of TIDs were registered simultaneously in both types of the data. A case study performed in this

paper has shown that the parameters of the ionospheric disturbance estimated by two methods are in a good agreement, given a specific choice of ionospheric pierce point (IPP) trajectories of GNSS links near the reflection point of the HF probing signal and TID motion direction collinear to the radiopath and perpendicular to IPP trajectories.

Key words: GNSS diagnostics, HF radio sounding, TID, TEC, ionospheric irregularities.

Іоносферний відгук на поширення АГХ за даними ГНСС вимірювань і когерентного ВЧ зондування над антарктичними станціями «Вернадський» і «Палмер»

А. О. Сопін, Ю. М. Ямпольський, В. В. Пазнухов, С. Б. Кащеєв, О. В. Колосков, І. І. Пікулік, А. В. Залізовський, А. С. Кащеєв.

Реферат. Представлено результати діагностики рухомих іоносферних збурень (РІЗ) над Антарктичним півостровом, які було отримано двома різними методами. Перший метод базується на наземних багатопозиційних ГНСС вимірюваннях повного електронного вмісту (ПЕВ), а другий — це двопозиційне когерентне ВЧ радіозондування іоносфери між антарктичними станціями «Академік Вернадський» і «Палмер». Проведено порівняння варіацій доплерівського зсуву частоти пробного ВЧ сигналу, прийнятого на станції «Палмер», з динамікою варіацій ПЕВ. Квазіперіодичні варіації, асоційовані з поширенням РІЗ, було зареєстровано одночасно в обох типах даних. Розглянутий у роботі випадок показав, що параметри іоносферного збурення, отримані двома методами, добре узгоджуються враховуючи на спеціальний вибір траєкторій підіоносферних точок ГНСС супутників поблизу точки відбиття пробного ВЧ сигналу, і поширення РІЗ в напрямку колінеарному радіотрасі та перпендикулярному траєкторії руху підіоносферної точки.

1. Введение

Квазипериодические флуктуации электронной концентрации в ионосфере, вызванные распространением атмосферных гравитационных волн (АГВ), представляют особый интерес для исследования динамических процессов в ионосфере (Hocke, 1996). ПИВ играют существенную роль в динамике ионосферы и Антарктический полуостров является одним из наиболее интересных мест для их изучения, поскольку характеризуется высокой интенсивностью АГВ (Grocott et al., 2013). Антарктический полуостров является одним из наиболее метеорологически активных регионов Земли, что делает его перспективным для экспериментальных исследований процессов тропосферно-ионосферного взаимодействия и распространения погодных возмущений от поверхности на ионосферные высоты (Ямпольский и др., 2004; Зализовский и др., 2007). Кроме этого, данный регион расположен в средних геомагнитных широтах и умеренный уровень фоновых вариаций в ионосфере облегчает обнаружение ионосферного отклика на распространяющиеся АГВ.

На Украинской антарктической станции «Академик Вернадский» (УАС) вертикальное зондирование ионосферы проводится более полувека. Регулярные измерения полного электронного содержания (ПЭС) ионосферы с использованием сигналов глобальной навигационной спутниковой системы (ГНСС) начались в 2009 году, когда на УАС была установлена перманентная GPS станция VNAD. Совместно с наблюдениями ГНСС станций PALM и DUPT (рис. 1) эти данные позволяют обнаруживать и восстанавливать характеристики волнообразных ионосферных неоднородностей. Ранее соавторами был выполнен статистический анализ многолетних многопозиционных данных вариаций ПЭС, который позволил восстановить суточно-сезонные закономерности поведения АГВ/ПИВ над Антарктическим полуостровом (Сопин и др., 2012; Galushko et al., 2016).

В январе−марте 2004 г. были проведены тестовые измерения параметров ПИВ на ВЧ радиотрассе между антарктическими станциями УАС и «Генрик Арцтовский» (Польша) (Галушко и др., 2007). Было показано, что характеристики ПИВ − такие как период, направление распространения и скорость − могут быть получены с помощью метода частотно-углового зондирования ионосферы (ЧУЗИ) (Beley et al., 1995; Paznukhov et al., 2012). Для дальнейшего продолжения исследований ПИВ в 2015 г. была спроектирована и установлена в Антарктиде новая система двухпозиционного когерентного ВЧ зондирования ионосферы. ВЧ передатчик, работающий в частотном диапазоне (f_w) от 2 до 10 МГц, размещен на УАС, а приемная антенная система развернута на американской антарктической станции «Палмер». Протяженность радиотрассы между ними составила примерно 53 км. В настоящей работе вариации параметров пробного ВЧ сигнала, отраженного от ионосферы на такой квазивертикальной радиолинии, были использованы для оценки характеристик ПИВ, которые в дальнейшем сопоставлялись с результатами диагностики этих же процессов, полученными по данным многопозиционных синхронных измерений вариаций ПЭС.

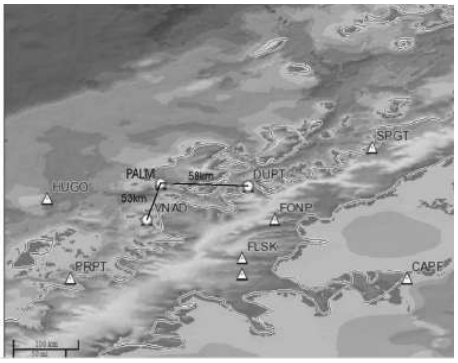


Рис. 1. Расположение станций ГНСС в регионе Антарктического полуострова (http://sopac.ucsd.edu/map.shtm).

2. Методы и инструменты исследований

GPS измерения ПЭС

В настоящей работе использовались данные четырех перманентных GPS станций: «Palmer» (PALM, 64.78°S, 64.05°W), «Vernadsky» (VNAD, 65.25°S, 64.25°W), «Duthiers Point» (DUPT 64.81°S, 62.82°W) и «Prospect Point» (PRPT 66.01°S, 65.34°W). Параметры перемещающихся ионосферных возмущений, а именно скорость и направление движения, оценивались с помощью «динамического подхода» к решению задачи ГНСС диагностики ПИВ, предложенного в работе Galushko et al. (2016). Методика определения характеристик возмущений основана на использовании пространственных и временных производных вариаций ПЭС *I(x,y,t)*, рассчитанных в подионосферной точке с изменяющимися во времени горизонтальными координатами $x_p(t)$, $y_p(t)$. Для модельного представления возмущения ПЭС, которое движется «замороженным» образом и имеет плоский амплитудный фронт, уравнение для *I(x,y,t)* может быть представлено в следующем виде:

$$I(x, y, t) = \mathrm{I}(x \sin\alpha + y \cos\alpha - V).$$

Направление распространения возмущения α (азимут) и его скорость *V* могут быть найдены по формулам:

$$\sin\alpha\,(t) = \gamma_x(t) / \gamma(t) \text{ and } \cos\alpha\,(t) = \gamma_y(t) / \gamma(t),$$

$$V(t) = \frac{1}{\gamma(t)}\left[\gamma_x(t)\frac{dx_p(t)}{dt} + \gamma_y(t)\frac{dy_p(t)}{dt} - I'(t)\right], \quad (1)$$

$$\gamma(t) = \pm\sqrt{\gamma_x^2(t) + \gamma_y^2(t)},$$

где пространственные γ_x, γ_y и временные I' градиенты могут быть численно оценены с помощью следующих соотношений:

$$I_1'(t_n) \approx \frac{I_1(t_n) - I_1(t_{n-1})}{\Delta t},$$

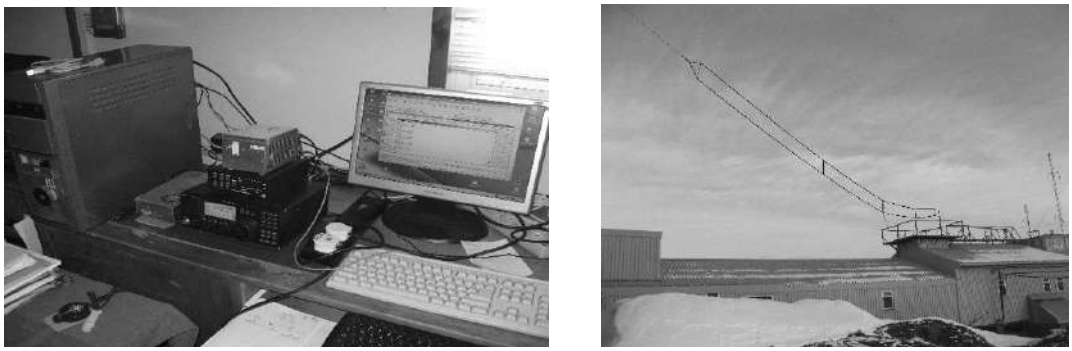
$$\gamma_x(t_n) \approx \frac{y_3 \cdot (I_2(t_n) - I_1(t_n)) - y_2 \cdot (I_3(t_n) - I_1(t_n))}{x_2 y_3 - x_3 y_2},$$

$$\gamma_y(t_n) \approx \frac{x_2 \cdot (I_3(t_n) - I_1(t_n)) - x_3 \cdot (I_2(t_n) - I_1(t_n))}{x_2 y_3 - x_3 y_2}.$$

Здесь индексы 1, 2, 3 соответствуют трем разнесенным пунктам приема сигналов ГНСС.

Допплеровские ВЧ измерения

Система, используемая для двухпозиционного когерентного ВЧ зондирования ионосферы, была установлена в мае 2015 г. и включает в себя зондирующий ВЧ передатчик, размещенный на УАС, и два когерентных приемника, расположенных на станциях «Академик Вернадский» и «Палмер». Контрольная квазивертикальная радиолиния имеет почти меридиональную ориентацию (азимут ~10°). Передатчик разработан на базе коммерческого трансивера «ICOM-718». На рис. 2а показана передающая система с антенным согласующим устройством, блоком питания и модулятором. Установка имеет компьютерное управление, позволяющее оперативно задавать частоту и длительность излучения. Передающая полуволновая дипольная антенна смонтирована на вершине основного корпуса станции (рис. 2б).



а) б)

Рис. 2. Передающая система (а) и полуволновая дипольная антенна на станции «Академик Вернадский» (б).

Приемная рамочная антенна на УАС установлена на крыше «ОНЧ домика» в 400 метрах от передатчика (рис. 3). Подобные активные рамочные антенны развернуты и на станции «Палмер».

Рис. 3. Приемная рамочная антенна на «ОНЧ домике» УАС.

Приемная система на станции «Палмер» представляет собой сеть из трех когерентных приемников (рис. 4). Применение метода разностно-фазовой пеленгации с доплеровской фильтрацией позволяет одновременно оценивать вариации углов прихода и доплеровский сдвиг частоты (ДСЧ) пробного сигнала.

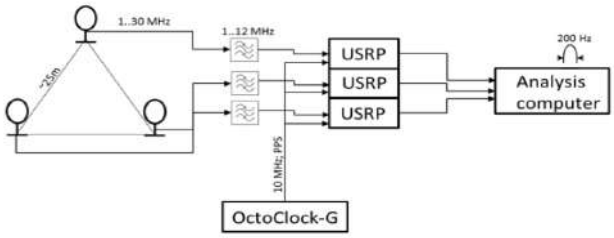


Рис. 4. Блок схема приемной системы, установленной на станции «Палмер»

Программно-управляемые радиоприемники (USRP-210) синхронизируются от внешнего опорного генератора 10 МГц «OctoClock-G». Аналоговый сигнал с антенно-фидерной системы через фильтр низких частот поступает на вход приемника, оцифровывается с частотой 100 МГц и передается на анализирующий компьютер, где проходит через полосовой фильтр и после децимации сохраняется на файловой системе с частотой оцифровки 200 Гц. В текущей конфигурации программное обеспечение позволяет сохранять данные с трех каналов, на каждом из которых регистрация производится на трех частотах одновременно. Полосовые фильтры (1-12 МГц) установлены на входе приемников для уменьшения влияния шума вне полосы приема и подавления внешних помех.

Программное обеспечение, используемое для обработки данных на обоих приемных пунктах, позволяет вычислять динамический спектр пробного сигнала практически в реальном времени. Одновременные наблюдения квазипериодических вариаций доплеровского сдвига частоты в двух пунктах в свою очередь дают возможность оценить временной период и кажущуюся скорость ПИВ вдоль радиолинии «УАС-Палмер».

3. Результаты наблюдений ПИВ

Анализ ВЧ данных, зарегистрированных на радиотрассе «УАС-Палмер» показал, что квазипериодические вариации ДСЧ присутствуют в течение большей части времени наблюдений. На рис. 5 показан типичный пример трехчасовой последовательности синхронных динамических спектров пробного сигнала для магнитно-спокойного периода времени 13-го ноября 2015 года, а) станция «Палмер», б) УАС.

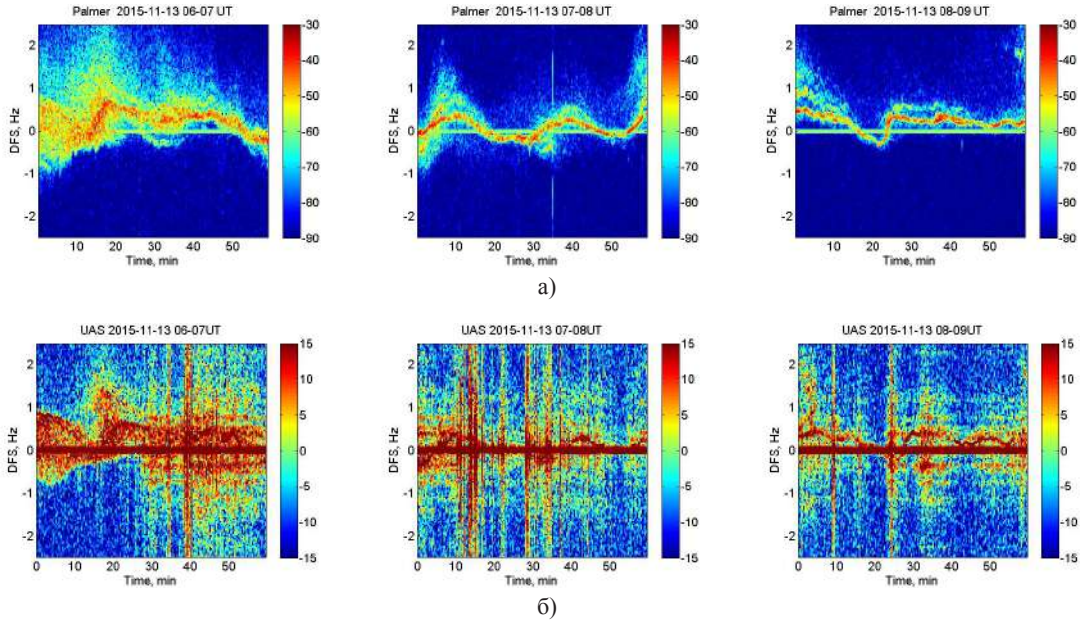
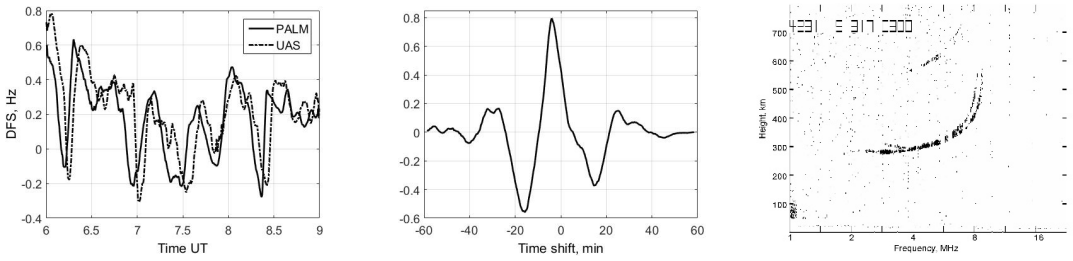


Рис. 5. Спектрограммы ВЧ сигнала (f_w=5,555 МГц), принятого на станциях «Палмер» (а) и УАС (б) 2015.11.13, 6-9 UT.

На обеих панелях (рис. 5а и 5б) отчетливо видны квазипериодические вариации частоты сигнала, отраженного от ионосферы. Стабильный спектральный максимум на нулевой частоте соответствует земной волне, уровень которой на УАС естественно выше, чем на станции «Палмер». Как видно из рисунков, в течение интервала времени 7-8 UT в обоих пунктах наблюдается узкий спектральный максимум, который квазипериодически смещается с периодом приблизительно 30 мин и амплитудой порядка 0,3 Гц. Вариации ДСЧ сигнала, зарегистрированного на станциях «Палмер» и «Академик Вернадский» 2015.11.13 в 6-9 UT (рис. 6а), демонстрируют очень похожее поведение. Их взаимный корреляционный анализ позволяет оценить временную задержку вариаций ДСЧ между пунктами, которая, в свою очередь, позволяет вычислить кажущуюся скорость и пространственный масштаб АГВ/ПИВ в меридиональном направлении.



а) б) в)

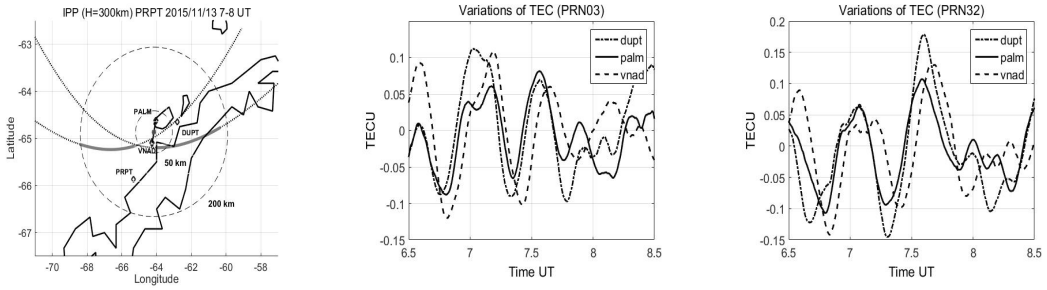
Рис. 6. (а) Временные вариации ДСЧ сигнала (f_w=5.555 МГц), принятого на станциях «Палмер» и «Академик Вернадский» 2015.11.13 в 6-9 UT. (б) Взаимная корреляционная функция вариаций ДСЧ на УАС и «Палмер» в 8-9 UT. (в) Ионограмма, полученная на УАС 13.11.2015 в 7 UT (03 LT).

В данном примере временная задержка составила примерно 4 минуты. Полагая, что пробный сигнал, принятый на станции «Палмер», отразился вблизи средней точки радиотрассы, соответствующая кажущаяся скорость ПИВ вдоль направления «УАС-Палмер» составила ~112 м/с. Данные вертикального зондирования ионосферы, проводимого в то же самое время (рис. 6в), свидетельствуют о том, что отражение пробного сигнала произошло на высотах F2-области ионосферы. Таким образом, полученные характеристики позволяют предположить, что наблюдаемые вариации ДСЧ скорее всего были вызваны распространением среднемасштабного АГВ/ПИВ (горизонтальный размер волнового процесса в меридиональном направлении составил примерно 200 км).

В настоящей работе также были проанализированы вариации ПЭС, измеренные в пунктах, для которых траектории подионосферных точек располагались в непосредственной близости к средней точке ВЧ радиолинии. В течение рассматриваемого интервала времени 7-8 UT ближе всего к области ВЧ зондирования находились траектории подионосферных точек GPS спутников PRN03 и PRN32, которые были выбраны для дальнейшего анализа. Траектории подионосферных точек пролетов соответствующих спутников для ГНСС станции PRPT показаны на рис. 7а пунктирными линиями. Для интервала времени 7-8 UT траектории выделены жирными серыми линиями. Штриховыми линиями показаны границы областей радиусом 200 и 50 км с центром, расположенным в средней точке ВЧ радиолинии. Сглаженные детрендированные вариации ПЭС, полученные для спутников PRN03 и PRN32 на станциях PALM, DUPT и VNAD 2015.11.13 для интервала времени 6:30-8:30 UT показаны на рис. 7б и рис. 7в, соответственно.

Подобные квазипериодические вариации ПЭС с амплитудой ~0,1 TECU наблюдаются во всех трех пространственно-разнесенных пунктах для каждого спутника. Подобие и квазипериодический характер вариаций ПЭС, а также временной сдвиг между ними подтверждают наличие волнообразных возмущений. Принимая во внимание высокую корреляцию данных с разных станций, было сделано предположение о «замороженном» переносе возмущения. Детрендированные вариации ПЭС, полученные для этих трех станций, а именно DUPT, PALM и VNAD, были использованы для определения параметров движения ионосферных возмущений с помощью ранее приведенных выражений (1). Угловые гистограммы направлений распространения возмущения (азимутов), восстановленных по данным GPS спутников PRN03 и PRN32 13.11.2015 с 7 до 8 UT, показаны на рис. 8. Гистограммы совмещены с подионосферной точкой GPS спутника, наблюдавшегося на ГНСС станции VNAD в 7:30 UT. Следует отметить, что значения азимутов были рассчитаны с использованием только тех измерений ПЭС, которые удовлетворяют критерию $|\gamma| \approx |\gamma_0| \geq 15 \cdot 10^{-4}$ TECU/км, являю-

щимся необходимым условием для ограничения погрешности определения азимута ($\sigma_\alpha \leq 10°$) (Galushko et al., 2016).



а) б) в)

Рис. 7. а) Траектории движения подионосферных точек GPS спутников PRN03 и PRN32, наблюдаемых на станции PRPT 13.11.2015 в 7-8 UT. Координаты подионосферных точек посчитаны для модели тонкого ионосферного слоя, расположенного на высоте H=300 км. б, в) Вариации ПЭС, полученные для спутников PRN03 (б) и PRN32 (в) на станциях PALM, DUPT и VNAD 2015.11.13 в 6:30-8:30 UT.

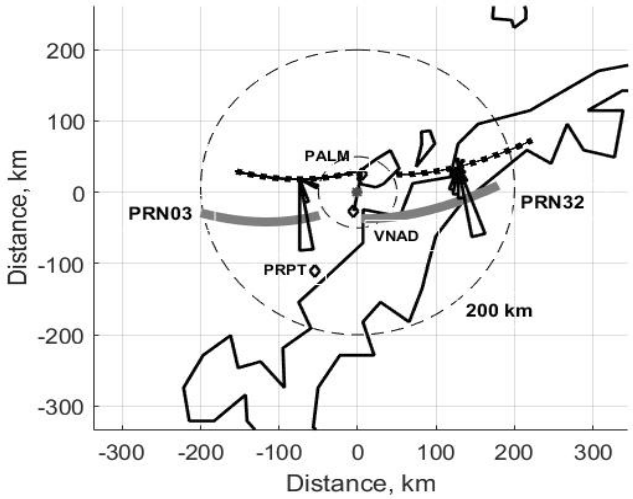


Рис. 8. Траектории движения подионосферных точек GPS спутников PRN03 и PRN32 для станций VNAD (линия с точками) и PRPT (жирная серая линия) 13.11.2015 с 7 до 8 UT и гистограммы восстановленных направлений распространения возмущения (азимутов).

Видно, что ионосферные неоднородности распространялись преимущественно в южном направлении. Наиболее вероятное направление движения возмущения имеет средний азимут около 175 и 165 градусов, а средние скорости равны примерно 98 и 100 м/с для спутников PRN03 и PRN32, соответственно (см. табл. 1). Пространственный масштаб Λ возмущения, рассчитанный с учетом полученных оценок скорости и азимута, а также положения в пространстве амплитудного фронта в течение рассматриваемого интервала времени, находится в диапазоне 180−260 км. Все оценки параметров ионосферного возмущения, полученные для обоих спутников, близки по значению и согласуются с временным периодом ($T=\Lambda/V$) и кажущейся скоростью вдоль направления «УАС-Палмер», вычисленными с помощью вариаций ДСЧ (см. табл. 1). Полученные значения характеристик соответствуют среднемасштабным АГВ/ПИВ (Hocke, 1996). Следует также отметить, что расстояние между подионосферными точками спутников PRN03 и PRN32, соответствующих одному и тому же моменту времени, составляет около 200 км (рис. 8). Учитывая сходство параметров возмущений,

определенных для обоих спутников, можно предположить, что ширина амплитудного фронта возмущения примерно того же или большего размера.

Таблица 1.

Параметры ПИВ, полученные с использованием ГНСС (ПЭС) и ВЧ (ДСЧ) наблюдений 2015.11.13 7-8 UT. В последнем столбце приведены значения проекций длины волны и кажущейся скорости вдоль радиолинии «УАС-Палмер».

	ГНСС		**ВЧ**
	PRN03	PRN32	DFS
T, [мин]	27-35	32-34	~30
α	175°	165°	–
Vm, [м/с]	98	100	112
Λ, [км]	175-235	220-260	201

В рассмотренном случае движение подионосферных точек ГНСС спутников происходило практически перпендикулярно направлению распространения возмущения (рис. 8). При такой геометрии искажение вариаций ПЭС, обусловленное движением подионосферных точек (подобие доплеровского эффекта), должно быть минимальным и наблюдаемые временные флуктуации ПЭС вызваны в основном распространением ПИВ. Для дальнейшего сравнительного анализа были сопоставлены вариации ДСЧ и временной производной детрендированных вариаций ПЭС (рис. 9).

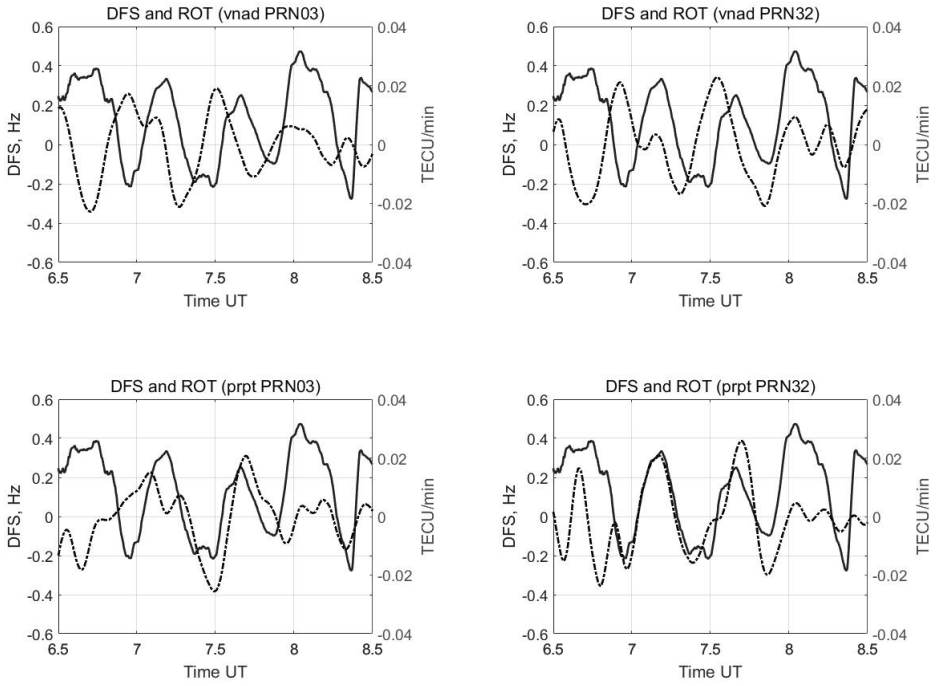


Рис. 9. Вариации ДСЧ (сплошная линия) ВЧ сигнала, пронятого на станции «Палмер» 2015.11.13 в 6:30-8:30 UT и временная производная вариаций ПЭС (штрихпунктирная линия) для GPS спутников PRN03 (слева) и PRN32 (справа), полученные по данным станций VNAD (верхняя панель) и PRPT (нижняя панель).

Отметим, что периоды вариаций, зарегистрированные двумя методами в интервале с 7 до 8 UT, практически идентичны. Наблюдаемые временные сдвиги между ДСЧ и производной флуктуаций ПЭС в пространственно-разнесенных точках свидетельствуют о движении ионосферных во-

змущений с севера на юг. Временные сдвиги и соответствующие им позиции подионосферных точек были использованы для оценки параметров движения возмущения. Для расчета скорости и азимута ПИВ использовался алгоритм аналогичный методу разнесенного приема D1-GPS (метод подобных замираний), описанному в работе (Афраймович, 2006). Оценка параметров производится по временным сдвигам между подобными экстремумами вариаций в трех пунктах регистрации с учетом геометрии их расположения. В настоящей работе в качестве 2-х пунктов использовались координаты подионосферных точек спутника PRN03 (PRN32), посчитанные для станций VNAD и PRPT для времени наблюдения минимума (максимума) производной вариаций ПЭС. Третий пункт регистрации располагался в средней точке ВЧ радиотрассы. Вычисленные направления распространения (азимут) составляют примерно α=165-195°, а скорость находится в диапазоне V=80-145 м/с. Приведенные значения характеристик возмущения находятся в хорошем соответствии с оценками, полученными с использованием данных ГНСС измерений ПЭС и вариаций ДСЧ (табл. 1).

4. Заключение

В мае 2015 года в регионе Антарктического полуострова была установлена двухпозиционная когерентная система ВЧ зондирования ионосферы, состоящая из передатчика, расположенного на станции «Академик Вернадский», и приёмника на станции «Палмер». Система была использована для обнаружения волнообразных ионосферных возмущений, оценки их периодов и меридиональной проекции волнового вектора. Синхронно с ВЧ диагностикой проведены наблюдения ионосферных возмущений с использованием многопозиционных ГНСС измерений ПЭС. Рассмотренный в работе пример продемонстрировал, что оценки пространственных и временных параметров ионосферного возмущения, полученные двумя методами, хорошо согласуются. Проанализированное волнообразное возмущение распространялось практически в меридиональном направлении с севера на юг с азимутальным углом около 170 градусов. Временной период составлял ~30 мин, скорость и пространственный масштаб были оценены равными примерно 100 м/с и 230 км, соответственно.

Результаты данного исследования носят предварительный характер и показывают, что эффективность и точность диагностики ПИВ может быть значительно улучшена при одновременном использовании двух методов – доплеровской диагностики и радиопросвечивания региона ВЧ зондирования сигналами ГНСС. Предложенная методика в дальнейшем будет применена для систематического анализа рутинных данных мониторинга эффектов ПИВ, который непрерывно ведется в регионе Антарктического полуострова с мая 2015 года. Конечной целью таких исследований является идентификация источников возбуждения АГВ/ПИВ – тропосферной или геомагнитной природы.

Благодарности. *Данная работа выполнена в рамках ведомственных НИР РИ НАНУ «Ятаган-3» (0116U000035), «Гелиомакс-2016» (0116U005694c) и «Шпицберген-16» (0116U002874), а также при частичной финансовой поддержке НТЦУ проекта P667, и NSF проекта #1341557.*

Материалы исследования были получены из сервисов баз данных, предоставляемых UNAVCO при поддержке Национального Научного Фонда (NSF) и Национального управления по аэронавтике и исследованию космического пространства (NASA) в рамках NSF соглашения о сотрудничестве No. EAR-0735156.

Литература

1. **Афраймович Э. Л**., Перевалова Н. П. GPS-мониторинг верхней атмосферы Земли. – Иркутск: ГУ НЦ РВХ ВСНЦ СО РАМН, 2006. – 480 с.
2. **Зализовский А. В.,** Ямпольский Ю. М. F-рассеяние как индикатор тропосферно-ионосферного взаимодействия // Радиофизика и радиоастрономия. – 2007. – Т. 12, № 1. – С. 33 − 42.
3. **Сопин А. А.,** Занимонский Е. М., Лисаченко В. Н. и др. Особенности фоновых вариаций полного электронного содержания ионосферы над Антарктическим // Радиофизика и радиоастрономия. – 2012. – Т. 17, № 1. – С. 49 − 56.
4. **Ямпольский Ю. М.,** Зализовский А. В., Литвиненко Л. Н. и др. Вариации магнитного поля в Антарктике и сопряженном регионе (Новая Англия), стимулированные циклонической активностью // Радиофизика и радиоастрономия. – 2004. – Т. 9, № 2. – С. 130 − 152.

5. **Beley V. S.,** Galushko V. G., Yampolski Y. M. Traveling ionospheric disturbance diagnostics using HF signal trajectory parameter variations // Radio Science. – 1995. –Vol. 30, Is. 6. – P. 1739 − 1752. doi:10.1029/95RS01992.

6. **Galushko V. G.,** Kashcheyev A. S., Kashcheyev S. B. et al. Bistatic HF diagnostics of TIDs over the Antarctic Peninsula // Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics. – 2007. – Vol. 69. – P. 403 − 410.

7. **Galushko V. G.,** Paznukhov V. V., Sopin A. A. et al. Statistics of ionospheric disturbances over the Antarctic Peninsula as derived from TEC measurements // J. Geophys. Res. Space Physics. – 2016. –Vol 121. doi:10.1002/2015JA022302.

8. **Grocott A.,** Hosokawa K., Ishida T. et al. Characteristics of medium-scale traveling ionospheric disturbances observed near the Antarctic Peninsula by HF radar // J. Geophys. Res. Space Physics. – 2013. – Vol. 118. – P. 5830 − 5841. doi:10.1002/jgra.50515.

9. **Hocke K.,** Schlegel K. A review of atmospheric gravity waves and travelling ionospheric disturbances: 1982-1995 // Ann. Geophys. – 1996. – Vol. 14. – P. 917 – 940. doi:10.1007/s00585-996-0917-6

10. Paznukhov V. V., Galushko V. G., Reinisch B. W. Digisonde observations of AGWs/TIDs with Frequency and Angular Sounding Technique // Advances in Space Research. – 2012. – Vol. 49, Is. 4. – P. 700-710. doi:10.1016/j.asr.2011.11.012.

УКРАЇНСЬКИЙ АНТАРКТИЧНИЙ ЖУРНАЛ
УАЖ, №15, 41—49 (2016)

UDC 551.510.535 + 550.388

IONOSPHERIC RESPONSE TO AGW PROPAGATION DETECTED USING GNSS MEASUREMENTS AND COHERENT HF SOUNDING OVER "VERNADSKY" AND "PALMER" ANTARCTIC STATIONS

A. A. Sopin[1], Yu. M. Yampolski[1], V. V. Paznukhov[2], S. B. Kascheev[1], A. V. Koloskov[1], I. I. Pikulik[1], A. V. Zalizovski[1] and A. S. Kashcheyev[1,3]

[1] Institute of Radio Astronomy of National Academy of Sciences of Ukraine, 4 Mystetstv St., Kharkiv, Ukraine, sopin@rian.kharkov.ua
[2] Institute for Scientific Research, Boston College, 140 Commonwealth Ave., Chestnut Hill, MA 02467, US, vadym.paznukhov@bc.edu
[3] The Abdus Salam International Centre for Theoretical Physics, Telecommunications/ICT for Development Laboratory, Trieste, Italy, akashche@ictp.it

Abstract. The work presents results of the diagnostics of travelling ionospheric disturbances (TIDs) over the Antarctic Peninsula obtained by using two different techniques. The first method is based on ground-based multi-positional GNSS TEC measurements, and the second one is bistatic coherent ionospheric HF radio sounding between "Akademik Vernadsky" and "Palmer" Antarctic stations. A comparison of Doppler frequency shifts of the probe HF signal received at "Palmer" station with the dynamics of TEC variations has been made. Quasi-periodic variations associated with the propagation of TIDs were registered simultaneously in both types of the data. A case study performed in this paper has shown that the parameters of the ionospheric disturbance estimated by two methods are in a good agreement, given a specific choice of ionospheric pierce point (IPP) trajectories of GNSS links near the reflection point of the HF probing signal and TID motion direction collinear to the radiopath and perpendicular to IPP trajectories.

Key words: GNSS diagnostics, HF radio sounding, TID, TEC, ionospheric irregularities.

Іоносферний відгук на поширення АГХ за даними ГНСС вимірювань і когерентного ВЧ зондування над антарктичними станціями «Вернадський» і «Палмер»

А. О. Сопін, Ю. М. Ямпольський, В. В. Пазнухов, С. Б. Кащеєв, О. В. Колосков, І. І. Пікулік, А. В. Залізовський, А. С. Кащеєв

Реферат. Представлено результати діагностики рухомих іоносферних збурень (РІЗ) над Антарктичним півостровом, які було отримано двома різними методами. Перший метод базується на наземних багатопозиційних ГНСС вимірюваннях повного електронного вмісту (ПЕВ), а другий − це двопозиційне когерентне ВЧ радіозондування іоносфери між антарктичними станціями «Академік Вернадський» і «Палмер». Проведено порівняння варіацій доплерівського зсуву частоти пробного ВЧ сигналу, прийнятого на станції «Палмер», з динамікою варіацій ПЕВ. Квазіперіодичні варіації, асоційовані з поширенням РІЗ,

було зареєстровано одночасно в обох типах даних. Розглянутий у роботі випадок показав, що параметри іоносферного збурення, отримані двома методами, добре узгоджуються, враховуючи спеціальний вибір траєкторій підіоносферних точок ГНСС супутників поблизу точки відбиття пробного ВЧ сигналу, і поширенні РІЗ в напрямку колінеарному радіотрасі та перпендикулярному траєкторії руху підіоносферної точки.

Ионосферный отклик на распространение АГВ по данным ГНСС измерений и когерентного ВЧ зондирования над антарктическими станциями «Вернадский» и «Палмер»

А. А. Сопин, Ю. М. Ямпольский, В. В. Пазнухов, С. Б. Кащеев, А. В. Колосков, И. И. Пикулик, А. В. Зализовский, А. С. Кащеев.

Реферат. Представлены результаты диагностики перемещающихся ионосферных возмущений (ПИВ) над Антарктическим полуостровом, которые были получены двумя разными методами. Первый метод основан на наземных многопозиционных измерениях полного электронного содержания (ПЭС), а второй – это двухпозиционное когерентное ВЧ радиозондирование ионосферы между антарктическими станциями «Академик Вернадский» и «Палмер». Проведено сравнение вариаций доплеровского сдвига частоты пробного ВЧ сигнала, принятого на станции «Палмер» с динамикой вариаций ПЭС. Квазипериодические вариации, ассоциируемые с распространением ПИВ, были зарегистрированы одновременно в обоих типах данных. Рассмотренный в работе случай показал, что параметры ионосферного возмущения, полученные двумя методами, хорошо согласуются, учитывая специальный выбор траекторий подионосферных точек ГНСС спутников вблизи точки отражения пробного ВЧ сигнала и движении ПИВ в направлении, коллинеарном радиотрассе и перпендикулярном траектории распространении подионосферной точки.

1. Introduction

Quasi-periodic fluctuations of ionospheric electron density caused by propagation of atmospheric gravity waves (AGW) represent special interest for investigations of dynamic processes in the ionosphere (Hocke, 1996). Travelling ionospheric disturbances (TIDs) play a significant role in the ionospheric dynamics and the Antarctic Peninsula region is one of the most interesting places for their investigation, since this area is a known hot spot of gravity wave activity (Grocott et al., 2013). It is one of the most meteorologically active regions on the Earth, which makes it a good place for studying troposphere-ionosphere interaction and propagation of weather disturbances from the ground level to ionospheric heights (Yampolski et al., 2004; Zalizovski et al., 2007). Also, this region is located at middle geomagnetic latitudes where background ionospheric variations are low, which facilitates detecting ionospheric responses to AGW propagation.

At the Ukrainian Antarctic station "Akademik Vernadsky" (UAS) the vertical ionospheric sounding has been being carried out for more than 50 years. Routine measurements of total electron content (TEC) using L-band signals of the global navigation satellite system (GNSS) began in 2009 (permanent GPS station VNAD). These data together with observations from PALM and DUPT GNSS ground stations (see Fig. 1) make it possible to detect and reconstruct parameters of wavelike ionospheric irregularities. A statistical analysis of the characteristics of acoustic gravity waves (AGW)/travelling ionospheric disturbances registered in the Antarctic Peninsula region during several years has been performed by the co-authors earlier. The primary diurnal and seasonal occurrence patterns and main characteristics of AGW/TIDs have been determined for this region (Sopin et al., 2012; Galushko et al., 2016).

In January − March of 2004 test measurements of TID parameters were performed on an HF radio link between UAS and "Henrik Arcktowski" (Poland) Antarctic stations (Galushko et al., 2007). It was shown that TID characteristics, such as period, propagation direction and velocity can be obtained with the help of the frequency-and-angular (FAS) HF sounding technique (Beley et al., 1995; Paznukhov et al., 2012). To continue the study of TID phenomena a new data-acquisition system for bistatic coherent HF sounding of the ionosphere was installed in 2015. HF transmitter operating within frequency range (f_w) from 2 to 10 MHz was deployed at the UAS and receiving system was installed at the U.S. Antarctic station "Palmer" establishing approximately 53 km long radiolink. In the present study variations of the parameters of the ionospherically reflected HF signal on this quasi-vertical radio path have been used to estimate TID characteristics and to compare them with the results of the TID diagnostics obtained from multisite GNSS TEC measurements.

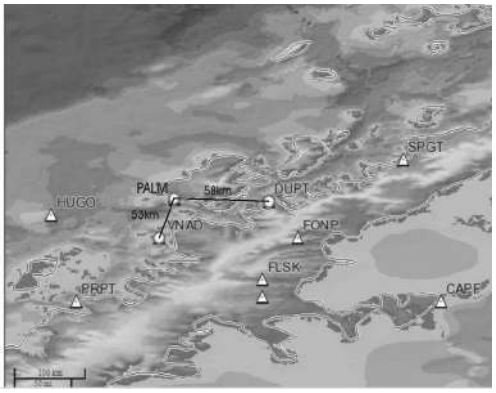


Fig. 1. Location of GNSS stations in the Antarctic Peninsula region (http://sopac.ucsd.edu/map.shtm).

2. Techniques and Instruments

GPS TEC measurements

In this work data from four permanent GPS stations: "Palmer" (PALM, 64.78°S, 64.05°W),"Vernadsky" (VNAD, 65.25°S, 64.25°W), "Duthiers Point" (DUPT 64.81°S, 62.82°W), and "Prospect Point"(PRPT 66.01°S, 65.34°W) have been used.

The parameters of travelling ionospheric disturbances, such as velocity and propagation direction, are estimated using "dynamic approach" to the problem of TIDs diagnostics using GNSS measurements proposed by Galushko et al. (2016). This method is based on using the space and time derivatives of TEC variations I(x,y,t) calculated at the penetration points with time varying horizontal coordinates $x_p(t)$, $y_p(t)$. If TEC perturbation moves in a frozen-in manner and has a plane amplitude front, it can be represented in the following form:

$$I(x, y, t) = \mathrm{I}(x \sin\alpha + y \cos\alpha - V).$$

The disturbance propagation direction α (azimuth) and its velocity V can then be found as:

$$\sin\alpha\,(t) = \gamma_x(t) / \gamma(t) \text{ and } \cos\alpha\,(t) = \gamma_y(t) / \gamma(t),$$

$$V(t) = \frac{1}{\gamma(t)}\left[\gamma_x(t)\frac{dx_p(t)}{dt} + \gamma_y(t)\frac{dy_p(t)}{dt} - I'(t)\right], \quad (1)$$

$$\gamma(t) = \pm\sqrt{\gamma_x^2(t) + \gamma_y^2(t)},$$

where spatial γ_x, γ_y and temporal I' gradients can be numerically estimated as (I_i, x_i, y_i (i = 1,2,3) - TEC variations and coordinates of corresponding observation point (GNSS station), respectively):

$$I_1'(t_n) \approx \frac{I_1(t_n) - I_1(t_{n-1})}{\Delta t},$$

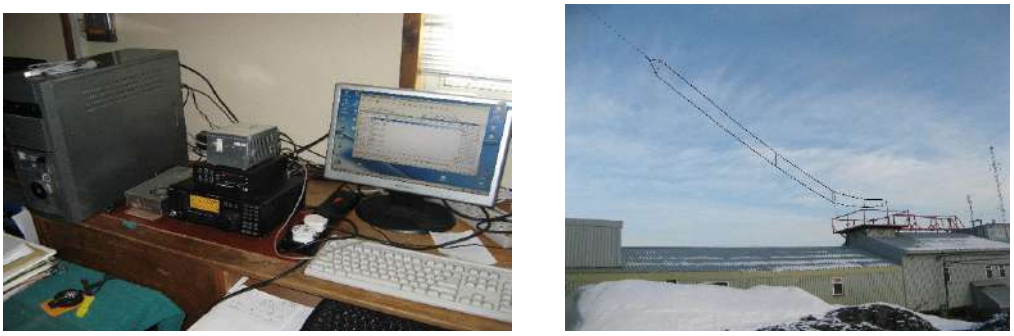
,

$$\gamma_x(t_n) \approx \frac{y_3 \cdot (I_2(t_n) - I_1(t_n)) - y_2 \cdot (I_3(t_n) - I_1(t_n))}{x_2 y_3 - x_3 y_2},$$

$$\gamma_y(t_n) \approx \frac{x_2 \cdot (I_3(t_n) - I_1(t_n)) - x_3 \cdot (I_2(t_n) - I_1(t_n))}{x_2 y_3 - x_3 y_2}.$$

HF Doppler measurement system

The system used for the bistatic coherent ionospheric sounding consists of the probing HF transmitter deployed at UAS and two coherent receivers located at "Vernadsky" and "Palmer" stations installed in May 2015. The distance between stations is approximately 53 km and the bearing is almost meridional (azimuth ~10°). The transmitter is based on a commercial transceiver "ICOM-718". Fig. 2a shows the transmitting system which includes antenna tuner, power supply and a specially designed modulator. This system can be controlled using a personal computer that allows advance scheduling of frequencies and operating modes. A half-wave folded dipole antenna used for the transmission is mounted on top of the main station building (Fig. 2b).



a) b)

Fig. 2. Transmitting system (a) and half-wave folded dipole antenna at "Vernadsky" station (b).

The receiving loop antenna was deployed at UAS on top of the "VLF hut" 400 m away from the transmitter (Fig. 3). Similar active loop antennas were installed at the "Palmer" station.

Fig. 3. Receive loop HF antenna over the "VLF hut" at UAS.

The receiving system at "Palmer" station is a chain of 3 coherent receivers (Fig. 4) which allows measuring angles of arrival and Doppler frequency shift (DFS) of the probing signal.

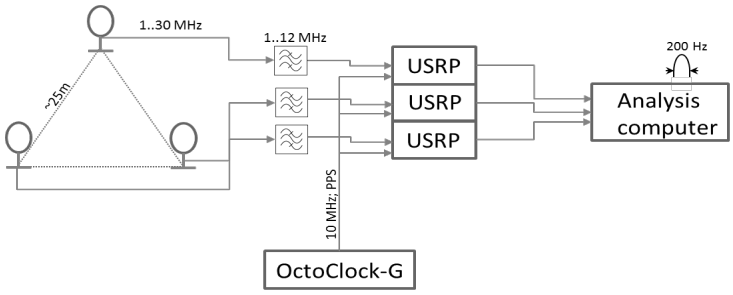


Fig. 4. Block diagram of the receiving system installed at "Palmer" station.

The system is based on software defined radio devices (USRP-210) which are synchronized by the external 10 MHz reference source "OctoClock-G". The data are low-pass filtered and sampled at 100 Msamples/second rate and transferred to the analysis computer, where it is band-pass filtered and decimated to 200 Hz rate with which it is saved in data files. The current software design allows simultaneous reception of three channels at three frequencies. Hardware band pass filters (1-12 MHz) are installed at the front end of the system to reduce the effect of out-of-band noise and interference.

Processing systems at the both receiving sites allow calculating dynamic spectrums of the CW probe signals in near real time. Observations of quasi-periodic variations of the Doppler frequency shift allow estimating TID parameters such as time period and apparent velocity along the "UAS-Palmer" direction.

3. Observation results

The analysis of the measured data on "UAS-Palmer" radio link has shown that quasi-periodic DFS variations are present during most of the observation time. An example of variations observed by both HF and GNSS instruments is presented in the Fig. 5 and Fig. 7 for the geomagnetically quiet conditions (beginning of 13th November 2015).

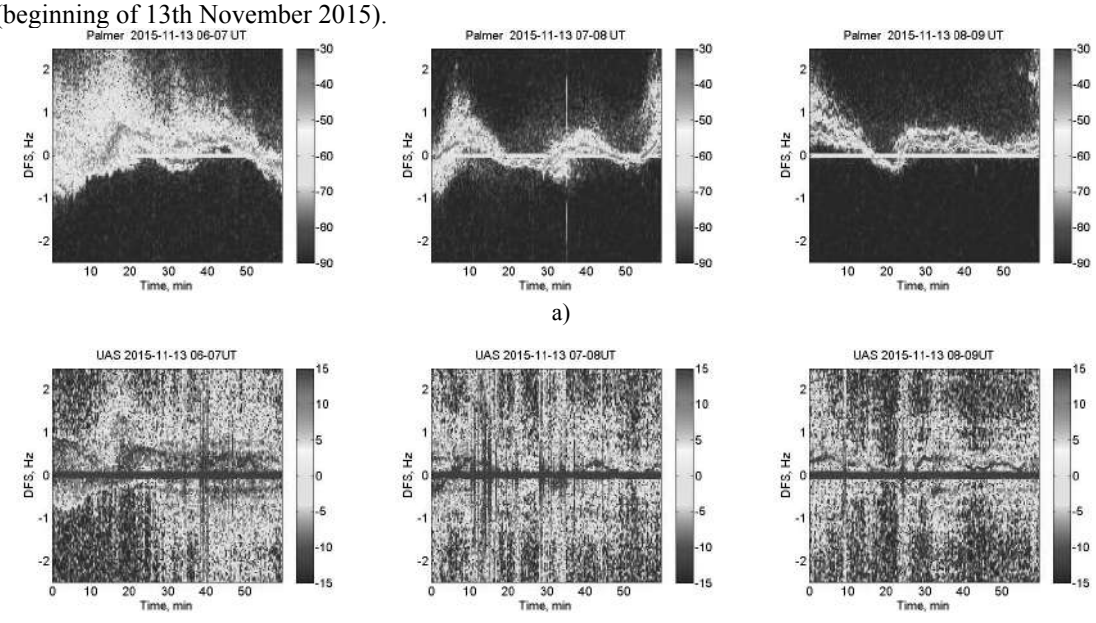
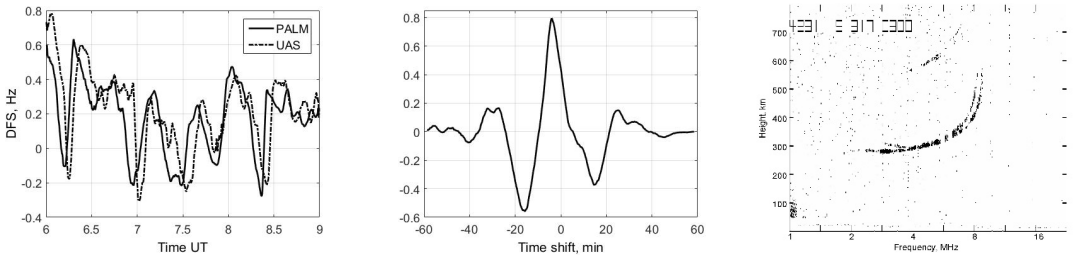


Fig. 5. Doppler spectrogram of HF signal (f_w=5.555 MHz) recorded at "Palmer" (a) and UAS (b) stations on 2015.11.13, 6-9 UT.

Fig. 5 shows three one-hour spectrograms of the HF data collected on November 13, 2015 during 6-9 UT time interval. The upper panels present data for "Palmer", while lower panels for "Vernadsky"

station. The traces of the "ground-wave" signal (with zero Doppler shift) and ionospherically reflected radio waves are clearly seen in the spectrograms. It is evident from the figures that during 7-8 UT the narrow spectral maximum quasi-periodically fluctuates with a period of approximately 30 min and amplitude of about 0.3 Hz. The similar spectral features can also be seen in the spectrograms from UAS making it possible to detect a time shift between DFS fluctuations of the two positions. Estimated variations of DFS of the HF signal received at "Palmer" and "Vernadsky" stations on 2015.11.13 at 6-9 UT (Fig. 6a) demonstrate a very similar behavior.

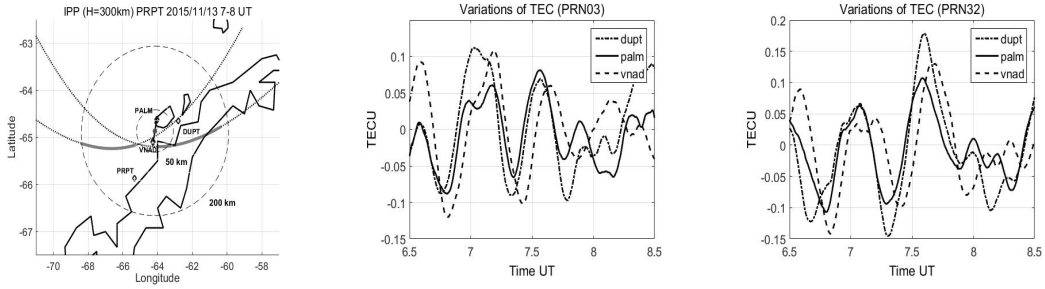


a) b) c)

Fig. 6. (a) Time variations of DFS of the HF signal (f_w=5.555 MHz) recorded at "Palmer" and "Vernadsky" stations on 2015.11.13 at 6-9 UT. (b) Cross-correlation function of DFS variations at UAS and "Palmer" during 8-9 UT. (c) Ionogram obtained at UAS on 13.11.2015 at 7 UT (03 LT).

The time delay between DFS at "Palmer" and UAS estimated using the cross-correlation function (Fig. 6b) is equal approximately 4 minutes. It allows determining a projection of the wave vector along "UAS-Palmer" radio link. Taking into account that HF signals received at "Palmer" station were reflected close to a mid-point of the radio path the corresponding apparent velocity along the "UAS-Palmer" direction was estimated as ~112 m/s.The data of the simultaneous vertical ionospheric sounding (see Fig. 6c) indicate that the reflection of the probing signal occurred at the altitudes of F2 ionospheric layer. Such characteristics suggest that the observed variations were likely produced by the propagation of medium-scale AGW/TID.

Additionally, TEC fluctuations obtained from GNSS links whose ionospheric pierce points (IPPs) were located in close vicinity to the mid-point of the HF radio path have been considered. For time period of 7-8 UT the closest to the region of HF sounding were IPPs of the GPS satellites PRN03 and PRN32 therefore they were selected for further analysis. Trajectories of IPPs of GNSS links observed at PRPT for passes of these satellites are shown in Fig. 7a with dotted lines, and the period of 7-8 UT is highlighted with bold grey lines. The dashed circles show isolines of the distances of 200 and 50 km from mid-point of the HF radio path. The smoothed detrended TEC variations obtained from PRN03 and PRN32 at the stations PALM, DUPT and VNAD on 2015.11.13 at 6:30-8:30 UT are shown in Fig. 7b and 7c correspondingly.



a) b) c)

Fig. 7. a) Trajectories of the ionospheric pierce points of GNSS ground-to-satellite links observed at PRPT in the vicinity of the "UAS-Palmer" on 13.11.2015 at 7-8 UT. The coordinates of IPPs were calculated using the thin-shell height H=300 km. b, c) TEC variations obtained from PRN03 (b) and PRN32 (c) at stations PALM, DUPT and VNAD on 2015.11.13 at 6:30-8:30 UT.

Similar quasi-periodic TEC variations with amplitude of about 0.1 TECU in all three spatially separated GNSS receivers can be seen in the data from each satellite. The similarity and quasi-periodic character of the TEC variations, and time shift between them confirm the presence of wavelike disturbances. Taking into account the high correlation between the data from different stations, the frozen-in propagation of the disturbance was supposed. The detrended TEC variations from these three stations, namely DUPT, PALM and VNAD, have been used to determine the propagation parameters of the ionospheric disturbances using equations (1).

The angular histograms of the disturbance propagation direction (azimuth) reconstructed using data of the GPS satellites PRN03 and PRN32 on 13.11.2015 from 7 to 8 UT are shown in Fig. 8. The histograms are attached to IPPs of GNSS links corresponding to GPS satellites observed at VNAD (dashed-dotted line) at 7:30 UT. It should be noted that azimuths were calculated using only those TEC measurements that satisfied the condition $|\gamma| \approx |\gamma_0| \geq 15 \cdot 10^{-4}$ TECU/km, which is a requirement for the necessary accuracy of the azimuth calculation ($\sigma_\alpha \leq 10°$) (Galushko et al., 2016).

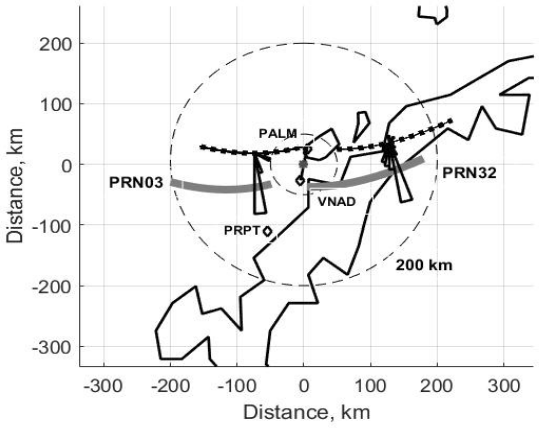


Fig. 8. Trajectories of the IPPs of GNSS link corresponding to GPS satellites PRN03 and PRN32 for VNAD (dashed-dotted line) and PRPT (bold grey line) on 13.11.2015 from 7 to 8 UT and the histograms of the reconstructed disturbance propagation direction (azimuth).

It can be seen that ionospheric irregularities propagate predominantly in the southern direction with average azimuths of about 175 and 165 degrees for PRN03 and PRN32 satellites correspondingly. The average velocities of the disturbances are approximately 98 and 100 m/s for PRN03 and PRN32 respectively. The spatial scale Λ of the wave-like irregularities computed using velocity, azimuth, and positions of the disturbance's amplitude front is in the range of 180-260 km. All estimated parameters obtained for both satellites are very similar and consistent with the time period ($T=\Lambda/V$) and apparent velocity along the "UAS-Palmer" direction estimated from DFS variations (see Table 1). The obtained characteristics correspond to those of medium-scale AGW/TIDs (Hocke, 1996). It should be also noted that the distance between IPPs of PRN03 and PRN32 is about 200 km (see Fig. 8) suggesting that the width of the amplitude front is also of the same or larger size.

Table 1.

Parameters of TIDs estimated using GNSS (TEC) and HF (DFS) observations 2015.11.13 7-8 UT.
The last column shows projections on the line of sight direction "UAS-Palmer" for wavelength and apparent velocity.

	TEC measurements		**HF data**
	PRN03	PRN32	DFS
T, [min]	27-35	32-34	~30
α	175°	165°	–
Vm, [m/s]	98	100	112
Λ, [km]	175-235	220-260	201

In the examined case the motion of IPPs of the GNSS links is almost perpendicular to the propagation direction of the disturbance (see Fig. 8). For this geometry TEC variation distortions due to IPP motion (the Doppler-like effect) should be minimal and the observed temporal fluctuations of TEC are caused mainly by TID propagation, i.e. TEC variations follow the waveform of an actual ionospheric disturbance and correspond to the ones that would have been observed at a fixed IPP. For further analysis, DFS variations and the rate of change (ROT) of detrended TEC have been compared (Fig. 9).

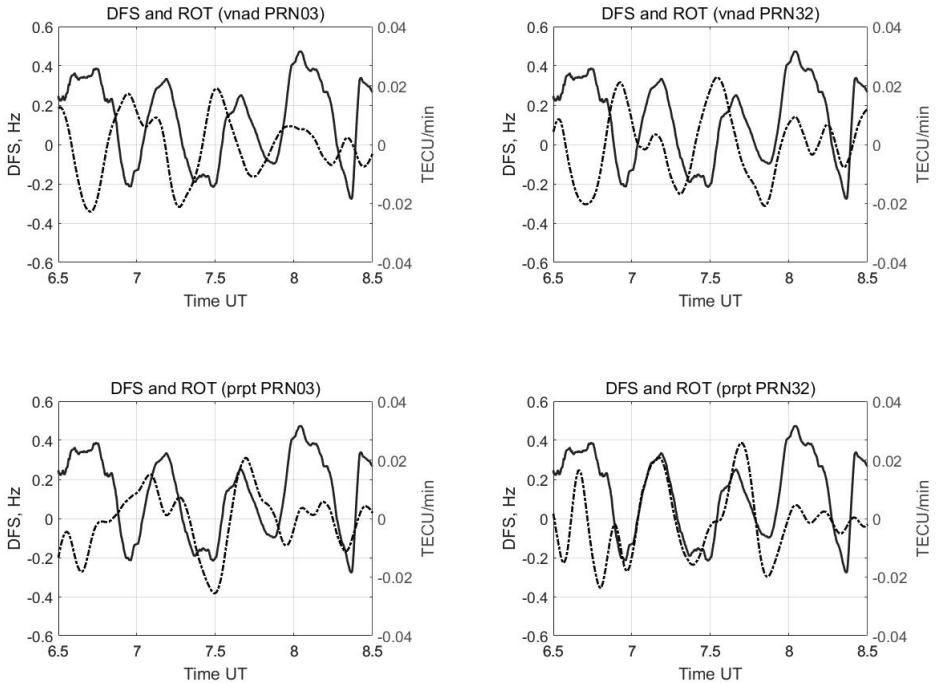


Fig. 9. Variations of DFS (solid line) of the HF signal received at "Palmer" station on 2015.11.13 at 6:30-8:30 UT and the rate of change of detrended TEC (dotted line) for GPS satellite PRN03 (left) and PRN32 (right) obtained at VNAD (upper panel) and PRPT (lower panel) stations.

It is worth noting that the periods of the variations observed with the two methods during the interval 7-8 UT are very similar. The observed time shifts between DFS and ROT fluctuations at spatially separated points correspond to North-South propagation of the ionospheric disturbance. These time shifts and corresponding IPP positions have been used to estimate wave parameters of the disturbances. The algorithm used to calculate the velocity and propagation direction is similar to D1-GPS method described in Afraimovich et al. (2006). It allows estimating the propagation parameters knowing the time shifts between similar extremums of variations at three observation points and their positions in space. In our case we used the positions of IPPs of PRN03 (PRN32) observed at VNAD and PRPT, taken at the time corresponding to the ROT minimum (maximum) as the first two registration points. The third registration point was the mid-point of the HF radio path. The calculated propagation direction (azimuth) is about α=165-195° and the velocity range is V=80-145 m/s. The obtained characteristics are in a good accordance with estimated using GNSS-derived TEC and DFS fluctuations (see Table 1).

4. Conclusions

A bistatic coherent HF ionospheric sounding system was installed at the Antarctic Peninsula with a transmitter located at "Vernadsky" and a receiver at "Palmer" stations in May 2015. This system is used for detecting wavelike ionospheric disturbances and estimating their periods and the meridional projection of the wave vectors. Simultaneous observations of the same travelling ionospheric disturbances have been

also conducted using GNSS-derived TEC technique. A case study performed in this work has shown that the spatial and temporal parameters of the ionospheric disturbances assessed by the two methods are in a good agreement. In the case under consideration the wavelike disturbances propagated almost in the meridional direction from North to South with the azimuthal angle of about 170 degrees. Their time period was 30 min; velocity and spatial scale were estimated to be about 100 m/s and 230 km, correspondingly.

The results demonstrate that the effectiveness and accuracy of the TID diagnostics could be significantly improved by performing simultaneous measurements using both Doppler HF and GNSS-TEC techniques. The proposed technique will be used to determine regular variations of TID parameters and to establish the relationship between TID parameters and tropospheric weather and geomagnetic activities, and to identify their sources.

Acknowledgments. *This study has been carried out with the support of NASU Projects "Yatagan-3" (0116U000035), "Heliomax-2016"(0116U005694c), and "Spitsbergen-16" (0116U002874), and with partial support of EOARD-STCU partner project P667, and NSF project #1341557.*

This material is based on data services provided by the UNAVCO Facility with support from the National Science Foundation (NSF) and National Aeronautics and Space Administration (NASA) under NSF Cooperative Agreement No. EAR-0735156.

References

1. **Afraimovich E. L.** and Perevalova N. P. GPS-monitoring verkhnei atmosfery Zemli (GPS Monitoring of the Earth's Upper Atmosphere), Irkutsk: GU NTs RVKh VSNTs SO RAMN. – 2006. – 480 p. (in Russian).
2. **Beley V. S.,** Galushko V. G., Yampolski Y. M. Traveling ionospheric disturbance diagnostics using HF signal trajectory parameter variations // Radio Science. – 1995. – Vol. 30, Is. 6. – P. 1739 − 1752. doi:10.1029/95RS01992.
3. **Galushko V. G.,** Kashcheyev A. S., Kashcheyev S. B. et al. Bistatic HF diagnostics of TIDs over the Antarctic Peninsula // Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics. – 2007. – Vol. 69. – P. 403 − 410.
4. **Galushko V. G.**, Paznukhov V. V., Sopin A. A. et al. Statistics of ionospheric disturbances over the Antarctic Peninsula as derived from TEC measurements // J. Geophys. Res. Space Physics. – 2016. – Vol 121. doi:10.1002/2015JA022302.
5. **Grocott A**., Hosokawa K., Ishida T. et al. Characteristics of medium-scale traveling ionospheric disturbances observed near the Antarctic Peninsula by HF radar // J. Geophys. Res. Space Physics. – 2013. – Vol. 118. – P. 5830 – 5841. doi:10.1002/jgra.50515.
6. **Hocke K.**, Schlegel K. A review of atmospheric gravity waves and travelling ionospheric disturbances: 1982-1995 // Ann. Geophys. – 1996. – Vol. 14. – P. 917 – 940. doi:10.1007/s00585-996-0917-6.
7. **Paznukhov V. V.,** Galushko V. G., Reinisch B. W. Digisonde observations of AGWs/TIDs with Frequency and Angular Sounding Technique // Advances in Space Research. – 2012. – Vol. 49, Is. 4. – P. 700 − 710. doi:10.1016/j.asr.2011.11.012.
8. **Sopin A. O.,** Zanimonskiy Y. M., Lisachenko V. N. et al. Features of background variations in total electron content of ionosphere over the Antarctic Peninsula // Radio Physics and Radio Astronomy. – 2012. – Vol. 17. – P. 49 − 56. (in Russian).
9. **Yampolski Y. M.,** Zalizovsky A. V., Lytvynenko L. M. et al. Magnetic field variations in Antarctica and the conjugate region (New England) stimulated by cyclone activity // Radio Physics and Radio Astronomy. – 2004. –Vol. 9. – P. 130 − 151. (in Russian).
10. **Zalizovski A. V.** and Yampolski Y. M. The spread-F effect as an indicator of troposphere-ionosphere coupling // Radio physics and radio astronomy. – 2007. –Vol. 12. – P. 33 − 42. (in Russian).

УКРАЇНСЬКИЙ АНТАРКТИЧНИЙ ЖУРНАЛ
УАЖ, №15, 60—80 (2016)

УДК 575.17 (582.542.11)

ЗБЕРЕЖЕННЯ УНІКАЛЬНОСТІ ЗА КОМПЛЕКСНОЮ ПРИСТОСОВУВАНІСТЮ РІЗНИХ ГЕНОТИПІВ *DESCHAMPSIA ANTARCTICA* DESV. В УМОВАХ СТАНДАРТИЗОВАНОГО ВИРОЩУВАННЯ РОСЛИН *IN VITRO*

Н. Мірюта[1], О. Пороннік[1], І. Парнікоза[1, 2], В. Грахов[3], Г. Мирюта[1], Н. Козуб[4], І. Созінов[4], В. Кунах[1]

[1]Інститут молекулярної біології і генетики НАН України, вул. Акад. Заболотного, 150, Київ, 03680, Україна, ivan.parnikoza@gmail.com
[2]Державна установа Національний антарктичний науковий центр МОН України, бульвар Тараса Шевченка, 16 , Київ, 01601, Україна
[3]Національний ботанічний сад ім. М. М. Гришка НАН України, вул. Тимірязєвська, 1, Київ, 01014 Київ, Україна
[4]Інститут захисту рослин НААН України, вул. Васильківська, 33, Київ-22, 03022,Україна

Реферат На прикладі рослин з різним числом хромосом, виявлених серед проростків, отриманих з насіння *Deschampsia antarctica* Desv. з району Аргентинських островів, в умовах їх вирощування *in vitro* показано унікальність розрахованого комплексного показника адаптивності − зведеного латентного показника пристосовуваності (ЗЛПП). Припускається, що ЗЛПП певною мірою відображує специфічну інформацію, закладену в процесі адаптації рослин до унікальних природних умов в динамічній спадковій пам'яті, яка зберігається у досліджених генотипів за стандартизованих умов культивування *in vitro.*

Ключові слова: *Deschampsia antarctica*, рослини *in vitro*, зведений латентний показник пристосовуваності (ЗЛПП), адаптивність рослин.

Сохранение уникальности по комплексной приспособляемости разных генотипов *Deschampsia antarctica* Desv. в условиях стандартизованного выращивания растений *in vitro*
Н. Мирюта, О. Поронник, И. Парникоза, В. Грахов, А. Мирюта, Н. Козуб, И. Созинов, В. Кунах

Реферат На примере растений с различным числом хромосом, обнаруженных среди проростков, полученных из семян *Deschampsia antarctica* Desv. из района Аргентинских островов в условиях их выращивания *in vitro*, показана уникальность рассчитанного комплексного показателя адаптивности − сводного латентного показателя приспособляемости (СЛПП). Предполагается, что СЛПП в определенной степени отображает специфическую информацию, заложенную в процессе адаптации растений к уникальным природным условиям в динамической наследственной памяти, которая сохраняется у исследованных генотипов при стандартизированных условиях культивирования *in vitro.*

Ключевые слова: *Deschampsia antarctica*, растения *in vitro*, сводный латентный показатель приспособляемости (СЛПП), адаптивность растений.

Conservation of complex adaptability uniqueness in different *Deschampsia antarctica* Desv. plant genotypes under standardized growth condition *in vitro*

N. Miryuta, O. Poronnik, I. Parnikoza, V. Grahov, A. Myryuta , N. Kozub, I. Sozinov, V. Kunakh

Summary. Uniqueness of complex adaptability index (united latent quality indicator of adaptability − ULQIA) has been shown to be taken place in plants having different chromosome number among *Deschampsia antarctica* Desv. (around Argentine Islands region, maritime Antarctic) cultivated under standardized growth condition *in vitro*. ULQIA is assumed to express underlying in this plant adaptation process to uniqueness nature condition in dynamic hereditary memory special information in certain degree. It was shown that dynamic hereditary memory was saved in investigated plant genotypes under standardized growth condition *in vitro*.

Key words: *Deschampsia antarctica*, plants *in vitro*, united latent quality indicator of adaptability (ULQIA), plant adaptability.

1. Вступ

В екології пристосовуваність може бути описана як здатність реагувати на неочікувані зміни у довкіллі (Conrad, 1983; Мусієнко та ін., 2004). Особливе зацікавлення викликає вивчення пристосовуваності рослин, що зростають в екстремальних умовах довкілля, таких як Антарктика, і які змушені адаптуватися як до локальної мозаїки мікрокліматів, так і до глобальних екологічних змін.

Стресова акліматизація та набуття толерантності до стресів вимагають необхідного інструментарію узгодженої відповіді (оркестровки) реакцій на велику кількість різних абіотичних стрес-факторів − таких, як холод, посуха та засоленість, що можуть впливати на розвиток рослин та загрожують врожаям сільськогосподарських культур. Ці абіотичні стрес-фактори часто пов'язані між собою та індукують подібні клітинні ушкодження (Shinozaki et al., 2003, Nakashima et al., 2002, Lee et al., 2012).

Рослини під час пристосування до несприятливих зовнішніх умов розвинули механізми адаптації на рівнях молекулярної, клітинної та фізіологічної відповіді, такої як продукування стресових білків, підвищення синтезу антиоксидантів та акумуляція сумісних розчинених речовин, (Kreps et al., 2002; Iordachescu and Imai, 2008; Gill and Tuteja, 2010; Lee et al., 2012). Дослідження аборигенних видів судинних рослин одного з найекстремальніших регіонів – Антарктики, зокрема *Deschampsia antarctica* Desv., виявили наявність у них адаптації до різних абіотичних факторів стресу (Lee et al., 2012; Parnikoza et al., 2011 a,b; Ozheredova et al., 2015).

У попередніх дослідженнях на прикладі *D. antarctica* показано необхідність застосування низки показників для оцінки комплексної пристосовуваності: показника проективного покриття як показника зайнятої території та біометричних параметрів генеративних особин у популяції (Causton, Venus, 1981; Dietz, Steinlein, 1996; Мірюта та ін, 2014; Parnikoza et al., 2015). У зв'язку з важливістю продукції життєздатного насіння в умовах флуктуацій мікрооточення до числа вимірюваних показників було включено характеристику накопичення деяких запасних та захисних білків насіння (Мірюта та ін, 2014). Продукція життєздатного насіння у популяцій, що зростають у різних мікрокліматичних умовах, може варіювати, зважаючи на те, що захисні білки можуть сприяти синтезу адаптивних сполук − флавоноїдів та фенолів (Van Loon L.C., 2009; Шалыго и др., 2012).

У даній роботі ми намагалися з'ясувати, які властивості, характерні для *D. antarctica* у природних умовах, зберігаються (у динамічній спадковій пам'яті) і як взаємодіють між собою при вирощуванні рослин в лабораторних умовах. Динамічна спадкова пам'ять − це спосіб збереження інформації, який, на відміну від структурної пам'яті (коли інформація записана в просторовій структурі біополімерів), забезпечується шляхом циркулювання сигналів у циклічній системі елементів. Прикладом можуть слугувати циклічні системи генів, які мають не менше двох функціональних станів і здатні зберігати кожен стан як під час існування клітини, так і під час послідовних клітинних поділів (Чураев, 2006). У зв'язку з різницею між структурною та динамічною спадковістю, крім поняття «ген» (що означає одиницю транскипції і передається нащадкам за допомогою первинної послідовності ДНК), було введено поняття «епіген», в якому частина спадкової інформації зберігається, кодується та передається нащадкам поза первинною структурою молекул ДНК. Епігеном звуть спадкову одиницю, яка має не менше двох режимів функці-

онування підлеглих їй генів і здатна зберігати кожен з режимів у послідовній низці поколінь (Чураев, 2006). Далі під терміном «генотип» ми будемо розуміти як набір генів, так і епігенів, характерний для отриманої з однієї насінини рослини з подальшим її клонуванням у стандартизованих умовах *in vitro*.

Динамічний стан спадкової інформації, що реалізується, ми оцінювали на основі зведеного латентного показника пристосовуваності (ЗЛПП), який оцінювали на основі трьох рядів даних: розподілів рослин (генотипів) за довжиною листка, частки основного та захисних білків різних молекулярних мас в листках цих рослин, вміст загальної фракції флавоноїдів у екстрактах з листків рослин досліджених генотипів. Результати визначення загального ЗЛПП та проміжних його значень за парами вивчених характеристик дозволять описати вихідний стан досліджених генотипів, які планується застосувати для моделювання впливу природних факторів та вивчення їх впливу на рівні синтезу білків (частки вмісту окремих захисних білків у листках), вторинних сполук (частки вмісту окремих флавоноїдів у метанольних екстрактах з листків) та морфометричних ознак (довжина листків).

2. Матеріали і методи

2.1. Район та об'єкт дослідження

Рослини, використані для дослідження, отримано з пророщеного *in vitro* насіння, зібраного з п'яти локалітетів району Аргентинських островів (поблизу Української антарктичної станції «Академік Вернадський»): о. Галіндез, о. Скуа, о. Дарбо, мису Расмуссен, о. Великий Ялур (рис. 1). Насіння збирали під час IX, XI, XIV Українських антарктичних експедицій і пророщували згідно з регламентом, детально описаним (Zagrychuk et al., 2011/2012).

Таблиця 1

Хромосомні числа вивчених генотипів *D. antarctica* та інформація про локалізацію популяцій, з насіння яких вони походять

Генотип	Хромосомний набір, 2n (за: Navrocka et al., 2014)	Місце та умови зростання популяції, з якої походить генотип	Географічні координати	Сезон збору насіння
DAR12	26+1-3B	о. Дарбо, Північний півострів в районі скельного грота	S 65°23.424′, W 64°12.543′	2006/07
G/D12-2a	26	о. Галіндез, Півострів Стелла	S 65°14.847′, W 64°15.172′	2006/07
R35	26	мис Расмуссен, найвища точка скельного плато, західного закінчення	S 65°14.819′, W 64°05.156′	2004/05
S22	26	о. Скуа, мис Фінгер	S 65°15.120′, W 64°15.300′	2009/10
Y66	36, 38, 39	о. Великий Ялур, один з фрагментів локальної популяції в північно-східній частині острова	S 65°14.039′, W 64°09.761′	2004/05

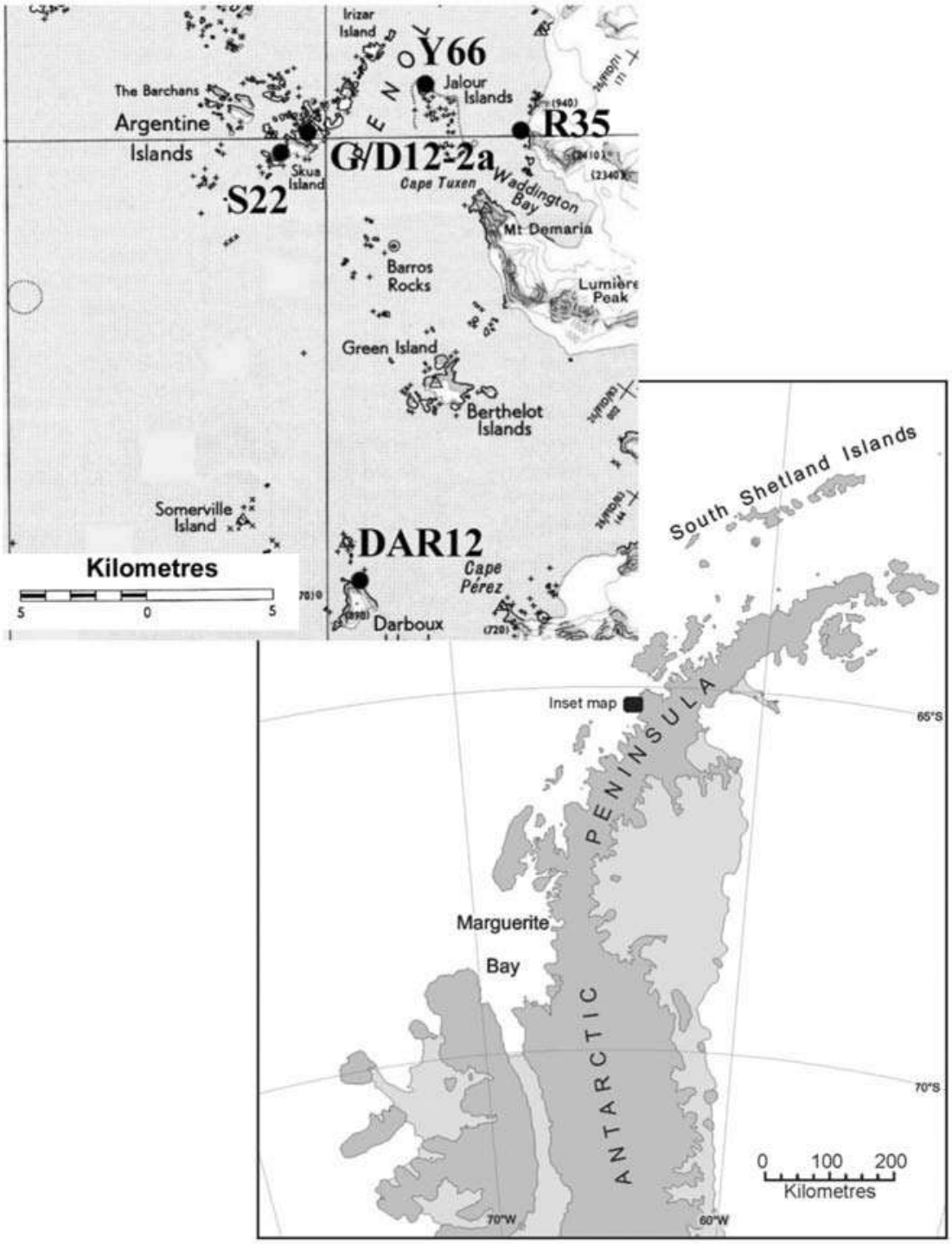


Рис. 1. Дислокація місць походження досліджуваних генотипів: DAR12 – о. Дарбо, G/D12-2a – о. Галіндез, R35 – мис Расмуссен, S22 – о. Скуа, Y66 – о. Великий Ялур

2.2. Методи дослідження

Дослідні рослини вирощували *in vitro* у світловій кімнаті при освітленні 6400 люкс, температурі 20−22°С, вологості 80 %. Культивовані рослини за молекулярними і хромосомними маркерами були стабільні (Andreev et al., 2010, Volkov et al., 2010, Navrocka et al., 2014, Amosova et al., 2015; Спірідонова та ін., 2016).

Для досліду кожну вихідну рослину 70-75 пасажу розклоновували на 3-5 рослин і вирощували на середовищі В5 протягом місяця. Рослини вивчали у трьох біологічних і трьох статистичних повторностях.

В якості показників пристосовуваності вивчено розподіли за біометричною характеристикою "довжина листка", спектри білків та вторинних метаболітів листків рослин досліджених генотипів.

Розподіл за довжиною листків вивчали згідно з методологією, описаною раніше (Парнікоза та ін., 2013; Мірюта та ін, 2014; Parnikoza et al, 2015).

Екстрагування білків для вивчення їхнього спектру проводили за наступною методикою. Наважку 4 мг листків рослин місячного віку розтирали, заливали 40 мкл екстракційного буферу (гліцерин −11 мл, 1М розчин Tris-HCl (pH=6,8) − 8 мл, 10% розчин ДСН − 20 мл, бромфеноловий синій − кілька кристалів, β-меркаптоетанол − 5 мл, вода дистильована − до 100 мл). Далі зразки інтенсивно струшували, залишали закритими на 1,5 години або на ніч при кімнатній температурі. Перед нанесенням на гель кип'ятили 5 хв. на водяній бані. Для електрофорезу у поліакриламідному гелі (ПААГ) відбирали 15 мкл зразка. Метод дозволяє розділити молекули білка, які відрізняються більше, ніж на 0,1% (1 з 1000) (Побежимова и др., 2014; Остерман, 1981). Використовували електродний буфер (pH=8,3): трис, гліцин, ДСН, дистильована вода. Параметри електрофорезу: у концентруючому гелі – 20 мА; у розділяючому гелі – 30 мА. Гель фарбували за допомогою фарби: кумасі, 96% етанол, крижана оцтова кислота, 60% трихлороцтова кислота. Залишки фарби відмивали теплою водою, поки гель не посвітлішав (1-2 доби). Після відмивки гель фотографували на трансілюмінаторі з білим світлом.

Цифрові фотографії денситометрували. Визначали частки окремих груп білків, характерних для насіння Poaceae, зокрема пшениці *Triticum aestivum* L., вимірюючи відповідні площі під піками денситограми по відношенню до площ загального пулу білків за допомогою програми Scion Image (http://scion-image.software.informer.com/ 4.0/).

Профілювання вторинних метаболітів листків рослин досліджених генотипів проводили методом обернено-фазової високоефективної рідинної хроматографії. Розділення зразків проводили на хроматографічній системі Agilent 1100 з 4-канальним насосом, вакуумним дегазатором, автосамплером, термостатом колонок та діодно-матричним детектором. Використовували двох-елюентну схему (елюент А=0,05 М водний розчин ортофосфорної кислоти H_3PO_4; В=метанол/всі елюенти й добавки Sigma-Aldrich, градація чистоти HPLC, градієнт/) на колонці Thermo Scientific Hypersil™ BDS C18, 3μm, 2.1×100 mm з паспортною роздільною здатністю понад 12 000 т.т. Об'єм зразка 5 мкл, термостатування колонки при 20°С, швидкість потоку 0,2 мл/хв, час аналізу до 80 хв, профіль елюювання – широкосмуговий лінійний градієнт від 10% В в А до 100% В за 30 хв, далі ізократа В, з прискоренням потоку до 0.5 мл/хв та підвищенням температури колонки до 40°С. Детектування на довжинах хвиль 206, 254, 300, 350 та 450 нм для визначення більшості органічних сполук (в т. ч. терпеноїдів), більшості речовин ароматичної природи, фенілпропаноїдів (оксикоричні кислоти та лігнани), флавоноїдів (флавони й флавоноли), каротиноїдів і хлорофілів, відповідно. Для всіх речовин реєстрували спектри поглинання в ультрафіолетовому та видимому діапазонах з метою встановлення природи вторинних метаболітів і віднесення хроматографічних піків до певних груп речовин. До того ж, для перевірки діапазонів часу утримання, спектрів і приблизної оцінки вмісту використовували стандарти хлорогенової кислоти, рутину та β-ситостерину (LGC Standards /United Kingdom, Head Office/, www.lgcstandards.com). Останній використовувався як ліпофільний компонент з малою мольною екстинкцією. Це не є точною хімічною ідентифікацією, проте високо ймовірним припущенням, яке базується на хроматографічній поведінці та спектрах поглинання розділених компонентів. Так, флавоноли характеризуються двома вираженими максимумами при 260 й 350 нм, а оксикоричні кислоти великим (часто з плечем) максимумом при 300–320 нм. Сама корична й оксибензойні кислоти та лігнани мають максимум поглинання біля 280–300 нм (Dictionary of Natural Products, 2007, 2014).

Відтворюваність роботи приладу та режиму хроматографування контролювали, застосовуючи реперну суміш дев'яти алкіл-фенонів (Sigma-Aldrich Co., www.sigmaaldrich.com) від ацетофенону до міристофенону. При цьому похибка введення зразка не перевищувала 2 %, а відхилення часу утримання в основному діапазоні – 5 %. Для серії зразків екстрактів листків задля досягнення максимального розділення компонентів проводили оптимізацію хроматографічного режиму, фінальні робочі параметри якого наведені вище. В оптимізованому режимі хроматографування корисних зразків пов-

торювали через кілька днів. Оскільки при короткохвильовому УФ детектуванні (206 нм) неможливо повністю виключити дрейф базової лінії при підвищенні частки метанолу в елюенті та артефакти, від хроматограм зразків віднімалася «холоста» хроматограма (substraction blank run). У такому вигляді хроматограми представлені графічно. Для оцінки вмісту речовин використовували висоти та площі піків на відповідних довжинах хвиль детектування. Опрацювання й візуалізацію хроматограм та спектрів поглинання проводили за допомогою програм Agilent Chem Station® та Corel Draw®.

2.3. Статистичний аналіз

Кінцевою метою статистичного аналізу було отримання зведеного латентного показника пристосовуваності (ЗЛППП), як відбитку конкретних умов мікросередовища, де було сформоване насіння − джерело рослин різних генотипів. ЗЛППП розраховували на основі порівняння кількох пар параметрів. Оцінений в балах ЗЛППП для кожного з аналізованих генотипів слугує виміром пристосовуваності популяції до конкретних мікроумов в рік збору насіння. Найбільша координація вимірюваних індексів пристосовуваності відповідає нульовому значенню зведеного латентного показника. Чим більше відхилення від нуля, тим більш односпрямовані (у випадку позитивних значень ЗЛППП) чи різноспрямовані (у випадку його негативних значень) зміни між дослідженими показниками для аналізованих генотипів. Тобто, набір виміряних індексів (біоморфометричних та вмісту окремих фракцій білків та вторинних метаболітів рослин) певною мірою характеризує ступінь пристосовуваності популяцій, з яких було зібране насіння для отримання вивчених рослин, до певної комбінації мікроумов, і є латентною характеристикою (Парнікоза та ін., 2013; Мирюта та ін., 2014; Parnikoza et al, 2015).

Для отримання значення ЗЛППП на першому етапі було застосовано деякі евристичні методи зниження розмірності, зокрема, метод екстремального групування характеристик (Айвазян, 1989). У рамках застосованого еврістичного підходу оцінку латентного зведеного показника проводили за допомогою попарних порівнянь.

Для дослідження різниці за кожним із виміряних біометричних параметрів між популяціями *D. antarctica*, що зростали в різних екологічних умовах, з насіння яких отримано вивчені рослини, за кожним параметром було побудовано розподіли. Пошук різниць між розподілами для пар популяцій за біометричними параметрами проводили методом критерію медіани. Цей непараметричний тест є варіацією тесту χ^2, що дозволяє оцінити внутрішньогрупові відмінності для двох популяцій без оцінки нормальності розподілів популяційних параметрів (Поллард, 1982).

Під час обстеження набору досліджених генотипів *D. antarctica*, які описуються багатьма характеристиками, використовують метод екстремального групування характеристик для зниження розмірності дослідженого простору ознак. Але отримання результатів, які легко інтерпретувати, ускладнене тією обставиною, що отримані нами показники пристосовуваності відображують властивості досліджених популяцій у непрямий спосіб. Тому набори попарних порівнянь популяцій групували за трьома парами показників пристосовуваності: |ΔPh| – |ΔPr|, |ΔFl| – |ΔPr| та |ΔFl| – |ΔPh| (де |ΔPh| − набір абсолютних значень попарних відстаней (в умовних одиницях) між розподілами за довжиною листка, |ΔPr| − набір абсолютних значень попарних різниць часток вмісту окремих білків, |ΔFl| − набір абсолютних значень попарних різниць часток вмісту окремих флавоноїдів). Кожна пара показників мала різну загальну кількість точок на всіх площинах, які підлягали екстремальному групуванню, тому нормування проводили для кожної пари показників окремо. Цей показник відповідає застосовуваному в таких випадках у статистиці зведеному латентному показнику (у нашому випадку − ЗЛППП), тому що він об'єднує в собі набір експертних оцінок трьох показників (оцінки змін вмісту кількох фракцій білків, вторинних метаболітів та довжини листків, а також попарних порівнянь рядів цих показників за допомогою регресійних методів і формування груп методом екстремального групування) із введенням необхідної поправки (Мірюта та ін, 2014).

Біологічним сенсом ЗЛППП у даному експерименті є показник комплексної пристосовуваності культивованого в стандартизованих умовах *in vitro* організму даного генотипу, стан якого відбито у властивостях одержаних з насіння рослин, зумовлених умовами зростання вихідної популяції.

3. Результати

Ми дослідили листки рослин *D. antarctica* п'яти генотипів різного походження (зібраних з вище вказаних локалітетів району Аргентинського архіпелагу), що відрізнялись за цитогенетичними показниками. Вивчали довжину листків, вміст захисних білків електрофоретично та вміст деяких флавоноїдів хроматографічно. Отримані дані наведено на рис. 2−6.

На першому етапі обробки експериментальних даних отримано набір експертних оцінок для окремих досліджених показників пристосовуваності: довжини листків, відносного вмісту окремих фракцій білків у листках та флавоноїдів у метанольних екстрактах з листків. Отримані дані наведено на рис. 2, 4, 6.

На наступному етапі обробки результатів дослідження було отримано набір попарних порівнянь за допомогою визначення абсолютного значення різниці для показників відносного вмісту окремих фракцій білків і флавоноїдів з листків вивчених рослин та за допомогою критерію медіани для визначення відстаней між медіанами розподілів за довжиною листка. Ці результати наведено в табл. 2.

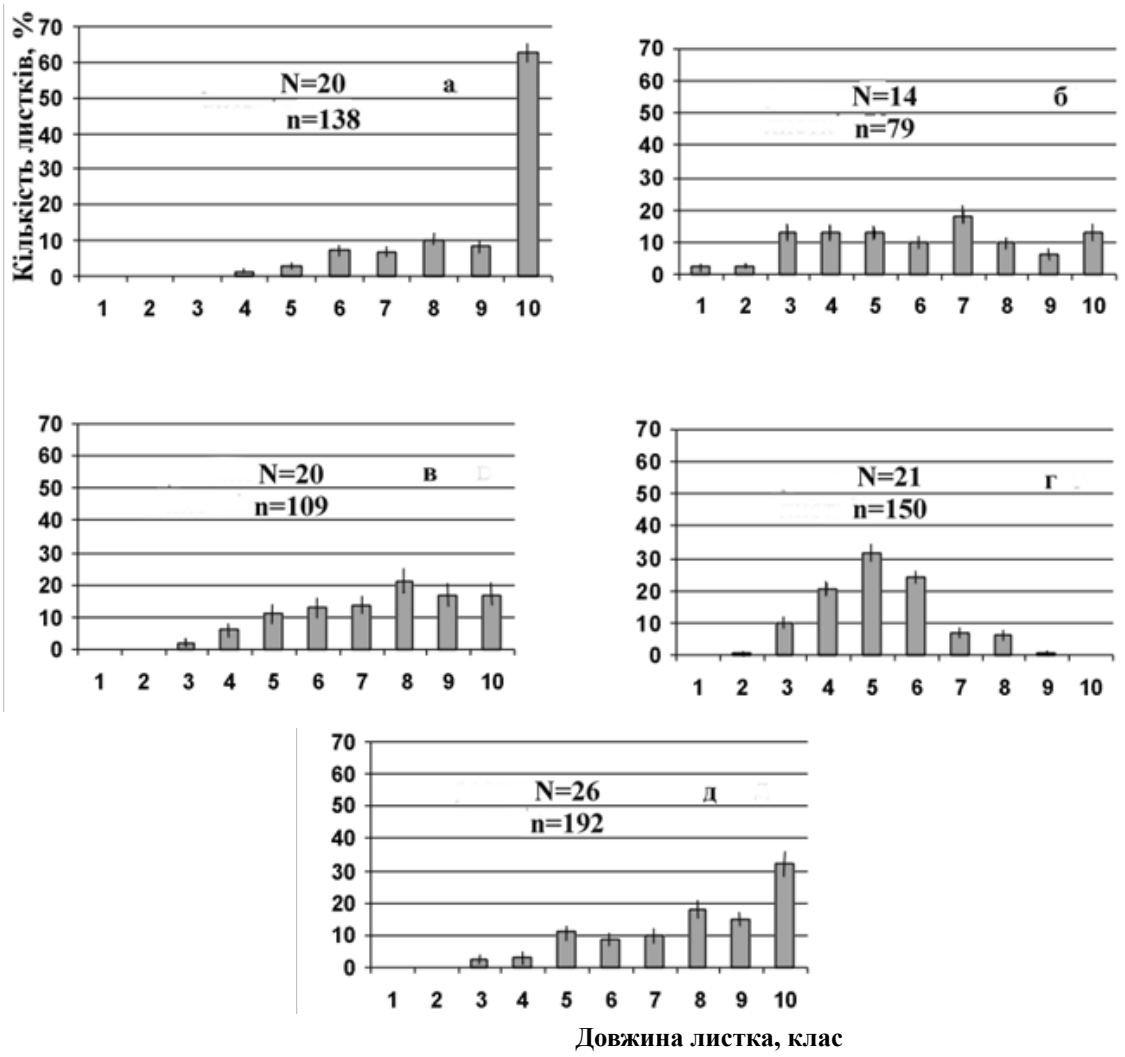


Рис. 2. Розподіли за довжиною листка рослин *D. antarctica* досліджених генотипів:
а − DAR12, б − G/D12-2a, в − R35, г − S22, д – Y66. Класи за довжиною листка,
см: 1 – <2.9; 2 – 3.0 – 3.9; 3 – 4.0 – 4.9; 4 – 5.0 – 5.9; 5 – 6.0 – 6.9; 6 – 7.0 – 7.9; 7 – 8.0 – 8.9; 8 – 9.0 – 9.9; 9 – 10.0 – 10.9; 10 – >11.0. N − кількість вивчених рослин, n − кількість вивчених листків

Як видно з рис. 2, довжина листка є дуже мінливою характеристикою. Найбільшу довжину листків мають рослини: генотипів DAR12 та Y66 понад 11 см (рис. 2а та 2д відповідно). Рослини генотипів G/D12-2a та R35 мають модальний клас за довжиною листків 6.0 – 6.9 см та 7.0 – 7.9 см відповідно (рис. 2б та 2в), а генотип S22 − модальний клас 4.0 – 4.9 см (рис. 2г).

У таких випадках треба порівнювати між собою повні розподіли за вимірюваною ознакою, а не окремі модальні класи. Тому після вимірювання розмірів листків ми провели попарне порівняння розподілів за довжиною листка методом критерію медіани (Mood median test) (Поллард, 1982), результати якого наведено у табл. 2. Наведені результати свідчать, що майже для всіх показників встановлено попарні кількісні відмінності, що не дорівнюють нулю.

Таблиця 2

Різниця між медіанами розподілів для різних пар порівнюваних генотипів *D. antarctica*:DAR12, G/D12-2a, R35, S22, Y66 за довжиною листка (|ΔPh|) та різниці відносного вмісту двох флавоноїдів (|ΔFl|) і шести фракцій білків листків (|ΔPr|)

Пари порівнюваних генотипів	|ΔPh|	Різниця у частках флавоноїдів |ΔFl|:		Різниця у частках основних фракцій протеїнів генотипів (|ΔPr|) для груп білків із розмірами, які наведено у кДа:					
		F_B	$F_{E.F}$	14	20	24	36	45	66
DAR12- G/D12-2a	51.57	0.083	0.021	0.019	0.002	0.011	0.002	0.015	0.002
DAR12-R35	53.96	0.066	0.005	0.035	0	0.010	0.003	0.03	0.008
DAR12– S22	162.07	0.055	0.033	0.049	0.003	0.012	0.009	0.044	0.025
DAR12- Y66	30.65	0.125	0.022	0.025	0.002	0	0.005	0.019	0.007
G/D12-2a – R35	0	0.149	0.026	0.016	0.002	0.001	0.001	0.015	0.006
G/D12-2a – S22	31.08	0.028	0.012	0.030	0.005	0.001	0.007	0.029	0.009
G/D12-2a – Y66	18.35	0.042	0.001	0.006	0	0.011	0.003	0.004	0.009
R35 – S22	12.09	0.121	0.038	0.014	0.003	0.002	0.006	0.015	0.017
R35 – Y66	5.47	0.191	0.027	0.010	0.002	0.010	0.002	0.011	0.005
S22 – Y66	126.21	0.07	0.011	0.024	0.005	0.012	0.004	0.025	0.032

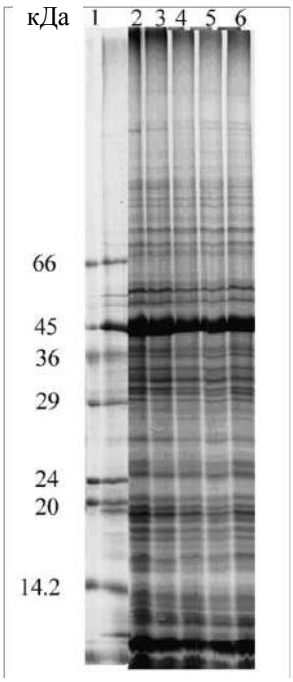


Рис. 3. Електрофореграма білків, виділених з листків досліджених рослин: 1 – маркер Spectra Multicolor Low Range Protein Ladder, генотипи: 2 – DAR12, 3 – G/D12-2a, 4 – R35, 5 – S22, 6 – Y66

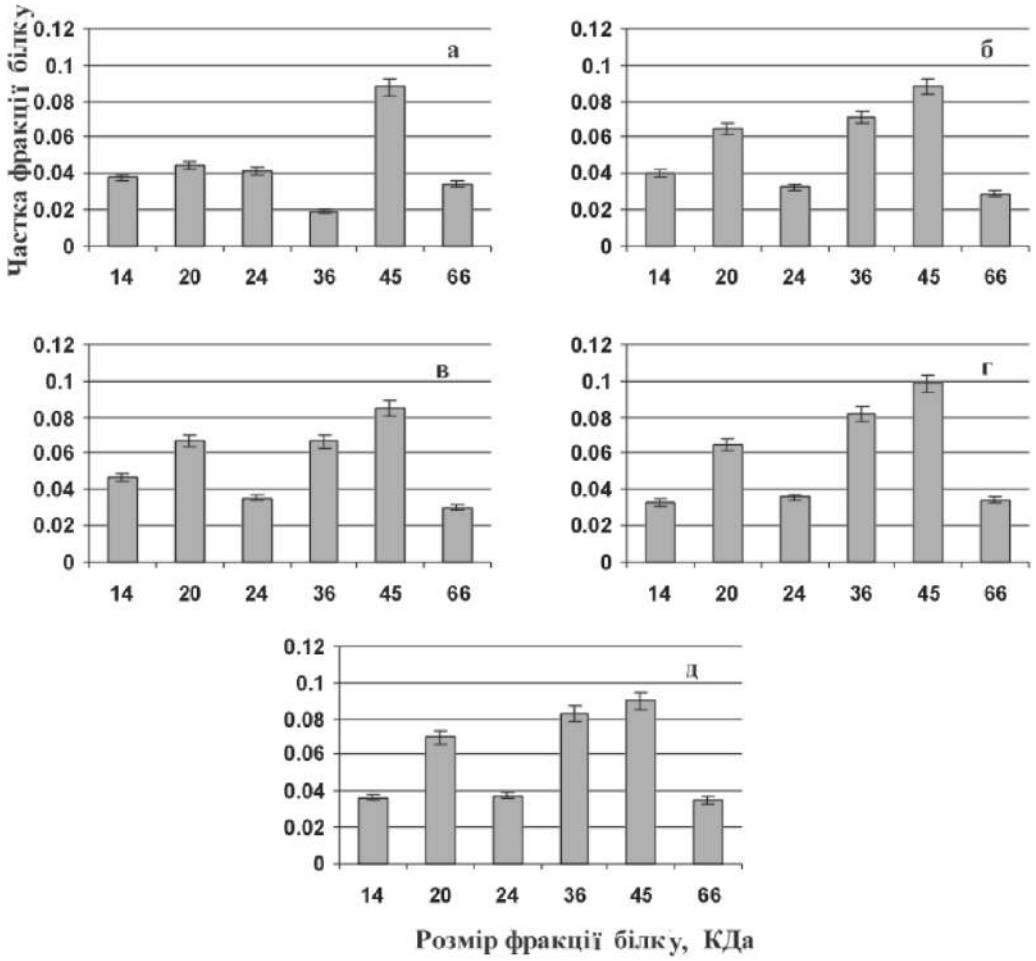


Рис. 4. Середні значення часток різних груп білків у листках рослин *D. antarctica*. Досліджені генотипи: **а** – DAR12, **б** – G/D12-2a, **в** – R35, **г** – S22, **д** – Y66. Представлені білки за розмірами у кДа: 66-67 – великий hs-протеїн-шаперон; 45 – RuBisCo (мала субодиниця); 36 – один з антифризних білків (у *Secale cereale* L.); 24 – один з шаперонів *Triticum aestivum*; 20-22 – один з антифризних білків *D. antarctica*; 14 – малий hs-протеїн, дегідрин.

Для тих самих рослин, в яких було вивчено довжину листка, було поставлено та оброблено електрофорез білків у денатуруючих умовах з метою аналізу фракцій білків у листках. Приклад електрофорезу представлено на рис. 3.

У результаті аналізу електрофореграми білків листків рослин, одна з яких представлена на рис. 3, отримано дані, представлені на рис. 4. Спираючись на дані, наведені у роботах (Созинов, 1985; Шалого и др., 2012) тут наведено значення часток груп білків листків рослин різних генотипів за розмірами у кДа: 66-67 − великий hs-протеїн-шаперон; 45 − *RuBisCo*; 36 − один з антифризних білків (у *Secale cereale* L.); 24 − один з шаперонів *Triticum aestivum*; 20-22 − один з антифризних білків *D. antarctica*; 14 − малий hs-протеїн, дегідрин.

Як видно з рис. 4, за профілем частки вмісту білків рослини усіх генотипів, крім DAR12 (рис. 4а), у якому виявлено меншу частку білку розміром 36 кДа та більшу частку білку розміром 24 кДа порівняно з профілями частки вмісту білків інших генотипів, що змінює профіль частки вмісту білків на рис. 4а, є подібними, але між частками фракцій білків рослин існує кількісна різниця. Тому для досліджених генотипів було проведене попарне порівняння за характеристикою «частка фракцій білків», результати якого наведено у табл. 2. З наведених результатів видно, що попарні кількісні відмінності майже для всіх показників вмісту білків не дорівнюють нулю.

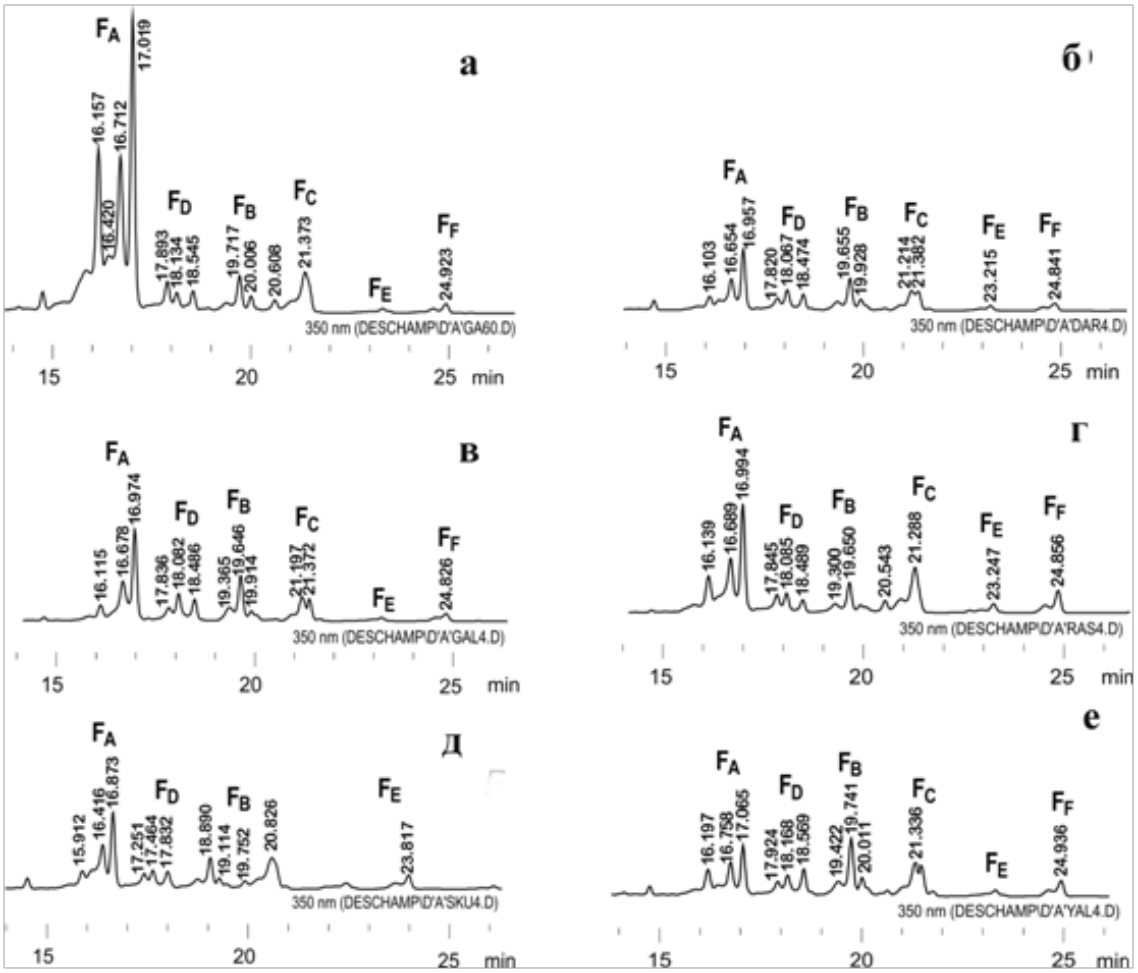


Рис. 5. Хроматографічні профілі флавоноїдів, що містяться в екстрактах листків *D. antarctica*. Досліджені генотипи: **а** – рослина з природної популяції о. Галіндез, а також рослини *in vitro* генотипів: **б** – DAR12, **в** – G/D12-2a, **г** – R35, **д** – S22, **е** – Y66. Позначення: флавоноїди F_A, F_B, F_C, F_D, F_E, F_F. Абсциса – час утримання, хвилини, ордината – сигнал детектора, mAU (milli absorbance unit).

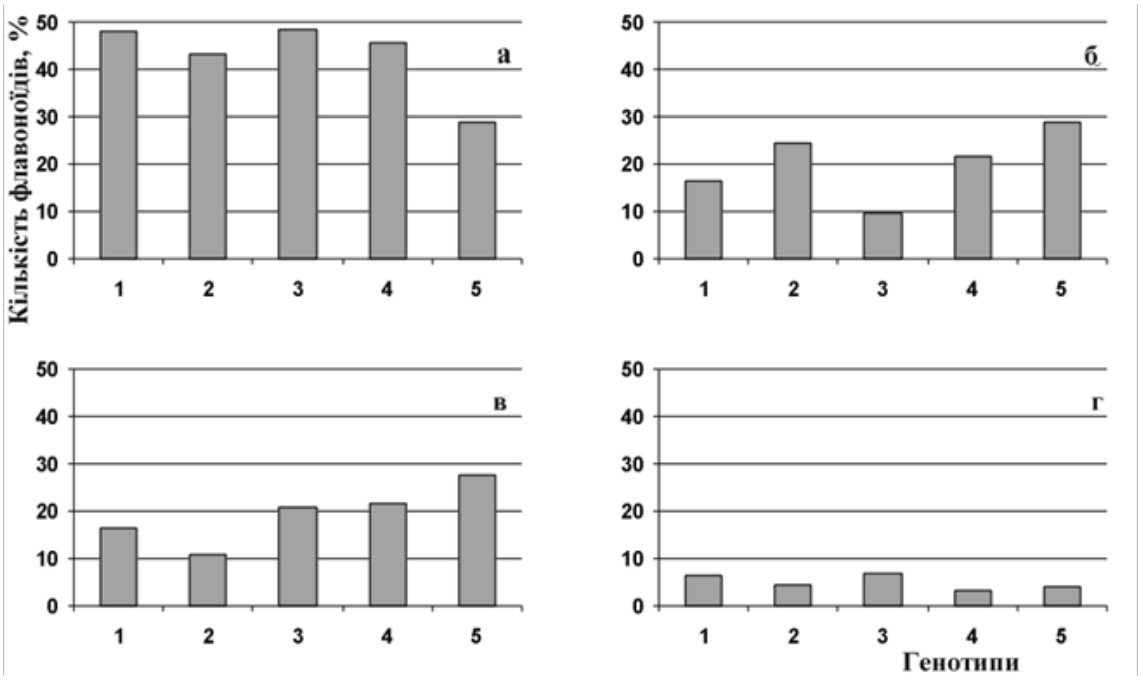


Рис. 6. Відносна кількість конкретного флавоноїда у загальному їх пулі в екстрактах листків досліджених рослин: **а** – F_A, **б** -F_B, **в** -F_C, **г** – $F_{E,F}$. Позначення генотипів: **1** – DAR12, **2** – G/D12-2a, **3** – R35, **4** – S22, **5** – Y66.

Хроматографічні профілі флавоноїдів, що містяться в екстрактах листків рослин *D. antarctica* з природної популяції о. Галіндез та рослин досліджених генотипів, культивованих в стандартизованих умовах *in vitro*, є подібними, але існує кількісна різниця (рис. 5, 6).

Частка фракції флавоноїда А від сумарного пулу флавоноїдів у листках *D. antarctica* була найбільшою у рослин генотипів DAR12 (рис. 6а,1) та R35 (рис. 6а,3), найменшою – у генотипу Y66 (рис. 6а,5). Частка фракції флавоноїда В була найбільшою у рослин генотипу Y66 (рис. 6б,5) та найменшою для рослин генотипу R35 (рис. 6б,3). Для флавоноїда С найбільша частка його вмісту була характерна для генотипа Y66 (рис. 6в,5), найменша − для рослин генотипу G/D12-2a (рис. 6в,2). Флавоноїди E,F складали найбільшу частку у рослин генотипів DAR12 (рис. 6г,1) та R35 (рис. 6г,3), найменшу − у рослин генотипу S22 (рис. 6г,4). Результати попарного порівняння за характеристикою «вміст флавоноїдів» для флавоноїдів В та Е, F наведено у таблиці 2. З даних таблиці видно, що для всіх показників вмісту флавоноїдів В та Е, F попарні кількісні відмінності між вивченими генотипами не дорівнюють нулю.

Усі набори попарних порівнянь рослин вивчених генотипів за трьома парами показників пристосовуваності, що наведено в табл. 2.: $|\Delta Fl| - |\Delta Ph|$, $|\Delta F_l| - |\Delta Pr|$ та $|\Delta Ph| - |\Delta Pr|$, ми розподілили на групи методом екстремального групування, приклад якого наведено на рис. 7.

Порівняння набору різниць вмісту флавоноїду ($|\Delta F_{E,F}|$) та набора різниць вмісту протеїну ($|\Delta Pr_{20}|$) фракції розміром 20 кДа у листках досліджених рослин (I) і порівняння набору різниць вмісту флавоноїду ($|\Delta F_{E,F}|$) та набору відстаней між розподілами за біометричною характеристикою «довжина листка» ($|\Delta Ph|$) (II): а – для всіх досліджених величин між усіма площадками; б – для різниць, які мають залежність з позитивною кореляцією між $|\Delta F_{E,F}|_1$ і $|\Delta Pr_{20}|$ та між $|\Delta F_{E,F}|_1$ і $|\Delta Ph|$, отримані методом найменших квадратів; в – для різниць, які мають залежність з негативною кореляцією між $|\Delta F_{EF}|_2$ і $|\Delta Pr_{20}|$ та між $|\Delta F_{E,F}|_2$ і $|\Delta Ph|$. На графіках а,б,в наведено рівняння прямих регресій, проведених методом найменших квадратів та квадрати відповідних коефіцієнтів кореляції між значеннями $|\Delta F_{E,F}|$, $|\Delta F_{E,F}|_1$, $|\Delta F_{E,F}|_2$ і $|\Delta Pr_{20}|$ (I) та $|\Delta F_{E,F}|$, $|\Delta F_{E,F}|_1$, $|\Delta F_{E,F}|_2$ і $|\Delta Ph|$ (II). Значення критеріальної статистики для величин R^2, наведених на графіках: а–$F_{1,8}$=0.056 (I) та $F_{1,8}$=0.008 (II) (не перевищують значення верхньої 5% межі F-розподілу для N=10 ($F_{1,8}$=5.32)), б–$F_{1,4}$=123.8 та в–$F_{1,2}$=452.55 (перевищують значення верхньої 5% межі F-розподілу для N=6 ($F_{1,4}$=7.71) та N=4 ($F_{1,2}$=18.51)) (I), б–$F_{1,2}$=14.63 (не перевищують значення верхньої 5% межі F-розподілу для N=4 ($F_{1,2}$=18.51))та в–$F_{1,4}$=8.03 (перевищують значення верхньої 5% межі F-розподілу для N=6 ($F_{1,4}$=7.71) (II), що означає відсутність

лінійної залежності у першому випадку (а) і наявність лінійної залежності у другому та третьому випадках (б, в) для I, та відсутність лінійної залежності у випадках а, б (хоча значення критеріальної статистики для б значно ближче до табличного значення, ніж таке саме для а) і наявність лінійної залежності випадку в для II.

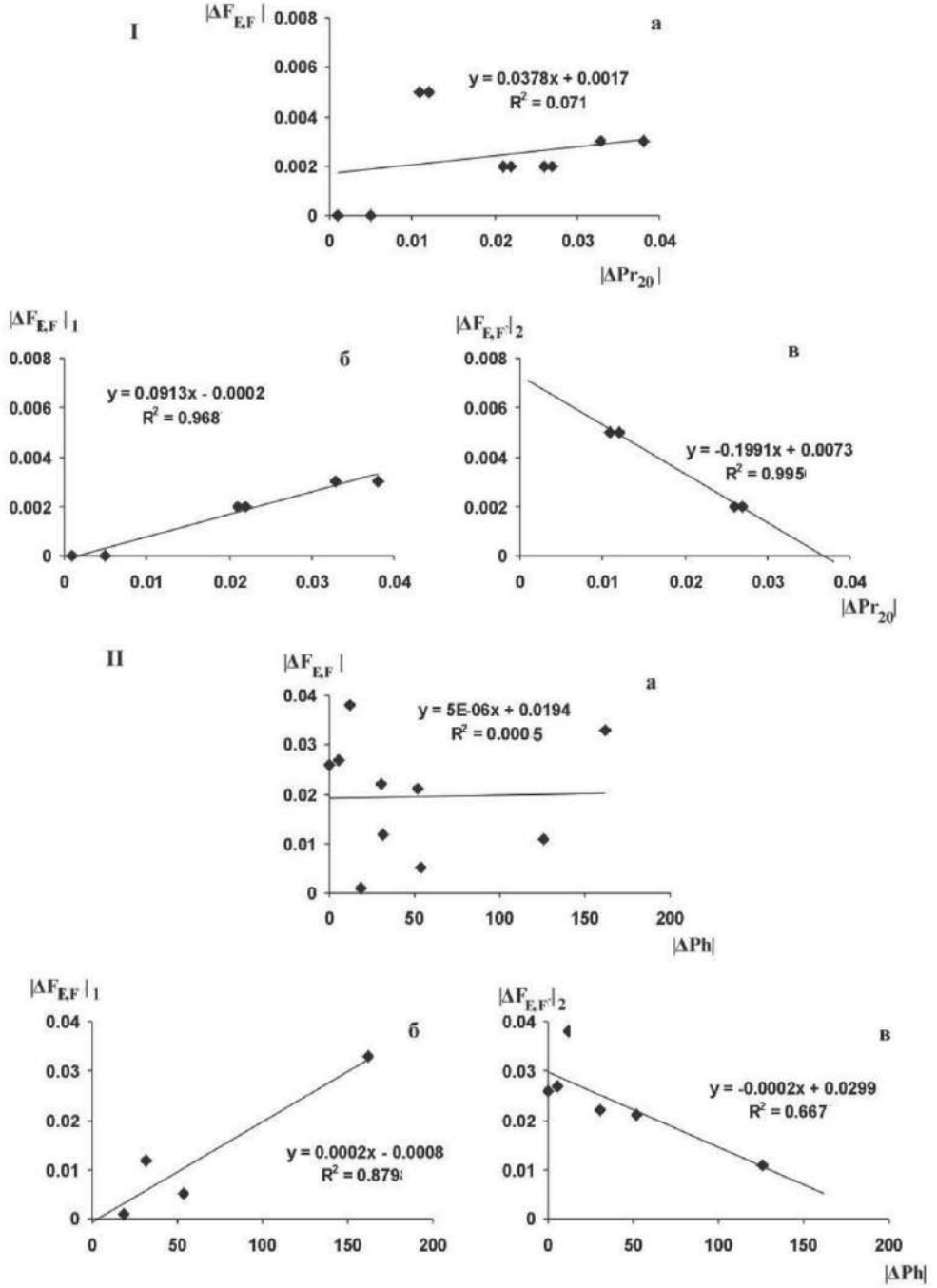


Рис. 7. Приклад застосування методу екстремального групування до двох пар характеристик рослин досліджених генотипів *D. antarctica*: DAR12, G/D12-2a, R35, S22, Y66.

За даними екстремального групування для кожного варіанту попарного порівняння досліджених характеристик за допомогою техніки парної лінійної регресії побудовано ряди, що відповідають «позитивній» та «негативній» групам. Частину точок на площині, яка утворила лінійну залежність з позитивним коефіцієнтом кореляції, було віднесено до «позитивної» групи, а ту, що утворила лінійну залежність з негативним коефіцієнтом кореляції, було віднесено до «негативної» групи. Далі ці ряди даних обробляли, як описано в підрозділі 2.3., з метою отримання ЗЛПП для рослин кожного генотипу. ЗЛПП має об'єднувати всі набори даних всіх характеристик.

Оскільки в даній роботі робиться перехід від популяційних досліджень *D. antarctica* у природних умовах (див. Parnikoza et al., 2015, Мірюта та ін., 2015) до досліджень рослин, отриманих з насіння різних природних популяцій та культивованих в стандартизованих умовах *in vitro*, необхідно замінити набір вимірюваних параметрів. Для вимірювання спочатку обрали набір параметрів, що обґрунтовано наступним. Припускаємо, що стан динамічної спадкової пам'яті залежить від умов, в яких зростала і плодоносила рослина, з якої було зібране насіння. Реалізувалися ці стани в однакових лабораторних умовах при пророщуванні насіння з різних природних популяцій. Упродовж культивування різних генотипів в стандартизованих умовах різні параметри рослини можуть виявляти гетерогенність. Проаналізуємо це на прикладі показника «довжина листків». Рослини генотипів DAR12 та Y66 мають значну частку листків, довжина яких перевищує 11 см, тоді як рослини генотипів G/D12-2a та R35 мають листки, найбільша частка яких потрапляє в інтервал розмірів 6.0 − 7.9 см, а рослини генотипу S22 − листки переважно розміру 4.0 − 4.9 см (див. рис. 2).

У дослідженні задіяно також характеристику «відносний вміст білків» загального спектру, що пов'язано з тим, що вони також реагують на зміну зовнішніх умов, зокрема: великий hs-протеїн-шаперон розміром 66 − 67 кДа; RuBisCo, 45 кДа; один з антифризних білків (у жита *Secale cereale* L.), 36 кДа; один з шаперонів пшениці *Triticum aestivum*, 24 кДа; один з антифризних білків *D. antarctica*, 20−22 кДа; малий hs-протеїн, дегідрин 14 кДа.

Розгляд характеристики «сумарний вміст флавоноїдів» також пов'язаний з тією обставиною, що кількісною зміною цієї характеристики рослина реагує на зміни в довкіллі.

Для всіх вказаних характеристик було побудовано ряди. З даних цих рядів формували ряди попарних порівнянь між дослідженими генотипами за абсолютним значенням різниць або за значеннями критеріальної статистики метода критерію медіани (Поллард, 1982). Отримані ряди різниць були попарно порівняні за всіма виміряними характеристиками за допомогою регресійної техніки, а тоді піддані процедурі екстремального групування (Айвазян и др., 1989).

Результати екстремального групування обробляли наступним чином. У парі $|\Delta Fl| - |\Delta Ph|$ було піддано екстремальному групуванню окремо чотири пари рядів різниць відносного вмісту кожного з досліджених флавоноїдів – F_A, F_B, F_C, $F_{E,F}$ – з $|\Delta Ph|$. З цих чотирьох пар розбити на групи, де хоча б одна (позитивна або негативна) мала значиму лінійну регресію, вдалося дві пари наборів: $|\Delta F_B| - |\Delta Ph|$ та $|\Delta F_{E,F}| - |\Delta Ph|$. Ці дві площини дають можливість зіставити різницю за довжиною листків із різницею за відносним вмістом флавоноїдів F_B та $F_{E,F}$. Кожна з цих площин містить 10 точок (кожна точка відповідає кожній різниці пар генотипів), кожен аналізований генотип чотири рази потрапляє у точки, розташовані на площині. Таким чином, загальна кількість генотипів, які можуть потрапити у різні групи, для цієї пари показників складає 4. Присвоюємо загальній кількості популяцій для кожної з цих двох пар показників 4 бали. Це значення використовується для нормалізації значень ЗЛПП для кожної площини (коефіцієнт 0.25). Кожній популяції, яка потрапила в «позитивну» групу, надавалося значення «+1», а тій, що потрапила в «негативну» групу, − «–1». Після сумації та нормалізації було визначено складову ЗЛПП ($ЗЛПП_3$) за даною парою характеристик. Аналогічним чином було оброблено пари характеристик $|\Delta Pr| - |\Delta Ph|$ ($ЗЛПП_1$) (для неї характерно 6 площин − для відносного вмісту білків розміром 66, 45, 36, 24, 20 та 14 кДа) та $|\Delta Fl| - |\Delta Pr|$ ($ЗЛПП_2$) (для неї характерно 6 площин − для різниць відносного вмісту кожного з флавоноїдів F_B та $F_{E,F}$ проти різниць відносного вмісту білків розміром 66, 45, 36, 24, 20 та 14 кДа). Для них загальна кількість генотипів, які можуть потрапити у різні групи складає 24 (коефіцієнт нормалізації – 0.0417) для кожної з пар. Під час розрахунку сумарного ЗЛПП сумуються проміжні значення ($ЗЛПП_1$ − одне, $ЗЛПП_2$ та $ЗЛПП_3$ − по два) і нормалізуються з коефіцієнтом 0.2.

Розраховане значення для кожного генотипу окремо для кожної пари характеристик ($ЗЛПП_1$, $ЗЛПП_2$, $ЗЛПП_3$) разом із сумарним ЗЛПП представлено на рис. 8.

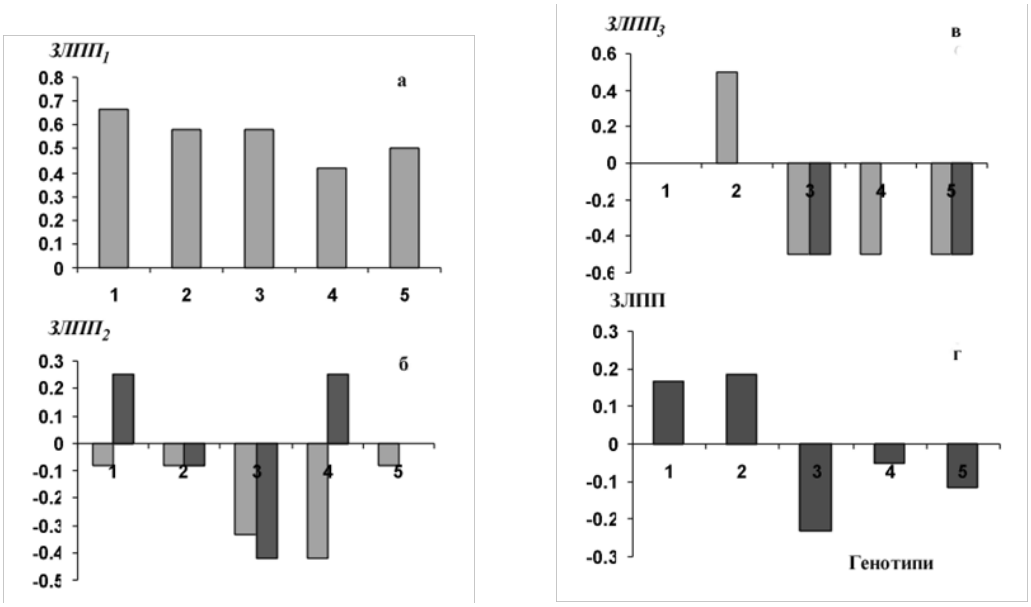


Рис. 8. Зведений латентний показник пристосовуваності (ЗЛПП)
D. antarctica для рослин різних генотипів, вирощених *in vitro*.
Позначення генотипів (вісь абсцис): 1 – DAR12, 2 – G/D12-2a, 3 – R35, 4 – S22, 5 – Y66. Позначення (вісь ординат, умовні одиниці): а – $ЗЛПП_1$ за парою показників $|\Delta Pr| - |\Delta Ph|$, б – $ЗЛПП_2$ $|\Delta Fl| - |\Delta Pr|$ (світлий стовпчик – для F_B, темний стовпчик – для $F_{E,F}$), в- $ЗЛПП_3$ $|\Delta Fl| - |\Delta Ph|$ (світлий стовпчик – для F_B, темний стовпчик – для $F_{E,F}$), г – сумарний ЗЛПП.

Як видно з даних, представлених на цьому рисунку, значення ЗЛПП і для різних пар показників ($ЗЛПП_1$, $ЗЛПП_2$, $ЗЛПП_3$), і для сумарного ЗЛПП є різними. Проаналізуємо відмінності у цих показниках.

Для першої пари характеристик $|\Delta Ph| - |\Delta Pr|$ ($ЗЛПП_1$) всі генотипи мають позитивні значення цієї величини: генотип DAR12 має найбільше значення, генотипи G/D12-2a та R35 приблизно однакові і менші, генотип Y66 − ще менше, генотип S22 − найменше (рис. 8а).

Значення $ЗЛПП_2$ у другій парі характеристик $|\Delta Fl| - |\Delta Pr|$ для флавоноїду F_B для рослин усіх генотипів є негативними: найближчими до нуля у рослин генотипів DAR12, G/D12-2a та Y66, менш близьким до нуля − у рослин генотипу R35 та найдальшим до нуля − у рослин генотипу S22. Для флавоноїдів $F_{E,F}$ − у рослин генотипу Y66 значення $ЗЛПП_2$ є нульовим, у рослин генотипів DAR12 та S22 − позитивним і однаковим, у рослин генотипів G/D12-2a та R35 − негативним, причому у другому випадку знаходиться значно далі від нуля (рис. 8б).

Значення $ЗЛПП_3$ у третьої пари характеристик $|\Delta Fl| - |\Delta Ph|$ для флавоноїду FB у рослин генотипу DAR12 є нульовим, у рослин генотипу G/D12-2a − позитивним, у рослин генотипів R35, S22, Y66 − негативними. Для флавоноїдів $F_{E,F}$ у рослин генотипів DAR12, G/D12-2a, S22 значення $ЗЛПП_3$ є нульовим, у рослин генотипів R35 та Y66 − негативним (рис. 8в).

Після об'єднання їх у сумарний показник ЗЛПП їхні значення виявились у рослин генотипів DAR12 та G/D12-2a − позитивними, у генотипів R35, S22 та Y66 − негативними. Причому найдалі від нуля знаходиться значення ЗЛПП для рослин генотипу R35, найближче − для рослин генотипу S22 (рис. 8г).

Отже, за значенням і знаком зведеного латентного показника пристосовуваності рослини *D. antarctica* генотипів DAR12, G/D12-2a, R35, S22, Y66, вирощені в умовах *in vitro*, є унікальними.

4. Обговорення результатів

Отримані результати демонструють індивідуальність відповіді як за показниками окремих досліджених індексів пристосованості, так і за зведеним латентним показником пристосовуваності (ЗЛПП) рослин *D. antarctica*, отриманих з насіння різних популяцій, на однакові умови пророщування та стандартизоване культивування в умовах *in vitro*.

Про що може свідчити така індивідуальність? Перш ніж почати аналіз результатів, нагадаємо, що наразі ми порівнюємо як ряди даних, які підлягають розгляду в формалізмі m-систем (в нашому випадку − продукти білкового і вторинного (флавоноїди) метаболізму, що є змінними стану системи) (Чураев, 2006), так і ряди даних, які підлягають розгляду в формалізмі L-систем (у розглянутому випадку − формування системи листків, що є змінними структури системи) (Зубаирова и др., 2012). Наприклад, стан кожної клітини в тканині можна охарактеризувати рівнем експресії певного набору генів − ці показники будуть змінними станів кожної клітини і тканини. Опис за допомогою цих змінних тканини, яка функціонує у часі і змінює свій стан під впливом зовнішніх та/або внутрішніх причин, є прикладом динамічної системи. Уявимо тканину як систему, структура якої визначається набором клітин-підсистем, між якими існують певні зв'язки (потоки сигналів між сусідніми клітинами). У результаті росту та поділу клітин будова тканини змінюється, змінюється оточення клітин, і, відповідно, змінюються потоки сигналів між ними (Зубаирова и др., 2012; 2014). Такими сигнальними молекулами в ауксиновому обміні, який відповідає за ріст рослини, є флавоноїди. Темпи росту рослин і їхніх органів контролюються ауксином (індоліл-3-оцтовою кислотою − ІОК), а флавоноїди є регуляторами ауксинового обміну (Макаренко, Левицкий, 2013).

Виходячи з викладеного, проаналізуємо тонку структуру ймовірностних взаємодій між показниками різних ієрархічних рівнів, описаних в літературі в m- та L-формалізмах (Чураев, 2006, Зубаирова и др., 2012; 2014). Проаналізуємо зміни цих показників ЗЛПП у першій парі характеристик $|\Delta Pr| - |\Delta Ph|$ ($ЗЛПП_1$) у рослин вивчених генотипів *D. antarctica*.

Так, для рослин генотипу DAR12, які мають велику кількість надзвичайно довгих листків, збільшення кількості білків розміром 66-67 кДа (ймовірно, великий hs-протеїн-шаперон) та 14 кДа (малий hs-протеїн, дегідрин) корелює зі збільшенням розміру листків з ймовірністю 1.0; збільшення кількості білка розміром 45 кДа (судячи з частки, яку він обіймає в загальному пулі білків (рис. 3), – RuBisCo) також корелює зі збільшенням розміру листків з ймовірністю 1.0; збільшення кількості білків розміром 36 кДа (один з антифризних білків у *Secale cereale*) та 24 кДа (один з шаперонів *Triticum aestivum*) супроводжуються збільшенням розміру листків з ймовірністю 0.75; збільшення кількості білка розміром 20 кДа (один з антифризних білків *D. antarctica*) корелює зі збільшенням розміру листків з ймовірністю 0.5. Результат аналогічного дослідження для рослин інших досліджених генотипів наведено у табл. 3–6.

Таблиця 3.

Імовірність приналежності до «позитивної» (+) та «негативної» (–) груп рослин різних генотипів *D. antarctica*, культивованих в стандартизованих умовах *in vitro*, за довжиною листка ($|\Delta Ph|$) та відносним вмістом фракцій білків ($|\Delta Pr|$)

Генотип	66 кДа		45 кДа		36 кДа		24 кДа		20 кДа		14 кДа	
	+	–	+	–	+	–	+	–	+	–	+	–
DAR12	1.0	0	1.0	0	0.75	0.25	0.75	0.25	0.5	0.5	1.0	0
G/D12-2a	1.0	0	1.0	0	0.75	0.25	0.5	0.5	0.5	0.5	1.0	0
R35	1.0	0	1.0	0	0.75	0.25	0.75	0.25	0.25	0.75	1.0	0
S22	1.0	0	1.0	0	0.25	0.75	0.75	0.25	0.25	0.75	1.0	0
Y66	1.0	0	1.0	0	0.5	0.5	0.25	0.75	0.75	0.25	1.0	0

Таблиця 4

Імовірність приналежності до «позитивної» (+) та «негативної» (–) груп рослин різних генотипів *D. antarctica*, культивованих в стандартизованих умовах *in vitro*, за відносним вмістом флавоноїда F_B ($|\Delta F_B|$) та відносним вмістом фракцій білків ($|\Delta Pr|$)

Генотип	66 кДа		45 кДа		36 кДа		24 кДа		20 кДа		14 кДа	
	+	–	+	–	+	–	+	–	+	–	+	–
DAR12	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0	1.0	0.75	0.25	0.5	0.5
G/D12-2a	0.75	0.25	0.5	0.5	0.25	0.75	0.25	0.75	0.5	0.5	0.5	0.5
R35	0.5	0.5	0.25	0.75	0.5	0.5	0.5	0.5	0.25	0.75	0	1.0
S22	0.5	0.5	0.25	0.75	0.5	0.5	0.5	0.5	0	1.0	0	1.0
Y66	0.25	0.75	0.5	0.5	0.75	0.25	0.25	0.75	0.5	0.5	0.5	0.5

Таблиця 5

Імовірність приналежності до «позитивної» (+) та «негативної» (–) груп рослин різних генотипів *D. antarctica*, культивованих в стандартизованих умовах *in vitro*, за відносним вмістом флавоноїда $F_{E,F}$ ($|\Delta F_{E,F}|$) та відносним вмістом фракцій білків ($|\Delta Pr|$)

Генотип	66 кДа		45 кДа		36 кДа		24 кДа		20 кДа		14 кДа	
	+	–	+	–	+	–	+	–	+	–	+	–
DAR12	0.5	0.5	0.25	0.75	0.75	0.25	0.5	0.5	1.0	0	0.75	0.25
G/D12-2a	0.5	0.5	0.5	0.5	0.25	0.75	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
R35	0.5	0.5	0	1.0	0.5	0.5	0.25	0.75	0.5	0.5	0	1.0
S22	0.75	0.25	0.75	0.25	0.75	0.25	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Y66	0.25	0.75	0.5	0.5	0.75	0.25	0.25	0.75	0.5	0.5	0.75	0.25

Таблиця 6

Імовірність приналежності до «позитивної» (+) та «негативної» (–) груп рослин різних генотипів *D. antarctica*, культивованих в стандартизованих умовах *in vitro*, за відносним вмістом флавоноїдів F_B ($|\Delta FB|$) і $F_{E,F}$ ($|\Delta F_{E,F}|$) та за довжиною листка ($|\Delta Ph|$)

Генотип	F_B		$F_{E,F}$	
	+	–	+	–
DAR12	0.5	0.5	0.5	0.5
G/D12-2a	0.25	0.75	0.5	0.5
R35	0.25	0.75	0.25	0.75
S22	0.25	0.75	0.5	0.5
Y66	0.25	0.75	0.25	0.75

Якщо узагальнити особливості функціонування рослин *D. antarctica,* культивованих в стандартизованих умовах *in vitro*, то можливо отримати гіпотетичну план-схему про сумісну роботу білків та вторинних метаболітів, які синтезують рослини досліджених генотипів у процесі росту. Ці особливості − тонку структуру ймовірностних взаємодій між показниками різних ієрархічних рівнів − представлено на рис. 9. Далі ми розглядатимемо ймовірностні зв'язки, якщо вони відрізнятимуться від 0.5 (позначено тонкою лінією), і мають значення 0.75 або 1.0 (позначено товстою лінією) (рис. 9).

У рослин генотипу DAR12 на рівні формування листків сприяють росту листка всі шаперони розміром 66, 24 та 14 кДа, причому зростання кількості першого та останнього корелює зі збільшенням довжини листка у всіх випадках (ймовірність попадання в позитивну групу +1.0), а для білка розміром 24 кДа − у трьох випадках з чотирьох, (+0.75) (табл. 3). Збільшення відносної кількості білка розміром 45 кДа корелює із ростом листків з ймовірністю +1.0, а антифризних білків розміром 36 та 20 кДа − з ймовірністю +0.75 та 0.5 відповідно (табл. 3). Підключення до рівня синтезу білків рівня синтезу флавоноїдів ускладнює опис системи додаванням їхньої взаємодії через низку сигнальних шляхів (van Loon, 2009). Флавоноїд F_B, скоріше за все, впливає на довжину листка не прямо (ймовірність 0.5), а через низку сигнальних шляхів, пов'язану з шапероном 24 кДа: зменшення кількості F_B сприяє збільшенню кількості шаперона розміром 24 кДа (–1.0) (табл. 4), що, в свою чергу, сприяє збільшенню довжини листка (+0.75) (абл. 3). Збільшення кількості $F_{E,F}$ сприяє збільшенню кількості шаперона (дегідрина) розміром 14 кДа (+0.75) (табл. 5), що, в свою чергу, сприяє збільшенню довжини листка (+1.0) (табл. 3). Цей флавоноїд діє аналогічним чином також через антифризний білок розміром 36 кДа (ймовірності +0.75 та +0.75 відповідно) (табл. 4, 3). З цим шляхом у даному випадку конкурує шлях через основний білок розміром 45 кДа (RuBisCo): зменшення кількості $F_{E,F}$ сприяє збільшенню кількості білка розміром 45 кДа (–0.75) (табл. 5), що сприяє збільшенню довжини листка (+1.0) (табл. 3) або, навпаки, збільшення кількості $F_{E,F}$ сприяє зменшенню кількості білка 45 кДа(–0.75), що сприяє зменшенню довжини листка (+1.0) (рис. 9а).

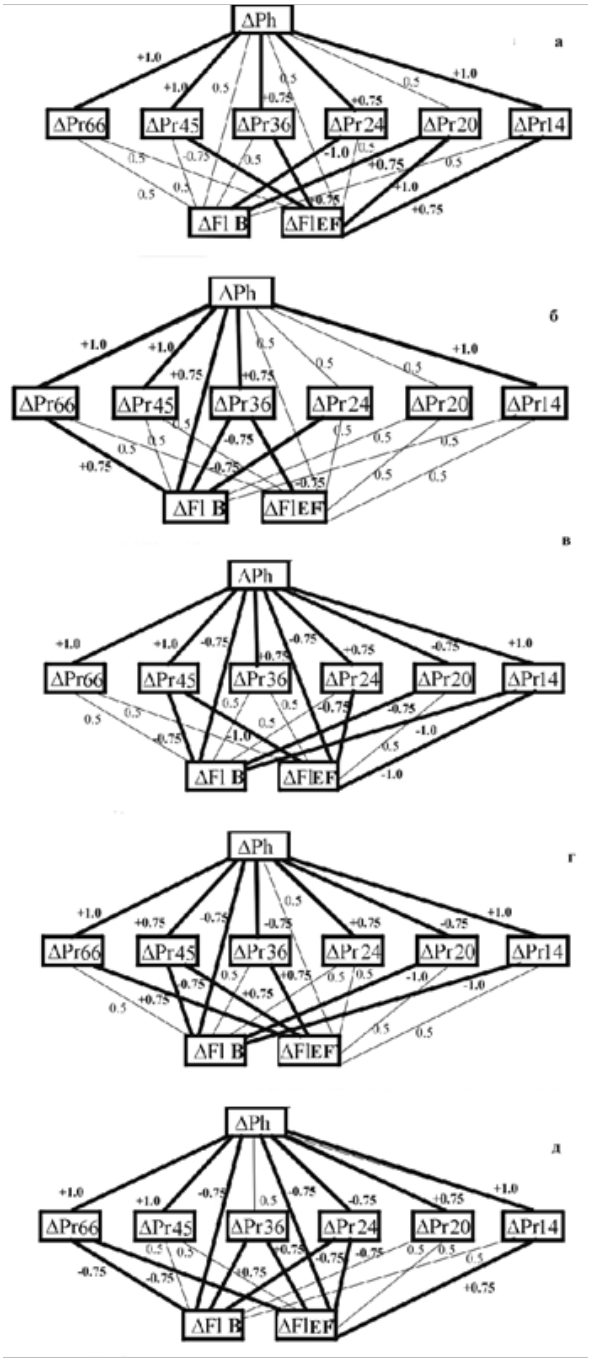


Рис. 9. Гіпотези про сумісну роботу білків та вторинних метаболітів, що синтезують у процесі росту *in vitro* рослини *D. antarctica* досліджених генотипів. Позначення генотипів: а – DAR12, б – G/D12-2a, в – R35, г – S22, д – Y66. Позначення характеристик: відстані між розподілами рослин різних генотипів за характеристикою «довжина листка» – |ΔPh|; різниці часток груп білків листків рослин різних генотипів за розмірами у кДа: |ΔPr66| – 66-67, |ΔPr45| – 45, |ΔPr36| – 36, |ΔPr24| – 24, |ΔPr20| – 20-22, |ΔPr14| – 14; різниці часток груп флавоноїдів рослин різних генотипів: $|\Delta Fl_{B}| - F_{B}$, $|\Delta Fl_{EF}| - F_{E,F}$. Цифрами позначено ймовірність для кожного генотипу синхронності (+) або асинхронності (–) процесів, які описуються порівнюваними рядами даних.

Рослини генотипу DAR12 мають найбільшу довжину листка (рис. 2а). Цей генотип *in vitro* має позитивне значення ЗЛПП (рис. 8г) і є найбільш складним для побудови гіпотез через сукупність причин:

• ймовірно, що насіння генотипу DAR12 формувалося та дозрівало в природі у сприятливіших умовах довкілля (див. рис. 1 та табл. 1).

• для представників досліджених генотипів характерними є різні форми хромосомного поліморфізму. Зокрема, генотип DAR12 має диплоїдний хромосомний набір та містить у деяких клітинах кореневої апікальної меристеми 1-3 В-хромосоми (2n=26+1-3B). Генотипи G/D12-2a, R35 та S22 мають диплоїдний хромосомний набір (2n=26), а генотип Y66 характеризується міксоплоїдним хромосомним набором (2n=36, 38, 39) (Navrocka et al., 2014, Amosova et al., 2015; див табл. 1).

• генотип DAR12 має позитивне значення ЗЛПП, на відміну від трьох інших досліджених генотипів (рис. 8 г).

У рослин генотипу G/D12-2a росту листків найбільше сприяють шаперони 66 кДа (+1.0) та 14 кДа (+1.0), білок 45 кДа (RuBisCo) (+1.0), а також антифризний білок 36 кДа (+0.75) (табл. 3). Зменшення кількості флавоноїдів F_B та $F_{E,F}$ у цьому випадку сприяє збільшенню кількості антифризного білка 36 кДа (–0.75) (табл. 4, 5), що сприяє збільшенню довжини листка (+0.75) (табл. 3). Однак, працює і конкуруючий процес − збільшення кількості флавоноїда F_B сприяє збільшенню довжини листка (+0.75) (табл. 6). Цей шлях є більш ймовірним для флавоноїда F_B, бо його відносна кількість серед генотипів є однією з найбільших, тоді як для флавоноїда $F_{E,F}$, відносна кількість якого серед генотипів є невисокою, ймовірно працює описаний вище шлях. Крім того, для флавоноїда F_B також характерним є ще один шлях впливу на розмір листка − збільшення його вмісту корелює зі збільшенням вмісту шаперона 66 кДа (+0.75) (табл. 4), що позитивно впливає на довжину листка (+1.0) (табл. 4, рис. 9б). Рослини цього генотипу мають вище позитивне значення ЗЛПП, ніж рослини генотипу DAR12 (рис. 8г).

У рослин генотипу R35 збільшення розміру листків корелює із збільшенням відносної кількості всіх проаналізованих білків: розміром 66, 45 та 14 кДа з ймовірністю +1.0, білків розміром 36 та 24 кДа − з ймовірністю +0.75, крім антифризного білка 20 кДа, збільшення відносного вмісту якого сприяє зменшенню розміра листків з ймовірністю –0.75 (табл. 3). Зменшення часток обох флавоноїдів F_B та $F_{E,F}$ сприяє збільшенню довжини листка (–0.75) (можливо, через ауксиновий обмін) (табл. 6). Зменшення відносного вмісту флавоноїду F_B ймовірно сприяє збільшенню антифризного білка 20 кДа (–0.75) (табл. 4), тим самим зменшуючи довжину листка (–0.75) (табл. 3). Але зменшення його відносного вмісту (рис. 6б) сприяє збільшенню вмісту дегідрина 14 кДа (–1.0) (табл. 4), сприяючи збільшенню довжини листа (+1.0) (табл. 3). Аналогічним чином флавоноїд F_B впливає на довжину листка через білок 45 кДа (ймовірності -0.75 та +1.0 відповідно). Флавоноїд $F_{E,F}$ впливає на довжину листка протилежним чином: збільшення його відносного вмісту (рис. 6г) зменшує відносний вміст білків 45 кДа (–0.75), 24 (–0.75) та 14 (–1.0) (табл. 5), зменшує через них довжину листків з ймовірністю +1.0, +0.75 та +1.0 відповідно (табл. 3) (рис. 9в). Цей генотип має найбільш далеке від нуля негативне значення ЗЛПП (рис. 8г)

У рослин генотипу S22 збільшенню розміру листків сприяє збільшення відносної кількості проаналізованих білків розміром 66 та 14 кДа з ймовірністю +1.0, білків розміром 45 та 24 кДа з ймовірністю +0.75; збільшення відносного вмісту антифризних білків 36 та 20 кДа сприяє зменшенню розміра листків з ймовірністю -0.75 (табл. 3). Збільшення частки флавоноїда F_B сприяє зменшенню довжини листка (–0.75) (табл. 6). Збільшення відносного вмісту флавоноїду F_B (рис. 6б) ймовірно сприяє збільшенню довжини листка через збільшення частки білка 45 кДа (ймовірності +0.75 та +0.75 відповідно) (табл. 3, 4). У цій схемі задіяно ще два шляхи ймовірного непрямого впливу флавоноїду F_B на довжину листка: збільшення відносного вмісту F_B призводить до зменшення частки антифризного білка 20 кДа (–1.0) (табл. 4), що, в свою чергу, веде до збільшення довжини листка (–0.75) (табл. 3); збільшення відносного вмісту F_B приводить до зменшення частки дегідрину 14 кДа (–1.0) (табл. 4), що веде до зменшення довжини листка (+1.0) (табл. 3). Вплив флавоноїду $F_{E,F}$ на довжину листка відбувається за допомогою трьох ймовірностних непрямих шляхів: зменшення відносного вмісту $F_{E,F}$ (рис. 6г) сприяє зменшенню частки білків 66 та 45 кДа (+0.75 та +0.75 відповідно) (табл. 5), це веде до зменшення довжини листка (+1.0 та +0.75 відповідно) (табл. 3); зменшення відносного вмісту $F_{E,F}$ веде до зменшення частки антифризного білка 36 кДа (+0.75) (табл. 5), що сприяє збільшенню довжини листка (–0.75) (табл. 3, рис. 8г). Слід підкреслити, що рослини генотипу S22 мають найменшу довжину листка (модальний клас 4.0–4.9 см) і найменшу дисперсію розподілу за довжиною листка (рис 2г). Цей генотип має найближче до нуля негативне значення ЗЛПП (рис. 8г).

У рослин генотипу Y66 збільшенню розмірів листків ймовірно сприяє збільшення відносної кількості шаперонів 66 та 14 кДа (+1.0 та +1.0 відповідно), білка 45 кДа (RuBisCo) (+1.0), антифри-

зного білка 20 кДа (+0.75) та зменшення шаперона 24 кДа (–0.75) (табл. 3). Збільшення частки флавоноїда F_B сприяє зменшенню довжини листка (–0.75) (табл. 6). Збільшення відносного вмісту флавоноїда F_B (рис. 6б) ймовірно сприяє зменшенню довжини листка через зменшення частки білка-шаперона 66 кДа (ймовірності -0.75 та +1.0 відповідно) та збільшенню довжини листка через зменшення частки білка-шаперона 24 кДа (ймовірності –0.75 та –0.75 відповідно) (табл. 3, 4). Вплив флавоноїда $F_{E,F}$ на довжину листка відбувається за допомогою трьох ймовірностних непрямих шляхів: зменшення відносного вмісту $F_{E,F}$ (рис. 6д) сприяє збільшенню частки білків-шаперонів 66 та 24 кДа (–0.75 та –0.75 відповідно) (табл. 5), це веде до збільшення довжини листка (+1.0 та +0.75 відповідно) (табл. 3); зменшення відносного вмісту $F_{E,F}$ веде до зменшення частки білка-дегідрина 14 кДа (+0.75) (табл. 5), що сприяє зменшенню довжини листка (+1.0) (табл. 3, рис. 8д). Генотип Y66 має найбільшу довжину листка після генотипа DAR12 (рис. 2е). Цей генотип має негативне значення ЗЛПП (за величиною − проміжне між значеннями для генотипів R35 та S22) (рис. 8г).

Аналізуючи ймовірностні схеми метаболічних мереж, наведені на рис. 9, можна сказати, що фігури, утворювані ймовірностними зв'язками (товстими лініями), мають складну структуру, яка для кожного з генотипів має свою специфіку. Індивідуальність використання метаболічних мереж може бути пов'язана з реалізацією станів динамічної спадкової пам'яті, заданих певним набором умов, в яких формувалося і дозрівало насіння у природі, а також особливостями кожного конкретного генотипу.

Таким чином, зіставлення впливу умов сезону під час утворення насіння в природі із ЗЛПП та хромосомним набором відповідних генотипів дало такий результат. Генотип DAR12, хромосомний набір якого є диплоїдним та містить B-хромосоми, і рослини якого у природі зростають в найбільш захищених умовах скельного гроту, має позитивний ЗЛПП і використовує метаболічну мережу, яка дозволяє йому і в умовах стандартизованого культивування *in vitro* формувати рослини з найдовшими листками. Генотипи, вирощені з насіння, привезеного з менш захищених місць зростання − G/D12-2a, R35 та S22, хромосомний набір яких є диплоїдним, мають значення ЗЛПП: позитивне у генотипу G/D12-2a, негативне у генотипів R35 та S22, негативне у генотипу Y66, хромосомний набір якого є поліплоїдним (міксоплоїдним). Генотипи з диплоїдним хромосомним набором використовують метаболічні мережі, за яких в умовах стандартизованого культивування *in vitro* формуються рослини з листками, які мають помірну довжину і «хвостаті» розподіли з великою дисперсією. Виключенням є генотип S22, який використовує метаболічну мережу, яка забезпечує формування рослин з найменшою довжиною листка з невеликою дисперсією. Генотип Y66, хромосомний набір якого є поліплоїдним (міксоплоїдним), використовує метаболічну мережу, яка дозволяє формувати рослини з найбільшою довжиною листка (але дещо меншою, ніж у генотипа DAR12).

Не зважаючи на складність виявлених взаємозалежностей, можна констатувати наявність зв'язку окремих властивостей досліджених рослин генотипів *D. antarctica* за умов стандартизованого культивування *in vitro* з тривалою адаптацією до різних (індивідуальних) умов існування району Аргентинських островів (Морська Антарктика). Індивідуальність такої адаптації можна виявити на підставі аналізу морфометричних ознак при дослідженні цитогенетичної мінливості, та найбільш комплексно − на підставі зведеного латентного показника пристосовуваності і його тонкої структури.

Подяки. *Автори висловлюють подяку Державній установі Національний антарктичний науковий центр Міністерства освіти та науки України, Національній науковій фундації (NSF) США, проф. В. Поліщуку, к. б. н. І. Дикому, В. Папіташвілі, В. Смаголю та О. Салганському. Це дослідження виконане в рамках співпраці між Національним антарктичним науковим центром МОН України та Інститутом молекулярної біології і генетики НАН України в рамках Державної цільової науково-технічної програми проведення досліджень в Антарктиці на 2011–2020 рр., а також спільного проекту між НАН України і Польською академією наук «Адаптивні стратегії взаємовиживання організмів в екстремальних умовах довкілля», 2015–17 рр.*

Література

1. **Айвазян С. А.**, Бухштабер В. М., Енюков И. С., Мешалкин Л. Д. Прикладная статистика. Классификация и снижение размерности. – М. : Финансы и статистика. – 1989. – 606 с.

2. **Зубаирова У. С.,** Пененко А. В., Николаев С. В. Моделирование роста и развития растительных тканей в формализме L-систем // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2012. – Т. 16, № 4/1. – С. 816−824.

3. **Зубаирова У. С.,** Голушко С. К., Пененко А. В., Николаев С. В. L-система для моделирования плоских одномерно растущих растительных тканей // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2014. – Т. 18, № 4/2. – С. 945−952.

4. **Макаренко О. А.,** Левицкий А. П. Физиологические функции флавоноидов в растениях. // Физиология и биохимия культурных растений. – 2013 – Т. 45, № 2. – С. 100–112.

5. **Мірюта Н. Ю.,** Кунах В. А. Динаміка клітинних систем *in vitro*. 3. Гіпотеза самокерування процесами диференціації клітин та її феноменологічна реалізація на прикладі культури тканин раувольфії зміїної // Біотехнологія (Biotechnologia Acta). – 2012. – Т. 5, № 3. – С. 40−52.

6. **Мірюта Н.,** Парнікоза І., Мирюта А., Швидун П., Смикла Є., Козерецька І., Кунах В. Зведений латентний показник пристосовуваності *Deschampsia antarctica* Desv. як відбиток мікроумов існування в районі Адміральської бухти (о. Короля Георга, Прибережна Антарктика) // Український антарктичний журнал. – 2014. – № 13. – С. 159−174.

7. **Н. Мірюта,** І. Парнікоза, П. Швидун, Г. Мирюта, О. Пороннік, І. Козерецька, В. Кунах. Порівняльний аналіз зведеного латентного показника пристосовуваності популяцій *Deschampsia antarctica* Desv., о. Галіндез (Аргентинські острови, Морська Антарктика). // Український антарктичний журнал. – 2015. – № 14. – С. 216−230.

8. **Мусієнко М. М.,** Серебряков В. В., Брайон О. В. Екологія: Тлумачний словник. – К. : Либідь, 2004. – 376 с.

9. **Остерман Л. А**. Методы исследования белков и нуклеиновых кислот. Электрофорез и ультрацентрифугирование (практическое пособие). − М. : Наука, − 1981. − 288 с.

10. **Парнікоза І.,** Ожередова І., Мірюта Н., Козерецька І., Смикла Дж., Кунах В. Порівняльний аналіз показників популяційної успішності *Deschampsia antarctica* Desv. в районі Адміральської бухти (о. Короля Георга, Прибережна Антарктика) // Український антарктичний журнал. – 2013. – № 12 – С. 186−198.

11. **Побежимова Т. П.**, Колесниченко А. В., Грабительны О. И. Методи изучения митохондрий растений. Полярография и електрофорез, − М. : Наука, − 2004.− 98с.

12. **Поллард Дж.** Справочник по вычислительным методам статистики. – М. : Финансы и статистика. – 1982. – 344 с.

13. **Созинов А. А.** Полиморфизм белков и его значение в генетике и селекции. − М. : Наука, 1985. 272 с.

14. **Спірідонова К. В.,** Андрєєв І. О., Загричук О. М., Навроцька Д. О., Твардовська М. О., Дробик Н. М., Кунах В. А. Генетична стабільність отриманих мікроклональним розмноженням рослин *Deschampsia antarctica* Desv. за тривалого культивування *in vitro* // Физиология растений и генетика. – 2016. – Т. 48, № 6. – С.498−507.

15. **Чураев Р. Н.** Эпигенетика: генные и эпигенные сети в онто- и филогенезе // Генетика. – 2006. – Т. 42, № 9. – С. 1276−1296.

16. **Шалого Н. В.,** Доманская И. Н., Радюк М. С., Щербаков Р. А., Дремук И. А. Накопление пероксида водорода и функционирование защитной системы в проростках ячменя при избыточном увлажнении // Физиология растений. – 2012. – Т. 59, № 6. – С. 746−755.

17. **Amosova A. V.,** Bolsheva N. L., Samatadze T. E., Twardovska M. O., Zoshchuk S. A., Andreev I. O., Badaeva E. D., Kunakh V. A., Muravenko O. V. Molecular Cytogenetic Analysis of *Deschampsia antarctica* Desv. (Poaceae), Maritime Antarctic. // PLOS ONE. − 2015. − V. 10, № 9: e0138878. doi: 10.1371/ journal. pone.0138878

18. **Andreev I. O.,** Spiridonova E. V., Kyryachenko S. S., Parnikoza I. Yu., Maidanyuk D. N., Volkov R. A., Kozeretska I. A., Kunakh V. A. Population-genetic analysis of *Deschampsia antarctica* from two regions of maritime Antarctic // Moscow University Biological Sciences Bulletin. – 2010. – V.65, N 4. – P. 208−210.

19. **Bölter M.,** Kappen L., Meyer M. The influence of microclimatic conditions on potential photosynthesis of *Usnea sphacelata*: A model. // Ecological Research 1989. – 3. – P. 297−307.

20. **Causton D. R.**, Venus J. C. The Biometry of Plant Growth. Edward Arnold, London, 1981. – 307 p.

21. **Conrad M.** Adaptability, the Significance of Variability from Molecule to Ecosystem. Plenum Press, New York, 1983. – 383 p.

22. **Day A. T.,** Ruhland C. T., Xiong F. S. Warming increases aboveground plant biomass and C stock in vascular-plant-domniated Antarctic tundra // Global Change Biology. − 2008 − V. 14. – P. 1827−1843.

23. **Dictionary** of Natural Products, ver.15. Chapman & Hall/CRC, 2007. Hampden Data Services Ltd. Dictionary of Natural Products, ver. 22.2. Taylor & Francis Group, 2014. URL: http://dnp.chemnetbase.com

24. **Dietz H.,** Steinlein T. Determination of plant species cover by means of image analysis. // Journal of Vegetation Science. – 1996. V. 7.– P. 131−136. doi: 10.2307/3236426

25. **Fowbert J. A.** and Smith R. L. Rapid population increases in native vascular plants in the Argentine Islands Antarctic Peninsula. Arctic and Alpine Research. – 1994. – Vol. 26. – P. 290−296.

26. **Gill S. S.,** Tuteja N. Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. // Plant Physiol Biochem. – 2010. –V. 48. – P. 909–930.

27. **Iordachescu M.,** Imai R. Trehalose biosynthesis in response to abiotic stresses. // J Integr Plant Biol. – 2008. – V. 50. – P. 1223–1229
28. **Kozeretska I. A**., Parnikoza I. Yu., Mustafa O., Tyschenko O. V., Korsun S. G., Convey P. Development of Antarctic herb tundra vegetation near Arctowski station, King George Island. // Polar Science. – 2010. –V. 3. – P. 254−261.
29. **Kreps J.,** Wu Y., Chang H., Zhu T., Wang X., Harper J. Transcriptome changes for Arabidopsis in response to salt, osmotic, and cold stress. // Plant Physiol. – 2002. – V. 130. – P. 2129–2141.
30. **Lee J.,** Noh E. K., Choi H. S., Shin S. C., Park H., Lee H.Transcriptome sequencing of the Antarctic vascular plant *Deschampsia antarctica* Desv. under abiotic stress. // Planta. –2012. doi 10.1007/s00425-012-1797-5.
31. **Nakashima K.,** Ito Y., Yamaguchi-Shinozaki K. Transcriptional Regulatory Networks in Response to Abiotic Stresses in Arabidopsis and Grasses1. // Plant Physiol. – 2009 – 149, № 1. – P. – 88–95.
32. **Navrocka D. O.,** Twardowska M. O., Andreev I. O., Parnikoza I. Yu., Betekhtin A. A., Zahrychuk O. M., Drobyk N. M., Hasterok R., Kunakh V. A. New forms of chromosome polymorphism in *Deschampsia antarctica* Desv. fromthe Argentine Islandsof the Maritime Antarcticregion // Ukrainian Antarctic Journal. – 2014. – №13. – P. 185−191.
33. **Ozheredova I. P.,** Parnikoza I. Yu., Poronnik O. O., Kozeretska I. A., Demidov S. V., Kunakh V. A. Mechanisms of Antarctic Vascular Plant Adaptation to Abiotic Environmental Factors // Cytology and Genetics. – 2015. – Vol. 49, No. 2. – P. 139–145.
34. **Parnikoza I**., Kozeretska I., Kunakh V. Vascular Plants of the Maritime Antarctic: Origin and Adaptation // American Journal of Plant Sciences. – 2011a. – 2 – P. 381−395.
35. **Parnikoza I.,** Loro P., Miryuta N. Yu., Kunakh V. A., Kozeretska I. A. The influence of some Environmental factors on Cytological and Biometric parameters and Chlorophyll content of *Deschampsia antarctica* Desv in maritime Antarctic // Cytology and Genetics. – 2011b – Vol. 45, №3. – P. 170–176.
36. **Parnikoza I.,** Miryuta N., Ozheredova I., Kozeretska I., Smykla J., Kunakh V., Convey P. Comparative analysis of *Deschampsia antarctica* Desv. population adaptability in the natural environment of the Admiralty Bay region (King George Island, maritime Antarctic) // Polar Biology. – 2015. – Vol. 38, No. 9. – P. 1401−1411.
37. **Royles J.,** Amesbury M. J., Convey P., Griffiths H., Hodgson D. A., Leng M. J. and Charman D. J. Plants and soil microbes respond to recent warming on the Antarctic Peninsula. // Current Biology. – 2013. – 23. – P. 1702−1706.
38. **Smith RIL.** Vascular plants as indicators of regional warming in Antarctica. // Oecologia. – 1994. – 99.– P. 322−328.
39. **Tchuraev R. N.** General principles of organization and laws of functioning in governing gene networks. In: Kolchanov N, Hofesyaedt R (eds) Bioinformatics of Genome Regulation and Structure Springer Science Media, Inc, New York, 2006. − P. 367−377.
40. **Turner J.,** Colwell S. R.,Marshall G. J., Lachlan-Cope T. A., Carleton A. M., Jones P. D., Lagun V., Reid P. A., Iagovkina S**.** Antarctic climate change during the last 50 years. // International Journal of Climatology. – 2005. – V. 25. – P. 279−294.
41. **Turner J.,** Barrand, N. E., Bracegirdle T. J., Convey P., Hodgson D. A., Jarvis M., Jenkins M., Marshall G., Meredith M. P., Roscoe H., Shanklin J., French J., Goosse H., Guglielmin M., Gutt J., Jacobs S., Kennicutt M. C., Masson-Delmotte V., Mayewski P., Navarro F., Robinson S., Scambos T., Sparrow M., Summerhayes C. P., Speer K. and Klepikov A. Antarctic climate change and the environment: an update. // Polar Record. – 2013. – 3 – P. 237−259. doi.org/10.1017/S0032247413000296.
42. **Van Loon L. C.** Plant Innate Immunity. // Advances in Botanical Recearch. – 2009. – V. 51. – 400 p.
43. **Lee J.,** Noh E. K., Choi H. S., Shin S. C., Park H., Lee H. Transcriptome sequencing of theAntarctic vascularplant *Deschampsia antarctica* Desv. under abiotic stress. // Planta. – 2012. doi 10.1007/s00425-012-1797-5
44. **Shinozaki K.,** Yamaguchi-Shinozaki K., Seki M. Regulatory network of gene expression in the drought and cold stress responses. // Curr Opin Plant Biol. – 2003. – V. 6. – P. 410−417.
45. **Zahrychuk O. M.,** Drobyk N. M., Kozeretska I. A., Parnikoza I. Yu., Kunakh V. A. Introduction in culture *in vitro* of *Deschampsia antarctica* Desv. (Poaceae) from two regions of Maritime Antarctica // Ukrainian Antarctic Journal. – 2011/2012. – №11. – P. 289−295.
46. **Volkov R. A.,** Kozeretska I. A., Kyryachenko S. S., Andreev I. O., Maidanyuk D. N., Parnikoza I. Yu., Kunakh V. A**.** Molecular evolution and variability of ITS1–ITS2 in populations of *Deschampsia antarctica* from two regions of the maritime Antarctic // Polar Science. – 2010. – V.4, N3. – P. 469−478.

УКРАЇНСЬКИЙ АНТАРКТИЧНИЙ ЖУРНАЛ
УАЖ, №15, 81—95 (2016)

УДК 575.112:577.214(292.3)

БІОІНФОРМАТИЧНЕ ПЕРЕДБАЧЕННЯ ГЕНІВ ІНДУКОВАНИХ ХОЛОДОМ ТРАНСКРИПЦІЙНИХ ФАКТОРІВ CBF/DREB1 ТА DREB4 У *DESCHAMPSIA ANTARCTICA* DESV.

Бублик О. М., Андрєєв І. О., Кунах В. А.

Інститут молекулярної біології і генетики НАН України, Україна, 03680, м. Київ, вул. Академіка Заболотного, 150, e-mail: i.o.andreev@imbg.org.ua

Реферат. Метою роботи було дослідження механізмів стійкості до стресів у рослин на прикладі антарктичного злаку *D. antarctica*, зокрема аналіз генів транскрипційних факторів із груп CBF/DREB1 та DREB4, відповідальних за регуляцію реакції на холодовий та інші абіотичні стреси. Шляхом аналізу даних розшифровування геномної ДНК та мРНК *D. antarctica* із використанням як референсних послідовностей ідентифікованих генів споріднених видів злаків та деяких типових мотивів передбачено *in silico* існування 17 генів-кандидатів з досліджуваних груп. Передбачені гени *DaCBF* охарактеризовано та класифіковано шляхом порівняння із послідовностями описаних раніше ортологів інших видів, а також присвоєно їм назви за прийнятою для інших злаків номенклатурою. Проаналізовано склад кластерів цих генів та їх можливу роль у формуванні холодостійкості виду. Встановлено, що послідовності білкових продуктів передбачених генів містять характерні для цих груп ДНК-зв'язувальний домен AP2/ERF та консервативні мотиви, а також показано їхню високу гомологію до білків-ортологів споріднених видів рослин. Філогенетичний аналіз показав, що структура групи передбачених транскрипційних факторів *D. antarctica* у цілому подібна до описаної для інших злаків: до нечисленних підгруп CBFI та CBFII увійшло по одному ТФ, до більш численних груп CBFIII та CBFIV – відповідно чотири та вісім. До кластеру DREB4 увійшли три ТФ. Аналіз транскриптомних послідовностей показав конститутивну експресію ТФ з груп CBFIIIc, CBF IV та DREB4. Не вдалося виявити суттєвих особливостей чисельності та складу груп DREB1/CBF та DREB4 передбачених ТФ, які б пояснювали підвищену холодостійкість *D. antarctica.*

Ключові слова: абіотичний стрес, антарктичні рослини, передбачення *in silico*, стійкість, транскрипційні фактори.

Биоинформационное предсказание генов индуцированных холодом транскрипционных факторов CBF/DREB1 и DREB4 у *Deschampsia antarctica* Desv.

Бублик Е. Н., Андреев И. О., Кунах В. А.

Реферат. Цель работы заключалась в исследовании механизмов устойчивости к стрессам у растений на примере антарктического злака *D. antarctica*, в частности в проведении анализа генов транскрипционных факторов

(ТФ) из групп CBF/DREB1 и DREB4, ответственных за регуляцию реакции на холодовой и другие абиотические стрессы. В результате анализа данных расшифровки геномной ДНК и мРНК *D. antarctica* с использованием в качестве как референсных последовательностей идентифицированных генов родственных видов злаков и некоторых типичных мотивов предсказаны *in silico* 17 генов-кандидатов из исследуемых групп. Предсказанные гены *DaCBF* охарактеризованы и классифицированы путем сравнения с последовательностями описанных ранее генов-ортологов других видов, им присвоены названия в соответствии с принятой для других злаков номенклатурой. Проанализирован состав кластеров этих генов и их возможная роль в формировании холодоустойчивости вида. Установлено, что последовательности белковых продуктов предсказанных генов содержат характерные для этих групп консервативные мотивы и ДНК-связывающий домен AP2/ERF, а также показана их значительная гомология с белками-ортологами родственных видов растений. Филогенетический анализ показал, что структура группы предсказанных транскрипционных факторов *D. antarctica* в целом подобна описанной для других злаков: в малочисленные подгруппы CBFI и CBFII вошло по одному ТФ, в более многочисленные группы CBFIII и CBFIV – четыре и восемь ТФ, соответственно. В кластер DREB4 вошли три ТФ. Анализ транскриптомных последовательностей показал наличие конститутивной экспрессии ТФ из групп CBFIIIc, CBF IV и DREB4. Не удалось обнаружить существенных особенностей численности или состава групп CBF/DREB1 и DREB4 предсказанных ТФ, которые бы объясняли повышенную холодостойкость *D. antarctica*.

Ключевые слова: абиотический стресс, антарктические растения, предсказание *in silico*, устойчивость, транскрипционные факторы.

Bioinformatic prediction of genes of cold-induced transcription factors CBF/DREB1 and DREB4 in *Deschampsia antarctica* Desv.

Bublyk O. M., Andreev I. O., Kunakh V. A.

Abstract. The work was aimed at the study of the mechanisms of stress-resistance in plants through the example of Antarctic hair grass (*D. antarctica*), in particular at the analysis of genes of transcription factors (TF) of CBF/DREB1 and DREB4 groups, responsible for the regulation of plant response to cold and other abiotic stresses. As a result of *in silico* analysis of the data of sequencing genomic DNA and mRNA of *D. antarctica* using identified genes from related species of grasses and some typical motives as reference sequences, 17 predicted genes of the studied groups were identified. Predicted genes DaCBF were described and classified by comparing with the sequences of previously described orthologous genes of other species, and the genes were named according to the nomenclature of CBF adopted for other grasses. The composition of gene clusters was analyzed along with their potential role in shaping the cold tolerance of the species. It was found that the sequences of the protein products of predicted genes contain conservative motives and DNA-binding domain AP2/ERF typical of these groups, and share significant homology with orthologous proteins of related species. Phylogenetic analysis showed that the structure of the group of predicted *D. antarctica* transcription factors is generally similar to that described for other cereals: small subgroups CBFI and CBFII are composed each of one TF, whereas larger groups CBFIII and CBFIV contain four and eight TF, respectively. DREB4 cluster consisted of three TF. Analysis of transcriptome sequences revealed the constitutive expression of TF of the groups CBFIIIc, CBF IV and DREB4. There were not found any specific distinctions in the size or composition of CBF/DREB1 and DREB4 groups of predicted transcriptional factors, which could explain the increased cold-tolerance of *D. antarctica*.

Key words: abiotic stress, antarctic plants, *in silico* prediction, tolerance, transcription factors.

1. Вступ

Низькі температури є одним з основних чинників, що стримують ріст, розвиток, продуктивність і географічне поширення багатьох видів, у тому числі важливих сільськогосподарських культур. Вони можуть призводити до пошкодження вегетативних тканин, індукуючи осмотичний, окисний та інші стреси (Thomashow, 1999). На відміну від інших організмів, рослини ведуть прикріплений спосіб життя, що зумовило формування молекулярних механізмів захисту від стресів. Сюди, зокрема, відносяться зміни експресії генів, які в кінцевому рахунку приводять до фізіологічних і біологічних змін, необхідних для підвищення стійкості до несприятливих умов. Вивчення механізмів, які рослини виробили для протистояння несприятливому впливу довкілля, зокрема шляхів формування стійкості до низьких температур і ролі у цьому процесі окремих генів, має важливе теоретичне та практичне значення, наприклад, для створення нових інструментів і стратегій підвищення стресостійкості сільськогосподарських рослин, які мають забезпечити підвищення і стабільність врожайності (Jaglo et al., 2001).

Важливу роль в експресії генів відповіді на стрес відіграють транскрипційні фактори (ТФ) – ДНК-зв'язувальні білки, які взаємодіють зі специфічними цис-елементами у промоторах генів і регулюють їх експресію, активуючи або пригнічуючи приєднання РНК-полімерази (Eulgem, 2005; Yamaguchi-Shinozaki and Shinozaki, 2006). Оскільки один ТФ може регулювати експресію низки генів, включаючи гени інших ТФ, вони є важливими молекулярними мішенями для генетичної маніпуляції клітинними процесами. Робота з генами, що кодують ТФ, є більш перспективним підходом для отримання стресотолерантних рослин, ніж генна інженерія із залученням окремих функціональних генів (Hussain et al., 2011). Крім того, гени ТФ можуть бути використані як потенційні функціональні маркери для маркер-асоційованої селекції холодостійких сортів господарськоцінних культур (Todorovska et al., 2014).

Було показано, що в умовах низьких температур відбувається індукція експресії факторів транскрипції з групи CBF/DREB (C-repeat binding factors / dehydration-responsive element-binding protein), які належать до родини ТФ AP2/ERF (AP et alA2/ethylene-responsive element-binding factor). Ці фактори, в свою чергу, зв'язуються безпосередньо з CRT/DRE цис-елементами (C-repeat/dehydration-responsive element) у промоторах генів відповіді на холод (COR – Cold Response), активуючи їх експресію (Gilmour et al., 1998). Вважається, що регулон CBF-COR є найважливішою одиницею транскрипції, залученою до холодової акліматизації у рослин (Nakashima and Yamaguchi-Shinozaki, 2006; Zhao et al., 2016; Jia et al., 2016).

У *A. thaliana* було ідентифіковано шість генів ТФ з групи CBF, серед яких *CBF1*, *CBF2* і *CBF3* беруть участь у регуляції експресії генів відповіді на холод (Stockinger et al., 1997; Liu et al. 1998), а також індукуються за дії інших абіотичних стресів, таких як посуха і висока концентрація солі (Jaglo-Ottosen et al., 1998; Kasuga et al., 1999; Zhao et al., 2016). На відміну від цього, індукція експресії гену *CBF4* відбувається не при низьких температурах, а в умовах посухи і сольового стресу (Haake et al., 2002). Ген *CBF2* є негативним регулятором *CBF1* і *CBF3* (Novillo et al., 2004). Низка генів *CBF*/*DREB1* інших видів, такі як *BrCBF* китайської капусти (Jiang et al., 2011), *MbDREB1* яблуні (Yang et al., 2011), *OsDREB1F* рису (Wang et al., 2008), *VviDREB1* брусниці звичайної *Vaccinium vitis-idaea* (Wang et al., 2010) реагують не тільки на холод, але і на засолення, посуху, обробку екзогенною абсцизовою кислотою.

CBF-подібні білки виділено з широкого спектру рослин, до яких належать види, здатні і не здатні до холодової акліматизації, отже, опосередкований CBF шлях відповіді на холод очевидно є консервативним у рослин (Jaglo et al., 2001). Зокрема проведено дослідження для багатьох видів злаків. Виявилося, що злаки мають набагато більші родини CBF з більш складними профілями транскрипції, ніж *A. thaliana*. Було описано принаймні 10 генів CBF у рису (Dubouzet et al., 2003; Skinner et al., 2005), 14 у жита (Campoli et al., 2009; Jaglo et al., 2001), 20 у ячменю (Francia et al., 2004; Skinner et al., 2005), 18 у диплоїдних і 65 у гексаплоїдних пшениць (Skinner et al., 2005; Miller et al., 2006; Mohseni et al., 2012). Наявність такої великої кількості генів CBF із дещо різними функціями або температурними порогами індукції може забезпечити гнучкість, необхідну для успішної адаптації злаків з помірних широт до більшості холодних регіонів світу (Badawi et al., 2007; Skinner et al., 2005).

Група DREB4 споріднена з CBF, ці дві групи ТФ навіть об'єднують разом (Nakano et al., 2006), оскільки вони мають спільний консервативний мотив. У *A. thaliana* представником групи DREB4 є TINY, який продемонстрував свою здатність взаємодіяти з CRT/DRE і ERE цис-елементами з подібною афінністю і активувати гени, що містять ці елементи. Експресія TINY сильно активується посухою, холодом, етиленом, і злегка метилжасмонатом (Sun et al., 2008). Інші представники групи DREB4 – HvCBF7 ячменю (Skinner et al., 2005) і TINY2 *A. thaliana* (Wei et al., 2005), для яких також показано регулювання холодом і здатність зв'язувати CRT/DRE елемент; OsDRE4-1, експресію якого в проростках рису індукує зневоднення і високий вміст солі (Tian et al., 2005); DaCBF7 *D. antarctica*, який індукується абіотичними стресами, в тому числі посухою, холодом і засоленням (Byun et al., 2015).

На сьогоднішній день багато генів ТФ з груп CBF/DREB1 та DREB4 залишаються неохарактеризованими, їх вивчення сприяло б виявленню додаткових цінних генів-кандидатів для поліпшення сільськогосподарських культур. Щучник антарктичний (*Deschampsia antarctica* Desv.) є єдиним видом злаків, який зростає в суворих умовах Антарктиди (Alberdi et al., 2002; Parnikoza et al., 2011). Як екстремофіл, цей вид є цікавим об'єктом для дослідження молекулярних основ стресостійкості, та може бути корисним як джерело генів, асоційованих із цією ознакою (Lee et al., 2013). Раніше нами було проведено аналіз передбачених *in silico* генів ТФ з групи DREB2 та виявлено відмінності у нуклеотидній послідовності DaDREB2B, які передба-

чають можливість виключення консервативного для ряду генів-ортологів інших злаків механізму регулювання експресії шляхом альтернативного сплайсингу. Внаслідок однонуклеотидної заміни, що привела до утворення нового старт-кодону, нефункціональна в інших злаків конститутивна форма транскрипта цього гена перетворилася у *D. antarctica* на функціональну (Бублик та ін., 2016).

Метою цієї роботи було передбачення *in silico* генів CBF/DREB1 та DREB4 у *D. antarctica*, проведення їх класифікації та характеристика шляхом порівняння із послідовностями описаних раніше ортологів інших видів, виявлення особливостей складу кластерів цих генів та їх можливої ролі у формуванні холодостійкості виду.

2. Матеріали і методи

Пошук послідовностей генів *CBF/DREB1* та *DREB4 D. antarctica* проводили за допомогою програми BLAST (Camacho et al., 2009) в архівах SRA (sequence read archive) із бази даних GenBank (http://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/), що містять дані розшифрування геномної ДНК та мРНК (SRX465632, SRX465633) (Lee et al., 2014). Як референсні ДНК використовували послідовності генів-ортологів інших злаків, представлені у GenBank. Другою стратегією був пошук послідовностей із гомологією 75−85 % до AP2/ERF-доменів попередньо ідентифікованих генів *D. antarctica* та подальша перевірка спорідненості цих послідовностей до генів із груп CBF/DREB1 і DREB4 та наявності характерних амінокислотних мотивів у складі трансльованих з них білків. Збирання послідовностей генів із фрагментів архіву SRA виконували за допомогою модуля ContigExpress програми VectorNTI (InforMax, USA). Вирівнювання послідовностей білків за методом ClustalW (Thompson et al., 1994), та наступну кластеризацію послідовностей за методом Neighbour Joining (Saitou and Nei,1987) проводили у програмі Unipro UGENE (Okonechnikov et al., 2012). Візуалізацію вирівнювання здійснювали за допомогою програми GeneDoc Version 2.7 (Nicholas et al., 1997). Молекулярну вагу Mw та теоретичну ізоелектричну точку pI білкових молекул розраховували за допомогою додатку Compute pI/Mw на сервері ExPASy (Gasteiger et al., 2005).

3. Результати та обговорення

В результаті аналізу даних секвенування нового покоління геномної ДНК та мРНК *D. antarctica* із використанням як референсних послідовностей ідентифікованих генів споріднених видів злаків передбачено *in silico* існування 17 генів-кандидатів *D. antarctica*, що належать до груп CBF/DREB1 та DREB4. Передбаченим генам *DaCBF* після їх характеристики шляхом порівняння із послідовностями описаних раніше ортологів та класифікації присвоєно назви за номенклатурою, запропонованою Бадаві та співавторами (Badawi et al., 2007). Наприклад, *DaCBFIIIa*-6 позначає послідовність, що належить до групи III, підгрупи *a* та має найвищу гомологію до ортологу *TaCBF6*.

Три гени (*DaCBFI-1, DaCBFII-5, DaCBBFIIId-12*) зібрані частково через відсутність у архіві геномної ДНК повного покриття послідовності та відсутність цих послідовностей у архіві мРНК. Ці гени представлені кількома контигами, приналежність яких до однієї послідовності підтверджується тим, що вони містять у своєму складі по одному з парних прочитань (рідів). Також зібрано низку контигів з високою гомологією до генів *CBF* з групи III, які не вдалося продовжити до повних послідовностей (дані не наведено). Це вказує на те, що група CBFIII у *D. antarctica* може бути чисельнішою, а не обмеженою чотирма зібраними нами генами. Водночас, не виключено можливість, що деякі частково зібрані гени є не функціонуючими, а пошкодженими послідовностями – псевдогенами.

Для однієї з груп генів (група IV) було зібрано декілька варіантів початків і кінців, які виявилося технічно складно об’єднати в одну послідовність через велику протяжність центральної ділянки, яка є високогомологічною у всіх варіантів. У таблиці наведено усі зібрані нами комбінації, однак для підтвердження їх існування у геномі потрібні додаткові дослідження із клонуванням та секвенуванням цих послідовностей. У назві цих генів після підгрупи вказане поєднання умовних номерів початку (B-beginning) та кінця (E-end). До аналізу було також залучено ген *DaCBF7* (GenBank, KM588101) з групи DREB4, описаний раніше (Byun et al., 2015).

Таблиця. 1

Назви та характеристика передбачених транскрипційних факторів CBF/DREB1 та DREB4 *D. antarctica*

№	Транскрипційний фактор	Відкрита рамка зчитування, а.з.	Розрахункова молекулярна маса, кДа	Теоретична ізо-електрична точка, pI	Наявність послідовностей у базі мРНК	Найближчі гомологи, знайдені за використання ПЗ Blast в GenBank	Покриття послідовності, %	Ідентичність, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	**DaCBFI-1**	218+*	23,6+	~5.64	-	AP2 domain CBF protein [*Triticum aestivum*] (CBFI-1.1) AFR67775.1	100	83
						TaCBF11 [*T. aestivum*] AAX28967.1	100	67
2.	**DaCBFII-5**	217+*	23,7+	~6.07	-	CBFII-5.2 [*T. aestivum*] ABK55356.1	90	60
						HvCBF5 [*Hordeum vulgare* subsp. *vulgare*] AAX23698.1	90	58
3.	**DaCBFIIIa-6**	226	24,1	4.80	-	C-repeat/DRE-binding factor 3 [*Lolium perenne*] (CBF3) AAX57275.1	96	79
						TaCBF6 [*T. aestivum*] AAX28964.1	93	78
4.	**DaCBFIIIc-3**	239	25,5	4.96	+	CBF3 [*H. vulgare* subsp. *vulgare*] ABE02630.1	93	74
						CBFIIIc-10 [*Secale cereale*] ABY59780.1	91	74
						CRT/DRE binding factor 13 [*T. monococcum*] AAY32555.1	93	75
5.	**DaCBFIIId-12**	186+*	19,4+	~4.60	-	CBF-like transcription factor [*Avena sativa*] (cbf4) CAJ21278.2	94	64
						Putative CBFIIId-B12-like protein [*T. aestivum*] AEE00121.1	100	49
6.	**DaCBFIIId-16**	238	25,0	5.08	-	CRT-binding factor [*L. perenne*] (LpCBFIa) BAF36837.1	100	87
						AP2 domain CBF protein [*T. aestivum*] (CBFIIId-16.1b)AFR67800.1	100	81
7.	**DaCBFIVa-2**	218	23,6	5.52	+	putative DRE-binding protein DREB1 [*Festuca arundinacea*] AAQ98965.1	100	91
						CBFIVa-A2 [*T. aestivum*] ABK55372.1	93	70
						AP2 domain CBF protein [*T. aestivum*] (CBFIIId-16.1a) AFR67785.1	100	81
						TaCBF6 [*T. aestivum*] AAX28964.1	93	78
						Putative CBFIIId-B12-like protein [*T. aestivum*] AEE00121.1	100	49
8.	**DaCBFIV-B2E3**	206	22,0	8.69	+	CRT-binding factor [*L. perenne*] LpCBFIVa BAF36843.1	100	74
						HvCBF9 [*H. vulgare* subsp. *vulgare*] AAX28955.1	86	84
						HvCBF4D [*H. vulgare* subsp. *vulgare*] AAX23696.1	93	72

Продовження таблиці. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
9.	**DaCBFIV-B3E2**	218	23,4	7.83	+	CBFIVd-D9 [*T. aestivum*] ABK55387.1	88	80
						CRT-binding factor [*L. perenne*] BAF36843.1	99	77
						CBFIVb-B20 [*T. aestivum*] ABK55376.1	98	73
						HvCBF14 [*H. vulgare* subsp. *vulgare*] ABA01493.1	99	70
10.	**DaCBFIV-B3E3**	203	21,8	8.66	+	HvCBF9 [*H. vulgare* subsp. *vulgare*] AAX28955.1	87	84
						CRT-binding factor [*L. perenne*] LpCBFIVa BAF36843.1	100	76
						HvCBF4D [*H. vulgare* subsp. *vulgare*] AAX23696.1	93	72
						CBF protein 4 [*H. vulgare*] AEP32102.1	94	70
						putative CBFIVb-21.1 [*T. aestivum*] AEE00127.1	94	70
11.	**DaCBFIV-B4E2**	218	23,3	7.84	+	CBFIVd-D9 [*T. aestivum*] ABK55387.1	88	81
						HvCBF14 [*H. vulgare* subsp. *vulgare*] ABA01493.1	99	70
						C repeat-binding factor 2 [Triticum aestivum] AAT76662.1	99	70
						CBFIVb-B20 [*T. aestivum*] ABK55376.1	98	73
12.	**DaCBFIVd-B1E1**	218	23,8	6.60	+	CRT-binding factor [*L. perenne*] (LpCBFVb) BAF36846.1	97	80
						CRT/DRE binding factor 4 [*T. monococcum*] AAY32562.1	92	78
						HvCBF9 [*H. vulgare* subsp. *vulgare*] AAX28955.1	96	77
						CBFIVd-4.1 [*T. aestivum*] ABK55383.1	99	72
13.	**DaCBFIVd-B5E1**	213	23,2	6.44	+	HvCBF9 [*H. vulgare* subsp. *vulgare*] AAX28955.1	95	83
						CRT-binding factor [*L. perenne*] BAF36846.1	98	81
						AP2 domain CBF protein [*T. aestivum*] (TaCBFIVd-26.2a) AFR67796.1	95	80
14.	**DaCBFIVd-B6E1a**	217	23,8	6.32	+	CRT-binding factor [*L. perenne*] (LpCBFVb) BAF36846.1	95	81
						CRT/DRE binding factor 4 [*T. monococcum*] AAY32562.1	91	78
						HvCBF9 [*H. vulgare* subsp. *vulgare*] AAX28955.1	96	78

Закінчення таблиці 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
15.	**DaCBFIVd-B6E4**	211	23,1	5.84	+	CRT-binding factor [*L. perenne*] (LpCBFVb) BAF36846.1	95	81
						CRT/DRE binding factor 4 [*T. monococcum*] AAY32562.1	91	78
						AP2 domain CBF protein [*T. aestivum*](TaCBFIVd-26.2a) AFR67796.1	91	78
						CBFIVd-4.1 [*T. aestivum*] ABK55383.1	100	74
16.	**DaDREB4-1**	219	23,2	5.67	+	HvCBF7 [*H. vulgare* subsp. *vulgare*] AAX23704.1	99	87
17.	**DaDREB4-2**	244	26,0	5.90	+	dehydration responsive element binding protein 4-2 [*Oryza sativa* Indica] AIY27949.1	73	68
18.	**DaCBF7** (KM588101)	270	28,2	5.79	+	TmCBF7 [*T. monococcum*] AAX28965.1	100	73

Примітка: * – послідовність зібрано частково.

Характеристики білків – продуктів експресії передбачених генів представлено у таблиці. Для білків, послідовність яких зібрана повністю, довжина відкритої рамки зчитування складає 203–270 а.з., розрахункова молекулярна маса (MW) – 21,8–28,2 кДа, теоретична ізоелектрична точка (pI) – 4,80–8,69, найвища ідентичність до гомологічних білків – 68–91 %. Показники pI у різних груп узгоджуються з даними, отриманими для CBF Poaceae – білки з груп CBF1 і CBF3 мають кислі властивості, тоді як членам підгрупи CBF4 властиві різні значення pI від кислих до основних (Skinner et al., 2005). У таблиці також наведено дані про присутність гомологічних послідовностей у базі мРНК *D. antarctica*, яка була отримана після розшифровування транскриптому рослини цього виду за вирощування в сприятливих умовах. Наявність таких послідовностей свідчить про експресію відповідних генів у рослин щучника в нормі. База даних GenBank також містить розшифровані послідовності транскриптому рослин *D. antarctica*, які піддавали стресу холоду, посухи та засолення (Lee et al., 2013) (SRX143512–SRX143514), проте малий розмір цих архівів не дозволяє ефективно з ними працювати.

Гени *CBF* та *DREB4 D. antarctica*, для яких були зібрані послідовності ДНК та мРНК, не містили інтронів, що є типовим для цієї групи (Skinner et al., 2005).

Аналіз амінокислотних послідовностей, отриманих шляхом трансляції *in silico*, виявив, що білки, які є потенційними продуктами експресії передбачених генів, мають один консервативний ДНК-зв'язувальний AP2/ERF-домен довжиною 59–63 а.з. з послідовністю [A-Z]*WV[A-Z]E[A-Z]R[AZ]*WLG[A-Z]{7}A[A-Z]* (рис. 1). За літературними даними у DREB білків зазвичай консервативні валін (V14) і глутамінова кислота (E19) у позиціях 14 та 19, відповідно. Ці 2 амінокислоти найбільш важливі для зв'язування послідовностей ДНК-мішені. Проте у деяких білків залишок E19 не консервативний, його заміщення аспарагіновою кислотою (D19) майже не впливає на впізнавання сайтів зв'язування (Sakuma et al., 2002). Для багатьох CBF злаків у позиції 19 консервативний валін (Bräutigam et al., 2005). У більшості білків CBF/DREB1 типу присутні мотив VC/SEV/LRE у складі ДНК-зв'язувального домена, сигнал ядерної локалізації PKRPAGRTKFRETRHP, мотив DSAW, що фланкує домен ERF/AP2 і консервативний мотив LWSY на С-кінці (Lata and Prasad, 2011).

Більшість білків DaCBF мають ключовий ДНК-зв'язувальний мотив VCEVR**V**, який також поширений у ортологів інших видів. У DaCBFI-I виявлено мотив **I**CEVRE, у якому заміна валіна на ізолейцин пов'язана зі зміною першого нуклеотида триплета G на A. Серед гомологічних білків такий варіант нами був знайдений лише у ТФ CBF1 *Betula platyphylla* (ADZ23479.1). Така заміна ключової для зв'язування ДНК амінокислоти ставить під сумнів функціональну активність цих ТФ. У DaCBFIVd-B6E1a послідовність цього мотиву змінена на VCE**M**RV, проте цей варіант присутній і у деяких його ортологів.

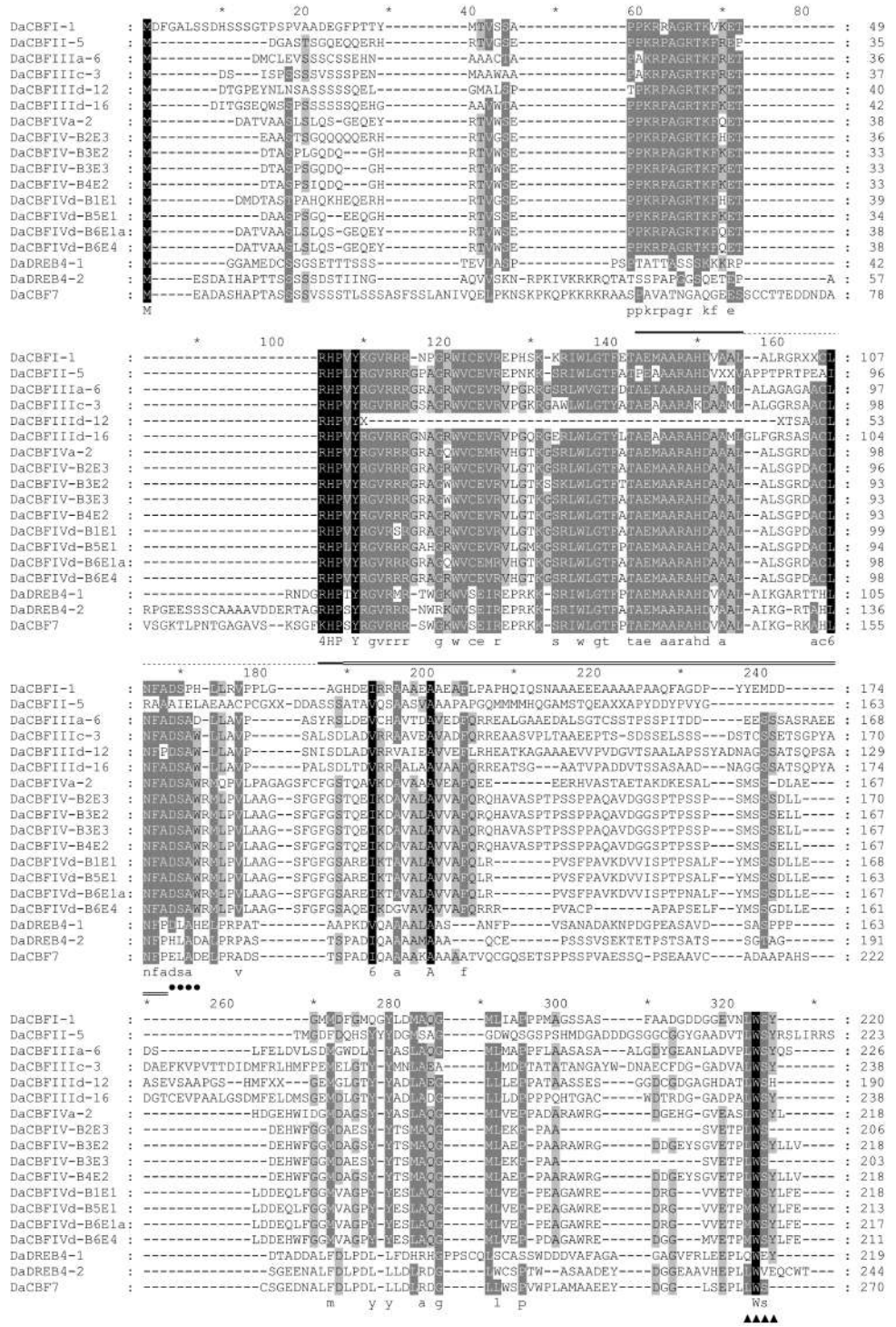


Рис. 1. Вирівнювання амінокислотних послідовностей білків з родин CBF/DREB1 та DREB4 для *D. antarctica*. Сигнал ядерної локалізації підкреслено одинарною лінією, AP2/ERF-домен – подвійною, консервативний мотив DSAW позначено кружечками, LWSY – трикутниками. Консервативні амінокислотні залишки серед усіх або більшості послідовностей виділені чорним та сірим фоном, відповідно.

У мотиві сигналу ядерної локалізації також знайдено відмінності за окремими амінокислотами: у більшості білків DaCBF він має послідовність PKRPAGRTKF**K(H,Q)**ETRHP, а у DaCBFIIIa-6, DaCBFIIIc-3 – **A**KRPAGRTKFRETRHP, але такі варіанти характерні і для ортологів інших рослин. У DaCBFII-5 знайдено варіант мотиву PKRPAGRTKFRE**P**RHP, утворення якого зумовлене заміною першого нуклеотиду триплету А на С. Нам не вдалося знайти гомологічні білки з таким варіантом мотиву в базі даних, можливо це помилка секвенування, оскільки кількість прочитань цієї ділянки гена вкрай обмежена. Послідовність мотиву сигналу ядерної локалізації DaCBFI-1– PKR**R**AGRTK**VK**ETRHP також не зустрічається у ортологів. Найближчі варіанти, які знайдені у гомологічних білків з бази даних, – PKR**R**AGRTKF**K**ETRHP та PKR**R**AGRTK**V**RETRHP. Варіанти мотиву сигналу ядерної локалізації для груп CBF1, CBF3 і CBF4 загалом узгоджуються з даними (Skinner et al., 2005) для однодольних, і відповідно можуть бути записані як PKRP/RAGRxKF/VxETRHP, KRPAGRxKFxETRHP і PKRP/RAGRxKF/LxETRHP.

Мотив DSAW консервативний у більшості білків DaCBF. У DaCBFIIIa-6 цей мотив змінений на DSA**D** (у ортологів йому відповідають послідовності DSAE, DSAQ, DSAS), у DaCBFI-1 – на DS**PH** (у ортологів зустрічаються варіанти DS**PR**, DS**PW**, DS**PL**, DS**PR**). Послідовність DaCBFII-5 зібрана частково і ділянка з цим мотивом туди не увійшла. За виключенням DaCBFIIIa-6, мотиви характерні для груп CBF1, CBF3 і CBF4, збігаються з варіантами, описаними в роботі (Skinner et al., 2005), – відповідно DSA/P, DSAW/E і DSAWR.

Найрізноманітніші відхилення від канонічного варіанту знайдені в С-кінцевому мотиві LWSY. Більша частина їх зустрічається у ортологів, деякі є унікальними для ТФ *D. antarctica*. Так у білків із End1 та End4 присутній кінцевий мотив **M**WSYLFE, до якого найближчий варіант із бази даних - LWSYLFE. Білки із End2 мають мотив LWSYLLV, який не виявлено у гомологічних білків, представлених у базі даних. У DaDREB4-2 кінцевий мотив має послідовність LLWVEQCWT, ТФ з такою послідовністю так само відсутні у базі даних, найближчий знайдений варіант – LLWVEQCWMDAAAPVHPA.

Іншими дослідниками (Skinner et al., 2005) також було виявлено варіабельність розширених мотивів С-кінцевого домену, характерну для членів підгрупи CBF4, що автори пов'язують із холодозалежним зв'язуванням ДНК транскрипційними факторами цієї групи.

У літературі немає інформації щодо характерних консервативних мотивів ТФ з групи DREB4. У білків групи DREB4 *D. antarctica* нами знайдено ключовий для специфічного зв'язування з ДНК-мішенню мотив VSEIRE (Sakuma et al., 2002).

Вирівнювання амінокислотних послідовностей білків з родин CBF/DREB1 та DREB4 *D. antarctica* показало їх найвищу подібність у ділянці AP2/ERF-домену, а в межах родини CBF/DREB1 також у ділянці розташування сигналу ядерної локалізації (рис. 1).

Філогенетичний аналіз показав спорідненість білків передбачених генів *D. antarctica* та білків з родин CBF/DREB1 та DREB4 інших видів рослин, знайдених в базі GenBank (рис. 2). За класифікацією Бадаві та співавторів (Badawi et al., 2007) отримані нами шляхом трансляції *in silico* білки DaCBF розподілилися таким чином: до груп/підгруп I, II, IIIa, IIIc та IVa увійшло по одному ТФ, до IIId – два, до IIIb – жодного. До підгрупи IVd увійшли чотири білки. Ще чотири білки утворили окремий кластер з LpCBFIVa в межах групи IV. Інші їхні найближчі ортологи входять до різних підгруп (таблиця), тому чітко встановити їхню приналежність до підгрупи неможливо. Слід зауважити, що ТФ LpCBFIVa та LpCBFVb, які увійшли до одного кластеру з білками *D. antarctica* з групи IV, були названі авторами (Tamura and Yamada, 2007) без дотримання класифікації Бадаві та співавторів (Badawi et al., 2007), тому їхні назви не відображають приналежність до підгруп, і в дійсності обидва вони належать до групи IV. До кластеру DREB4 увійшли два передбачені нами ТФ та DaCBF7 (KM588101).

Отже, загалом за складом передбачених нами ТФ *D. antarctica* подібна до інших злаків, проведений пошук дозволив виявити представників усіх відомих груп (рис. 2). Було знайдено лише по одному ТФ з груп CBFI та CBFII, однак, за літературними даними, ці групи менш численні порівняно з іншими групами CBF. Група I є найдавнішою групою CBF однодольних і має найвищу ступінь гомології з CBF дводольних (Badawi et al., 2007).

Групи CBFIII та CBFIV у *D. antarctica* найчисленніші, до них відносяться відповідно чотири та вісім з передбачених ТФ. Загалом збільшення розміру родини CBF спостерігається у всіх злаків, але підгрупи IIIc, IIId, IVa, IVb, IVc і IVd зустрічаються тільки у підродини Pooideae, що може свідчити про те, що вони задіяні у механізмах відповіді на стрес, які розвинулися останнім часом під час колонізації цією підродиною місць зростання з помірним кліматом (Badawi et al., 2007; Skinner et al., 2005).

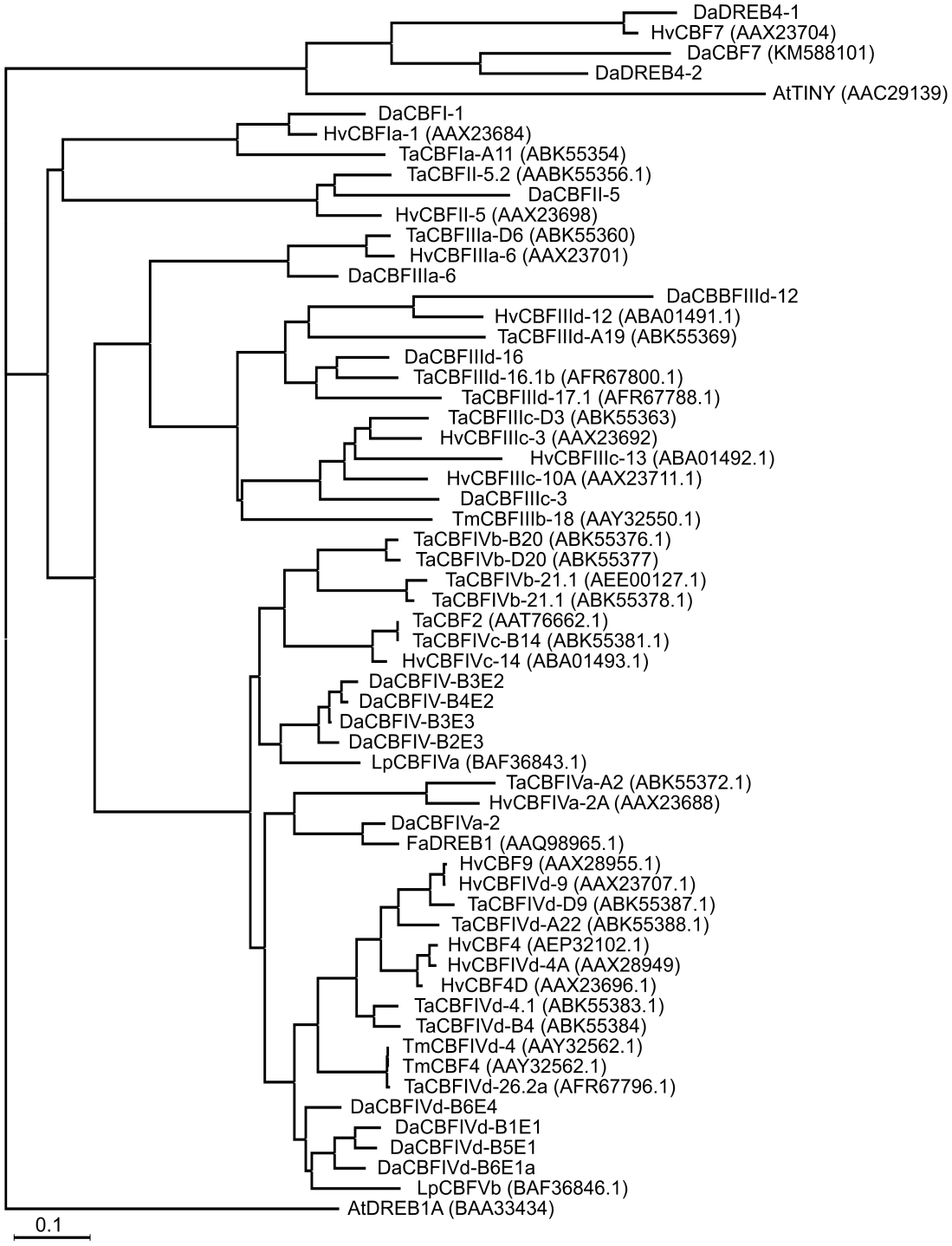


Рис. 2. Філогенетичний аналіз білків з родин CBF/DREB1 та DREB4 *D. antarctica* та інших видів рослин (метод Neighbour Joining). У назвах білків використано такі видові скорочення: At – *Arabidopsis thaliana*; Fa – *Festuca arundinacea*; Hv – *Hordeum vulgare*; Lp – *Lolium perenne*; Ta – *Triticum aestivum*; Tm – *Triticum monococcum*. У дужках наведено ідентифікаційні номери GenBank

За літературними даними, ТФ з цих підгруп мають низку цікавих особливостей. Індукція акліматизації до низьких температур озимих і ярих сортів найбільш холодостійкого злаку – жита – була найсильніше пов'язана з рівнем експресії послідовностей CBF, що належать саме до груп III і IV (Campoli et al., 2009). П'ять підгруп (CBFIIId, IVa, IVb, IVc і IVd) продемонстрували вищу конститутивну і індуковану низькою температурою експресію у озимого сорту *T. aestivum* порівняно з ярим. Це дозволяє припустити, що ТФ з цих підгруп можуть бути основними компонентами, які регулюють у видів Pooideae потенціал толерантності до низьких температур (Badawi et al., 2007).

ТФ *D. antarctica* у межах групи IV утворили кластери, що не зовсім вписувалися у характерні для злаків підгрупи, однак припустити зв'язок появи цих дещо філогенетично віддалених білків із підвищеною холодостійкістю виду важко, оскільки вони кластеризувалися з ТФ *Lolium perenne* L., який є менш зимостійким, ніж інші злаки помірного клімату (Tamura and Yamada, 2007).

У ТФ груп IIId, IVa, IVb, IVc і IVd спостерігали добові коливання рівня експресії, яка досягала максимуму на 8-14 годину після світанку, передуючи нічному зниженню температури (Badawi et al., 2007). Досліджені білки підгрупи HvCBF4 здатні до зв'язування з мотивом CRT лише в умовах низької температури на відміну від членів підгруп HvCBF1 і HvCBF3, які зв'язуються у теплих і холодних умовах (Skinner et al., 2005). Завдяки такій особливості щоденне накопичення цих білків за нормальних умов зростання не викликає змін експресії генів COR. Після падіння температури активність зв'язування з ДНК цих ТФ зростає, а отже вони найвірогідніше є групою, яка функціонує як перша лінія захисту від різких перепадів температури (Badawi et al., 2007). Проведений нами аналіз транскриптомних послідовностей *D. antarctica*, представлених в GenBank, виявив конститутивну експресію ТФ з груп IIIc та IV.

Окрім залежності максимальної активності зв'язування від низьких температур у CBF із групи IV, нехарактерної для представників інших груп (Skinner et al., 2005; Xue, 2003), є й інші дані, які вказують на специфічні властивості і функції різних білків CBF. Показано різну специфічність сайтів зв'язування ДНК для окремих CBF у *A. thaliana* (Sakuma et al., 2002), ячменю (Xue, 2002; Xue, 2003; Skinner et al., 2005), *Brassica napus* (Gao et al., 2002) і рису (Dubouzet et al., 2003). Великі відмінності за рівнем і/або кінетикою індукції експресії спостерігали між окремими CBF у видів *Triticum* (Badawi et al., 2007), *Lolium perenne* (Tamura and Yamada, 2007), *Brassica napus* (Gao et al., 2002), *Eucalyptus gunnii* (Navarro et al., 2009) і видів *Vitis* (Xiao et al., 2006). Для видів *Vitis* (Xiao et al., 2008) продемонстровано тканиноспецифічність експресії різних CBF, такі ж дані отримано для *A. thaliana* (Novillo et al., 2007).

Решта проаналізованих у нашому дослідженні ТФ *D. antarctica,* а саме два передбачені нами ТФ разом із описаним раніше DaCBF7 (KM588101, Byun et al., 2015), увійшли до кластеру DREB4. Літературні дані щодо цієї групи обмежені, деякі автори відносять ці ТФ до групи CBF (Skinner et al., 2005; Nakano et al., 2006). Біологічні функції описані лише для окремих ТФ (Sakuma et al., 2002; Skinner et al., 2005; Byun et al., 2015; Tian et al., 2005; Wei et al., 2005), але загалом ця група є численнішою (Sakuma et al., 2002; Sharoni et al., 2011). Передбачені нами білки виявили досить високу гомологію до описаних у літературі ТФ, для яких показана індукція за дії холоду, посухи, та при засоленні грунту (Skinner et al., 2005; Byun et al., 2015) (рис. 2). За даними аналізу транскриптомних послідовностей з GenBank, ТФ *D. antarctica* з групи DREB4 характеризуються конститутивною експресією, як це було описано раніше (Tian et al., 2005; Byun et al., 2015). Особлива функціональна роль різних груп CBF та DREB4 свідчить про необхідність подальшої роботи для виявлення їх внеску у формування холодостійкості *D. antarctica*.

Порівняльні дослідження показують, що шлях відповіді на холод, у якому задіяні CBF, консервативний у багатьох видів із різним рівнем здатності до холодової акліматизації (Jaglo et al., 2001). Загалом групи CBF у членів триби пшеничних (Triticeae) мають подібний склад генів-ортологів (Campoli et al., 2009), проте, є велика різниця у здатності переживати негативні температури, наприклад, між озимими сортами жита та озимою пшеницею і ячменем (Fowler and Carles, 1979). Це свідчить про існування додаткових генетичних основ відмінностей за холодостійкістю, літературні дані щодо яких обговорюються нижче.

Рівень експресії генів з групи CBF. У низці робіт було знайдено кореляцію морозостійкості з рівнем експресії генів з групи CBF. Такі дані одержано для *A. thaliana* (Hannah et al., 2006), ячменю звичайного *Hordeum vulgare* (Skinner et al., 2005), пшениці м'якої *Triticum aestivum* (Knox et al., 2008; Todorovska et al., 2014), гексаплоїдних пшениць *T. aestivum* і *T. monococcum* (Badawi et al., 2007), *Poncirus trifoliata* і грейпфрута *Citrus paradisi* (Champ et al., 2007).

Число копій кодуючих послідовностей CBF. Значне число генів у геномах рослин розташовані тандемно (Moore and Purugganan, 2005), що свідчить про те, що дуплікація генів є поширеним процесом. Як згадувалося вище, у Pooideae зазнали дуплікацій підродини CBF3 і CBF4 (Badawi et al., 2007). Три гена *CBF* у *A. thaliana* розташовані тандемно на четвертій хромосомі, що вказує на те, що до створення даного кластеру CBF привели локальні дуплікації. Чотири паралоги *CBF* арабідопсиса (*CBF1-CBF3* / *CBF4* / *DDF1* / *DDF2*) також виникли внаслідок трьох незалежних сегментних дуплікацій (Tang et al., 2008). Філогенетичний аналіз виявив, що поява гена *CBF4* у *S.commersonii* і кластера *CBF5-CBF4* у *Solanum tuberosum* є результатом дуплікації кластеру *CBF3-CBF1-CBF2* (Pennycooke et al., 2008). Оскільки гени *CBF* не мають інтронів, дубліковані копії могли виникнути

за допомогою транспозиції, проте їхня безпосередня близькість більшою мірою узгоджується з утворенням шляхом проковзування ДНК-полімерази під час реплікації (Semple and Wolfe, 1999).

У межах окремих видів число копій генів також може відрізнятися, прямо корелюючи із холодостійкістю. Показано, що у озимого ячменю сортів Dicktoo і Nure збільшене число копій генів *CBF* порівняно з ярими сортами Morex і Tremois. Блот гібридизація з ДНК пшениці виявила більше число копій *CBF14* у озимої пшениці, порівняно з ярою. Озимі пшениці, що походять від кримських місцевих сортів, мають підвищену кількість копій *CBF14*, ніж пшениці з країн Західної та Північної Європи, а також перевершують їх за морозо- і зимостійкістю (Knox et al., 2010). За даними (Dhillon and Stockinger, 2013) у пшениці морозо- та зимостійкі генотипи мають більшу кількість тандемних копій геномної області, що включає гени *Cbf2A* і *Cbf4B,* ніж менш стійкі генотипи. Крім того, серед гексаплоїдних червоних пшениць озимі генотипи мають більшу кількість копій *Cbf14,* ніж ярі.

Дуплiковані гени надають перевагу організму за рахунок адитивної дії, крім того вони є ключовою рушійною силою для створення нових функцій генів. Буферний ефект, створений великою кількістю дуплікованих генів, приводить до зниження тиску добору на окремі гени з додатковою функцією у сигнальній системі відповіді на холодовий стрес, і отже, до зростання їхнього нуклеотидного різноманіття (Moore and Purugganan, 2005).

Розмір регулона CBF. Мінливість лише за генами CBF не може пояснити всі відмінності за холодостійкістю. У деяких випадках регулон CBF може мати меншу чисельність або менш виражено реагувати на стресові умови. Наприклад, у *A. thaliana* регулон CBF включає за різними даними 85-172 генів (Vogel et al., 2005; Jia et al., 2016; Park et al., 2015), у тополі – 63 гени (Benedict et al., 2006), в той час як регулони CBF томата (Zhang et al., 2004) і рису (Dubouzet et al., 2003) мають лише близько 10 генів. Аналогічні дані отримано за допомогою транскриптомного аналізу для тропічних злаків порівняно із злаками помірної зони (Tondelli et al., 2011).

Внесок інших генних мереж. Отримано свідчення того, що активація під впливом холоду регулона CBF передбачає спільне регулювання разом із іншими факторами першої хвилі транскрипції, що регулювальна геннна мережа відповіді на низьку температуру є комплексною і підвищення морозостійкості, яке відбувається при холодовій акліматизації, лише частково залежить від регулювального модуля CBF (Park et al., 2015; Vogel et al., 2005; Fowler et al., 2002; Zhao et al., 2016; Jia et al., 2016). Потрібні додаткові дослідження для визначення участі CBF та інших компонентів генних мереж у відповіді на стрес у різних видів рослин.

Чисельність та склад груп DREB1/CBF і DREB4 *D. antarctica*, визначені нами шляхом біоінформатичного аналізу даних рошифровування геному та транскриптому виду, виявилися подібними до описаних у літературі для інших злаків. Виходячи з цього, можна припустити, що підвищена опірність холодовому стресу цієї рослини може бути пов’язана із внеском інших чинників, таких як підвищена експресія цих ТФ, збільшена копійність їх послідовностей у геномі, розмір та особливості їхнього регулону та внесок інших генних мереж.

4. Висновки

Вперше передбачені *in silico* послідовності 17 генів індукованих холодом транскрипційних факторів DREB1/CBF та DREB4. Встановлено, що послідовності білкових продуктів передбачених генів містять характерні для цих груп ДНК-зв’язувальний домен AP2/ERF і консервативні мотиви, а також показано високу гомологію їхніх послідовностей до білків-ортологів споріднених видів рослин. Філогенетичний аналіз показав, що структура групи передбачених транскрипційних факторів *D. antarctica* у цілому подібна до описаної для інших злаків: до нечисленних підгруп CBFI та CBFII увійшло по одному ТФ, до більш численних груп CBFIII та CBFIV – відповідно чотири та вісім. До кластеру DREB4 увійшли три ТФ. Аналіз транскриптомних послідовностей показав конститутивну експресію ТФ з груп CBFIIIc, CBF IV та DREB4. Не вдалося виявити суттєвих особливостей чисельності та складу груп DREB1/CBF та DREB4, які б пояснювали підвищену холодостійкість *D. antarctica*, що може свідчити про роль у її формуванні інших причин, таких як підвищена експресія, копійність цих послідовностей у геномі, розмір та особливості регулону цих ТФ та внесок інших генних мереж.

Список литературы

1. **Бублик О. М.,** Андрєєв І. О., Кунах В. А. Ідентифікація та аналіз *in silico* генів стрес-індукованих транскрипційних факторів DREB2 у *Deschampsia antarctica* Desv. // Фактори експериментальної еволюції організмів. – 2016. – Т. 19. – С.202 − 208.
2. **Alberdi M.,** Bravo L.A., Gutiérrez A., Gidekel M., Corcuera L.J. Ecophysiology of Antarctic vascular plants // Physiol. Plant. – 2002. – Vol. 115. – P. 479 – 486.

3. **Badawi M.,** Danyluk J., Boucho B., Houde M., Sarhan F. The CBF gene family in hexaploid wheat and its relationship to the phylogenetic complexity of cereal CBFs // Mol. Genet. Genomics. – 2007. – Vol. 277. – P. 533–554.
4. **Benedict C.,** Skinner J.S., Meng R., Chang Y., Bhalerao R., Huner N.P., Finn C.E., Chen T.H., Hurry V. The CBF1-dependent low temperature signalling pathway, regulon and increase in freeze tolerance are conserved in *Populus spp.* // Plant Cell Environ. – 2006. – Vol. 29. – P. 1259 – 1272.
5. **Bräutigam M.,** Lindlöf A., Zakhrabekova S., Gharti-Chhetri G., Olsson B., Olsson O. Generation and analysis of 9792 EST sequences from cold acclimated oat, *Avena sativa* // BMC Plant Biol. – 2005. – 5:18.
6. **Byun M. Y.,** Lee J., Cui L.H., Kang Y., Oh T.K., Park H., Lee H., Kim W.T. Constitutive expression of DaCBF7, an Antarctic vascular plant *Deschampsia antarctica* CBF homolog, resulted in improved cold tolerance in transgenic rice plants // Plant Sci. – 2015. – Vol. 236. – P. 61 – 74.
7. **Camacho C.,** Coulouris G., Avagyan V., Ma N., Papadopoulos J., Bealer K., Madden T.L. BLAST+: architecture and applications // BMC Bioinformatics. – 2009. – Vol. 10. – P. 421.
8. **Campoli Ch.,** Matus-Cádiz M. A., Pozniak C. J., Cattivelli L., Fowler D.B. Comparative expression of Cbf genes in the Triticeae under different acclimation induction temperatures // Mol. Genet. Genomics. – 2009. – Vol. 282. – P. 141 – 152.
9. **Champ K. I.,** Febres V. J., Moore G. A. The role of CBF transcriptional activators in two Citrus species (Poncirus and Citrus) with contrasting levels of freezing tolerance // Physiol. Plant. – 2007. – Vol. 129. – P. 529 – 541.
10. **Dhillon T.,** Stockinger E. J. Cbf14 copy number variation in the A, B, and D genomes of diploid and polyploid wheat // Theor. Appl. Genet. – 2013. –Vol. 126, № 11. – P. 2777 – 2789.
11. **Dubouzet J. G.,** Sakuma Y., Ito Y., Kasuga M., Dubouzet E. G., Miura S., Seki M., Shinozaki K., Yamaguchi-Shinozaki K. OsDREB genes in rice, *Oryza sativa* L., encode transcription activators that function in drought-, high-salt- and cold-responsive gene expression // Plant J. – 2003. – Vol. 33. – P. 751 – 763.
12. **Eulgem T.** Regulation of the Arabidopsis defense transcriptome // Trends Plant Sci. – 2005. – Vol. 10, № 2. – P. 71 – 78.
13. **Fowler D. B.,** Carles R. J. Growth, development, and cold tolerance of fall-acclimated cereal grains // Crop Sci. – 1979. – Vol. 19. – P. 915–922.
14. **Fowler S.,** Thomashow M. F. Arabidopsis transcriptome profiling indicates that multiple regulatory pathways are activated during cold acclimation in addition to the CBF cold response pathway // Plant Cell. – 2002. – Vol. 14, № 8. – P. 1675–1690.
15. **Francia E.,** Rizza F., Cattivelli L., Stanca A. M., Galiba G., Toth B., Hayes P. M., Skinner J. S., Pecchioni N. Two loci on chromosome 5H determine low-temperature tolerance in a 'Nure' (winter) x 'Tremois' (spring) barley map // Theor. Appl. Genet. – 2004. – Vol. 108. – P. 670–680.
16. **Gao M. J., Allard G., Byass L.,** Flanagan A. M., Singh J. Regulation and characterization of four CBF transcription factors from *Brassica napus* // Plant Molecular Biology. – 2002. –Vol. 49. – P. 459–471.
17. **Gasteiger E.,** Hoogland C., Gattiker A., Duvaud S., Wilkins M. R., Appel R. D., Bairoch A. Protein identification and analysis tools on the ExPASy server / Ed. by Walker J.M. The proteomics protocols handbook. – Totowa, N.J.: Humana Press, 2005. – P. 571–607.
18. **Gilmour S.J.,** Zarka D. G., Stockinger E. J., Salazar M. P., Houghton J. M., Thomashow M. F. Low temperature regulation of the Arabidopsis CBF family of AP2 transcriptional activators as an early step in cold-induced COR gene expression // Plant J. – 1998. – Vol. 16. – P. 433–442.
19. **Haake V**., Cook D., Riechmann J. L., Pineda O., Thomashow M. F., Zhang J. Z. Transcription factor CBF4 is a regulator of drought adaptation in Arabidopsis // Plant Physiol. – 2002. – Vol. 130. – P. 639–648.
20. **Hannah M.A.,** Wiese D., Freund S., Fiehn O., Heyer A. G., Hincha D. K. Natural genetic variation of freezing tolerance in Arabidopsis // Plant Physiology. – 2006. – Vol. 142. – P. 98–112.
21. **Hussain S. S.,** Kayani M. A., Amjad M. Transcription factors as tools to engineer enhanced drought stress tolerance in plants // Biotechnol. Progr. – 2011. – Vol. 27, № 2 . – P. 297–306.
22. **Jaglo K. R.,** Kle V. S., Amundsen K. L., Zhang X., Haake V., Zhang J. Z., Deits T., Thomashow M.F. Components of the Arabidopsis C-repeat/dehydration-responsive element binding factor cold-response pathway are conserved in *Brassica napus* and other plant species // Plant Physiol. – 2001.– Vol. 127. – P. 910–917.
23. **Jaglo-Ottosen** K. R., Gilmour S. J., Zarka D. G., Schabenberger O., Thomashow M. F. Arabidopsis CBF1 overexpression induces COR genes and enhances freezing tolerance // Science. – 1998. – Vol. 280. – P. 104–106.
24. **Jia Y.,** Ding Y., Shi Y., Zhang X., Gong Zh., Yang Sh. The *cbfs* triple mutants reveal the essential functions of *CBFs* in cold acclimation and allow the definition of CBF regulons in *Arabidopsis* // New Phytologist. – 2016. – Vol. 212, Iss. 2. – P. 345–353.
25. **Jiang F.,** Wang F., Wu Z., Li Y., Shi G., Hu J., Hou X. Components of the Arabidopsis CBF cold-response pathway are conserved in non-heading chinese cabbage // Plant Mol. Biol. Rep. – 2011. – Vol. 29. – P. 525–532.
26. **Kasuga M.,** Liu Q., Miura S., Yamaguchi-Shinozaki K., Shinozaki K. Improving plant drought, salt, and freezing tolerance by gene transfer of a single stress inducible transcription factor // Nat. Biotechnol. – 1999. – Vol. 17. – P. 287–291.

27. **Knox A.K.,** Dhillon T., Cheng H., Tondelli A., Pecchioni N., Stockinger E. J. CBF gene copy number variation at Frost Resistance-2 is associated with levels of freezing tolerance in temperate-climate cereals // Theor. Appl. Genet. – 2010. – P. 121, № 1. – P. 21–35.
28. **Knox A. K.,** Li Ch., Vágújfalvi A., Galiba G., Stockinger E. J., Dubcovsky J. Identification of candidate CBF genes for the frost tolerance locus Fr-A^{m}2 in *Triticum monococcum* // Plant Mol. Biol. – 2008. – Vol. 67. – P. 257–270.
29. **Lata Ch.,** Prasad M. Role of DREBs in regulation of abiotic stress responses in plants // J. Exp. Bot. – 2011. – Vol. 62, № 14. – P. 4731–4748.
30. **Lee J.,** Kang Y., Shin S. C., Park H., Lee H. Combined analysis of the chloroplast genome and transcriptome of the Antarctic vascular plant *Deschampsia antarctica* Desv // PLOS ONE. – 2014. – Vol. 9, Iss. 3 – e92501.
31. **Lee J.,** Noh E. K., Choi H.-S., Shin S., Park H., Lee H. Transcriptome sequencing of the Antarctic vascular plant *Deschampsia antarctica* Desv. under abiotic stress // Planta. – 2013. – Vol. 237. – P. 823–836.
32. **Liu Q.,** Kasuga M., Sakuma Y., Abe H., Miura S., Yamaguchi-Shinozaki K., Shinozaki K. Two transcription factors, DREB1 and DREB2, with an EREBP/AP2 DNA binding domain separate two cellular signal transduction pathways in drought- and low temperature-responsive gene expression, respectively, in Arabidopsis // Plant Cell. – 1998. – Vol. 10. – P. 1391–1406.
33. **Miller A. K.,** Galiba G., Dubcovsky J. A cluster of 11 CBF transcription factors is located at the frost tolerance locus Fr-A^{m}2 in *Triticum monococcum* // Mol. Genet. Genomics. – 2006. – Vol. 275. – P. 193–203.
34. **Mohseni S.,** Che H., Djillali Z., Dumont E., Nankeu J., Danyluk J. Wheat CBF gene family: identification of polymorphisms in the CBF coding sequence // Genome. – 2012. – Vol. 55, № 12. – P. 865–881.
35. **Moore R. C.,** Purugganan M. D. The evolutionary dynamics of plant duplicate genes // Curr. Opin. Plant. Biol. – 2005. – Vol. 8. – P. 122–128.
36. **Nakano T.,** Suzuki K., Fujimura T., Shinshi H. Genome-wide analysis of the ERF gene family in Arabidopsis and rice // Plant Physiol. – 2006. – Vol. 140. – P. 411–432.
37. **Nakashima K.,** Yamaguchi-Shinozaki K. Regulons inovolved in osmotic stress-responsive and cold stress-responsive gene expression in plants // Physiol. Plant. –2006. – Vol. 126. – P. 62–71.
38. **Navarro M.,** Marque G., Ayax C., Keller G., Borges J. P., Marque C., Teuliéres C. Complementary regulation of four Eucalyptus CBF genes under various cold conditions // J Exp. Bot. – 2009. – Vol. 60, № 9. – P. 2713–2724.
39. **Nicholas K. B.,** Nicholas H. B. J., Deerfield D. W. GeneDoc: analysis and visualization of genetic variation // EMBNEW News. – 1997. – Vol. 4. – P. 14.
40. **Novillo F.,** Alonso J. M., Ecker J. R., Salinas J. CBF2/DREB1C is a negative regulator of CBF1/DREB1B and CBF3/DREB1A expression and plays a central role in stress tolerance in Arabidopsis // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. – 2004. – Vol. 101. – P. 3985–3990.
41. **Novillo F.,** Medina J., Salinas J. Arabidopsis CBF1 and CBF3 have a different function than CBF2 in cold acclimation and define different gene classes in the CBF regulon // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. – 2007. – Vol. 104. – P. 21002–21007.
42. **Okonechnikov K.,** Golosova O., Fursov M., the UGENE team. Unipro UGENE: a unified bioinformatics toolkit // Bioinformatics. – 2012. – Vol. 28. – P. 1166-1167. doi:10.1093/bioinformatics/bts091
43. **Park S.,** Lee Ch.-M., Doherty C. J., Gilmour S. J., Kimand Y. S., Thomashow M.F. Regulation of the Arabidopsis CBF regulon by a complex low-temperature regulatory network // Plant J. – 2015. – Vol. 82. – P. 193–207.
44. **Parnikoza I.,** Kozeretska I., Kunakh V. Vascular plants of the Maritime Antarctic: Origin and adaptation // Am. J. Plant Sci. – 2011. – Vol.2, N3. – P.381-395. DOI: 10.4236/ajps.2011.23044
45. **Pennycooke J. C.,** Cheng H., Roberts S. M., Yang Q., Rhee S.Y., Stockinger E.J. The low temperature-responsive, Solanum CBF1 genes maintain high identity in their upstream regions in a genomic environment undergoing gene duplications, deletions, and rearrangements // Plant Mol. Biol. – 2008. – Vol. 67. – P. 483–497.
46. **Saitou N,** Nei M. The neighbor-joining method: a new method for reconstructing phylogenetic trees // Mol. Biol. Evol. – 1987. – Vol. 4, Iss. 4. – P. 406–425.
47. **Sakuma Y.,** Liu Q., Dubouzet J. G., Abe H., Shinozaki K., Yamaguchi-Shinozaki K. DNA-binding specificity of the ERF/AP2 domain of Arabidopsis DREBs, transcription factors involved in dehydration- and cold-inducible gene expression // Biochem. Biophys. Res. Commun. – 2002. – Vol. 290, № 3. – P. 998–1009.
48. **Semple C.,** Wolfe K. H. Gene duplication and gene conversion in the *Caenorhabditis elegans* genome // J. Mol. Evol. – 1999. – Vol. 48. – P. 555–564.
49. **Sharoni A.** M., Nuruzzaman M., Satoh K., Shimizu T., Kondoh H., Sasaya T., Choi I.R., Omura T., Kikuchi S. Gene structures, classification and expression models of the AP2/EREBP transcription factor family in rice // Plant Cell Physiol. – 2011. – Vol. 52, № 2. – P. 344–360.

50. **Skinner J. S.,** von Zitzewitz J., Szucs P., Marquez-Cedillo L., Filichkin T., Amundsen K., Stockinger E.J., Thomashow M.F., Chen T.H., Hayes P.M. Structural, functional, and phylogenetic characterization of a large CBF gene family in barley // Plant Mol. Biol. – 2005. – Vol. 59. – P. 533–551.
51. **Stockinger** E. J., Gilmour S. J., Th omashow M. F. *Arabidopsis thaliana* CBF1 encodes an AP2 domain-containing transcriptional activator that binds to the C-repeat/DRE, a cis-acting DNA regulatory element that stimulates transcription in response to low temperature and water deficit // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. – 1997. – Vol. 94. – P. 1035–1040.
52. **Sun S.,** Yu J.P., Chen F., Zhao T.J., Fang X.H., Li Y.Q., Sui S.F. TINY, a dehydration responsive element (DRE)-binding protein-like transcription factor connecting the DRE and ethylene-responsive element-mediated signaling pathways in Arabidopsis // J. Biol. Chem. – 2008. – Vol. 283, № 10. – P. 6261–6271.
53. **Tamura K.,** Yamada T. A perennial ryegrass CBF gene cluster is located in a region predicted by conserved synteny between Poaceae species // Theor. Appl. Genet. – 2007. –Vol. 114, № 2. P. 273–283.
54. **Tang H.,** Bowers J. E., Wang X., Ming R., Alam M., Paterson A.H. Synteny and collinearity in plant genomes // Science. – 2008. – Vol. 320. – P. 486–488.
55. **Thomashow M. F.** Plant cold acclimation: freezing tolerance genes and regulatory mechanisms // Annu. Rev. Plant Physiol. Plant. Mol. Biol. – 1999. – Vol. 50. – P. 571–599.
56. **Thompson** J. D., Higgins D. G., Gibson T. J. CLUSTAL W: improving the sensitivity of progressive multiple sequence alignment through sequence weighting, position-specific gap penalties and weight matrix choice // Nucleic Acids Res. – 1994. – Vol. 22. – P. 4673–4680.
57. **Tian X.-H.,** Li X.-P., Zhou H.-L., Zhang J.-S., Gong Zh.-Zh., Chen Sh.-Y. OsDREB4 genes in rice encode AP2-containing proteins that bind specifically to the dehydration-responsive element // J. Integr. Plant Biol. – 2005. – Vol. 47, № 4. – P. 467−476.
58. **Todorovska E. G**., Kolev S., Christov N. K., Balint A., Kocsy G., Vágújfalvi A., Galiba G. The expression of CBF genes at Fr-2 locus is associated with the level of frost tolerance in Bulgarian winter wheat cultivars // Biotechnol. Biotechnol. Equip. – 2014. – Vol. 28, № 3. – P. 392–401.
59. **Tondelli A.,** Francia E., Barabaschi D., Pasquariello M., Pecchioni N. Inside the CBF locus in Poaceae // Plant Sci. – 2011. – Vol. 180. – P. 39–45.
60. **Vogel J.T.,** Zarka D. G., Van Buskirk H.A., Fowler S.G., Thomashow M.F. Roles of the CBF2 and ZAT12 transcription factors in configuring the low temperature transcriptome of Arabidopsis // Plant J. – 2005. – Vol. 41. – P. 195–211.
61. **Wang Q.,** Guan Y., Wu Y., Chen H., Chen F., Chu C. Over-expression of a rice OsDREB1F gene increases salt, drought, and low temperature tolerance in both Arabidopsis and rice // Plant Mol. Biol. – 2008. – Vol. 67. – P. 589–602.
62. **Wang Q. J.,** Xu K.Y., Tong Z. G., Wang S. H., Gao Z. H., Zhang J. Y., Zong Ch.-W., Qiao Y.-Sh., Zhang Zh. Characterization of a new dehydration responsive element binding factor in central arctic cowberry // Plant Cell Tiss. Organ Cult. – 2010. – Vol. 101. – P. 211–219.
63. **Wei G.,** Pan Y., Lei J., Zhu Y.-X. Molecular cloning, phylogenetic analysis, expressional profiling and *in vitro* studies of TINY2 from *Arabidopsis thaliana* // J. Biochem. Mol. Biol. 2005. – Vol. 38. – P. 440–446.
64. **Xiao H.,** Tattersall E. A., Siddiqua M. K., Cramer G. R., Nassuth A. CBF4 is a unique member of the CBF transcription factor family of *Vitis vinifera* and *Vitis riparia* // Plant Cell Environ. – 2008. – Vol. 31. – P. 1–10.
65. **Xiao H.,** Siddiqua M., Braybrook S., Nassuth A. Three grape CBF/DREB1 genes respond to low temperature, drought and abscisic acid // Plant Cell Environ. – 2006. – Vol. 29, № 7. – P. 1410–1421.
66. **Xue G.-P.** Characterization of the DNA-binding profile of barley HvCBF1 using an enzymatic method for rapid, quantitative and high-throughput analysis of the DNA binding activity // Nucleic Acids Res. – 2002. – Vol. 30, № 15. – P. 77.
67. **Xue G.-P.** The DNA-binding activity of an AP2 transcriptional activator HvCBF2 involved in regulation of low temperature responsive genes in barley is modulated by temperature // Plant J. – 2003. – Vol. 33, № 2. – P. 373–383.
68. **Yamaguchi-Shinozaki K.,** Shinozaki K. Transcriptional regulatory networks in cellular responses and tolerance to dehydration and cold stresses // Annu. Rev. Plant Biol. – 2006. – Vol. 57. – P. 781–803.
69. **Yang W.,** Liu X. D., Chi X. J., Wu C.A., Li Y.Z., Song L.L., Liu X.M., Wang Y.F., Wang F.W., Zhang C., Liu Y., Zong J.M., Li H.Y. Dwarf apple MbDREB1 enhances plant tolerance to low temperature, drought, and salt stress via both ABA-dependent and ABA-independent pathways // Planta. – 2011. – Vol. 233. – P. 219–229.
70. **Zhang X.,** Fowler S. G., Cheng H., Lou Y., Rhee S.Y., Stockinger E.J., Thomashow M.F. Freezing-sensitive tomato has a functional CBF cold response pathway, but a CBF regulon that differs from that of freezing-tolerant Arabidopsis // Plant J. – 2004. – Vol. 39. – P. 905–919.
71. **Zhao C.,** Zhang Z., Xie S., Si T., Li Y., Zhu J.-K. Mutational evidence for the critical role of CBF genes in cold acclimation in Arabidopsis // Plant Physiol. – 2016. – Vol. 171. – P. 2744–2759.

УКРАЇНСЬКИЙ АНТАРКТИЧНИЙ ЖУРНАЛ

УАЖ, №15, 96—105 (2016)

УДК 913(9):574

МОДЕЛИРОВАНИЕ НАЗЕМНЫХ И ПОДВОДНЫХ БИОТОПОВ О. ГАЛИНДЕЗ (АРГЕНТИНСКИЕ ОСТРОВА, ЗАПАДНАЯ АНТАРКТИКА) С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Утевский А. Ю.[1], Сенная Е. И.[2], Березкина А. Е.[3], Шмырев Д. В.[1], Попов В. С.[2]

[1]Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина, кафедра зоологии и экологии животных, 61022, Украина, г. Харьков, Майдан Свободы 4, andriy.utevsky@karazin.ua
[2]Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина, кафедра физической географии и картографии, 61022, Украина, г. Харьков, Майдан Свободы 4, o.sinna@karazin.ua
[3] Государственное учреждение Национальный антарктический научный центр МОН Украины, 01601, Украина, г. Киев, бульвар Тараса Шевченко, 16, uac@uac.gov.ua, anna.berezkina@i.ua

Реферат. Геоинформационные системы являются современным инструментом сбора, хранения, анализа и графической визуализации пространственных данных и связанной с ними информации. Представлены результаты объединения в единый геоинформационный ресурс результатов акустической съемки дна избранных участков акваторий, анализа биоразнообразия подводных ландшафтов, химического и морфологического анализа примитивных почв о. Галиндез (Аргентинские острова, Западная Антарктика). Для визуализации данных использовано стандартное картографическое отображение и трёхмерное моделирование с использованием ArcGISTM.

Modelling of terrestrial and underwater biotopes of Galindez Island (Argentine Islands, West Antarctica) using a geographic information system.
Utevsky A. Yu., Sinna O. I., Berezkina A. Y., Shmyrov D. V., Popov V. S.

Abstract. Geographic information systems (GIS) are a modern tool for the collection, storage, analysis and graphical visualization of spatial data and related information. The results of unification into a single GIS resource of the acoustic survey of selected areas of the bottom floor, biodiversity analysis of underwater landscapes and chemical and morphological analyses of primitive soils of Galindez Island (Argentine Islands, West Antarctica) are presented. Standard cartographic mapping and three-dimensional modeling using ArcGISTM are used to visualize the data.

Моделювання наземних та підводних біотопів о. Галіндез (Аргентинські острови, Антарктика) з використанням геоінформаційних систем.
Утєвський А. Ю., Сінна О. І., Березкіна А. Є., Шмирьов Д. В., Попов В. С.

Реферат. Геоінформаційні системи є сучасним інструментом збору, збереження, аналізу та графічної візуалізації просторових даних і пов'язаної з ними інформації. Представлені результати об'єднання в єдиний геоінформаційний ресурс результатів акустичної зйомки обраних ділянок дна, аналізу біорізноманіття підводних ландшафтів, хімічного і морфологічного аналізу примітивних грунтів о Галіндез (Аргентинські острови, Західна Антарктика). Для візуалізації даних використано стандартне картографічне відображення і тривимірне моделювання з використанням ArcGISTM.

1. Введение

Геоинформационные системы (ГИС) как инструмент сбора, хранения, анализа и графической визуализации пространственных данных и связанной с ними информации из области правительственного, коммерческого и хозяйственного использования активно переходят в область экологических и биологических исследований. ГИС дают возможность совместного использования различной информации на единой пространственной основе, объединяющей две основные информационные составляющие: графическую (картографическая, геопривязанная) и табличную (традиционную и наиболее часто применяемую форму организации баз данных). Именно такой подход дал возможность развить множество направлений и способов ГИС-анализа количественных и качественных данных об объектах и территориях в экологических исследованиях. Подходы к разработке ГИС стремительно развиваются и меняются, базы данных давно не являются уже только реляционными, представление графики выходит далеко за пределы только произведений «классической» картографии. Интенсивно используется дистанционное зондирование, космические снимки, 3D-моделирование комбинированных изображений. Современные сетевые технологии дают возможность анализа данных не только отдельным специалистам или группе специалистов, но и обеспечивают широкое распространение, обмен данными посредством WEB-решений, а также онлайн-анализ данных аналитическими средствами, доступными непосредственно в WEB-среде.

Преимущества ГИС могут быть широко использованы при реализации пространственного анализа в комплексных биологических исследованиях, анализе географически привязанных данных и пространственно зависимых показателях. Такой подход оказался эффективным при разработке проектов морских охраняемых районов [1]. ГИС также стали применяться при комплексных экологических описаниях морских прибрежных зон [2], а также глубоководных зон различных районов Мирового океана. Использование ГИС в анализе связей биоразнообразия с особенностями ландшафта позволило сформировать новый подход в экологических исследованиях, получивший название “Habitat mapping”. “Habitat mapping” в настоящее время активно используется в морских экологических и биологических исследованиях [3]. Начинает применяться он и в Антарктике. Применение этого подхода связано с обоснованием выделения морских охраняемых районов [4]. Однако значительная часть доступных ГИС представляет собой коллекцию разнообразных картографических материалов [5] или имеет глобальный характер, охватывая значительные территории и акватории [6, 7].

2. Задачи

В связи с этим авторы провели исследования, направленные на описание сравнительно небольших по площади участков дна и суши в районе УАС «Академик Вернадский». Целью исследования являлось описание биоразнообразия бентосных сообществ и их связи с особенностями рельефа дна для обоснования создания охраняемых районов [8, 9]. Для решения поставленной задачи в районе исследований была создана сеть наземных и подводных биогеографических полигонов, на которых регулярно учитываются биологические объекты и собираются образцы (мхи, лишайники, водоросли, беспозвоночные, почвы) с определением координат точек сбора или учета [8-14]. Для подводных наблюдений в акватории о. Галиндез были выделены четыре района, в которых закладывались трансекты с определенными координатами для визуального учета (а также с использованием подводной фотографии) компонентов бентосных сообществ. Первичные данные о структуре рельефа дна были получены с использованием акустической съемки.

3. Методология

Для анализа географического распределения, связи с ландшафтом, осуществления пространственного анализа данных о биоразнообразии бентосных сообществ была использована привязка по координатам x, y, z. Для визуализации данных использовано стандартное картографическое отображение и трёхмерное моделирование. Методология современного внедрения ГИС в биологические исследования бентосных сообществ акваторий вблизи УАС включает несколько взаимосвязанных этапов и составляющих:

– сбор данных по разным направлениям исследований (биологические, географические) в ходе экспедиций на УАС;

– конвертация и интеграция в ГИС данных разных форматов и направлений исследований;

– систематизация в ГИС данных полевых исследований и результатов их камеральной обработки, анализ данных;

– оформление результатов исследований и их представление в виде наглядных картографических произведений, 3D-моделей, профилей, а также в научно-популярной форме в WEB-среде.

3.1. Сбор данных в ходе экспедиций на УАС

Для обеспечения возможности дальнейшего пространственного анализа в ГИС данных биологических исследований в ходе экспедиций на УАС осуществляется геопривязка при проведении подводной съемки бентоса выделенных акваторий, а также – акустическая (эхолотная) съёмка.

При организации подводной съемки биоты GPS-навигатором фиксируются координаты заложения трансект. Фотосъёмка биоты по трансекте осуществляется чаще всего на глубинах 1, 5, 10, 15 метров, а по возможности – на глубине 20, 30 метров и больше. В отдельных случаях производится дополнительная съёмка биоты и на промежуточных глубинах. Для дальнейшего ГИС-анализа важно, что фиксируются глубина для каждого места сбора информации, что в дальнейшем позволяет провести геопривязку этих данных в ГИС-программе.

Эхолотная съёмка акваторий в районе закладки трансект осуществляется картплоттером LOWRANCE HDS7® (Echosounder+GPS) ежегодно, начиная с 2012 г., для обеспечения комплексного анализа данных биологических исследований на пространственной основе. Благодаря этому в рамках биологических исследований на УАС заложена основа для развития дополнительного направления – биогеографического, с дальнейшим потенциальным выходом на комплексное изучение подводных ландшафтов (рис.1).

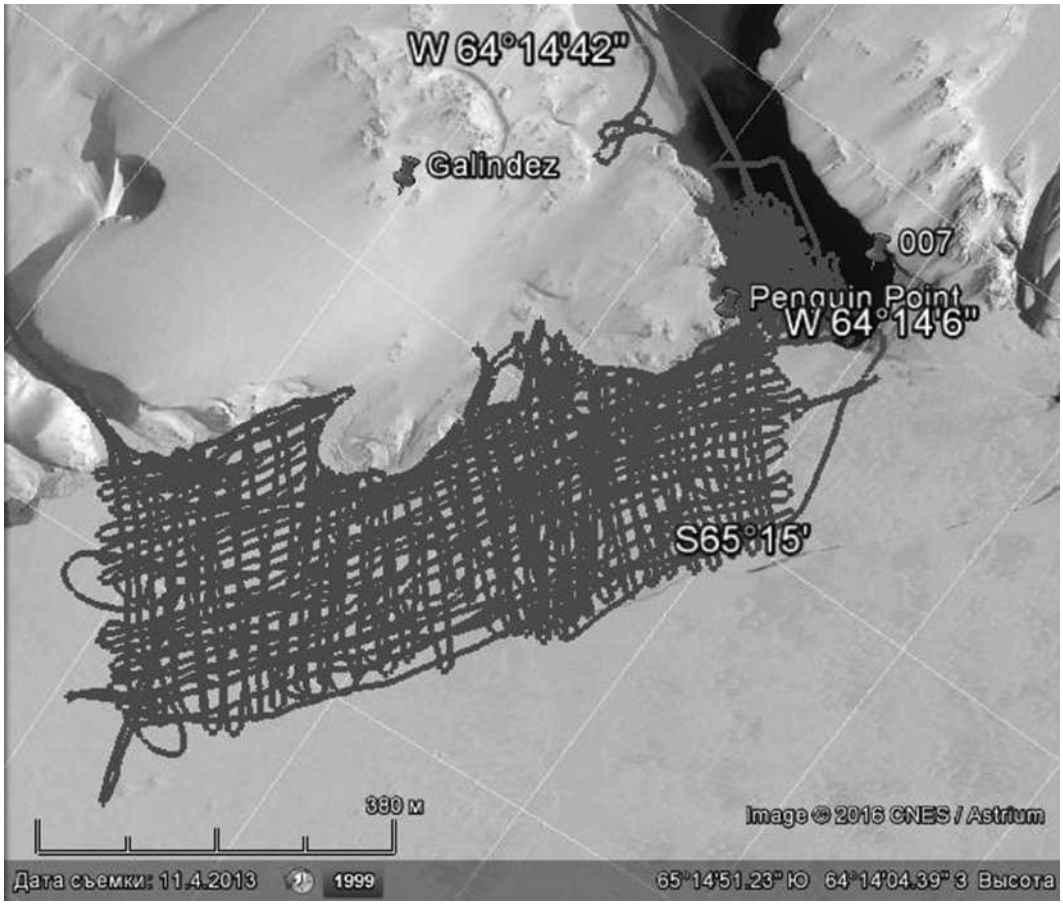


Рис.1. Трек акустической съемки акватории Galindez I. со стороны Penola Strait

3.2. Конвертация и интеграция в ГИС данных разных форматов и направлений исследований.

Все собранные данные экспедиционных исследований интегрируются в ГИС-среду путем применения разных алгоритмов конвертации.

Данные съёмки биоразнообразия на начальном этапе вносятся в ГИС по координате начала трансекты. Затем эти данные дополняются после уточнения локализации трансекты, а также ключевых точек сбора данных на разных глубинах, по модели рельефа дна, построенной на основе эхолотных данных.

Для первичной визуализации данных эхолотной съёмки (представленной в исходных форматах файлов *usr, *sl2 и др.) используется программа DrDepth (рис. 2), для конвертации данных в ГИС-формат применяется программное обеспечение SonarViewer (программа от компании Lowrance – производителя эхолота) (рис. 3).

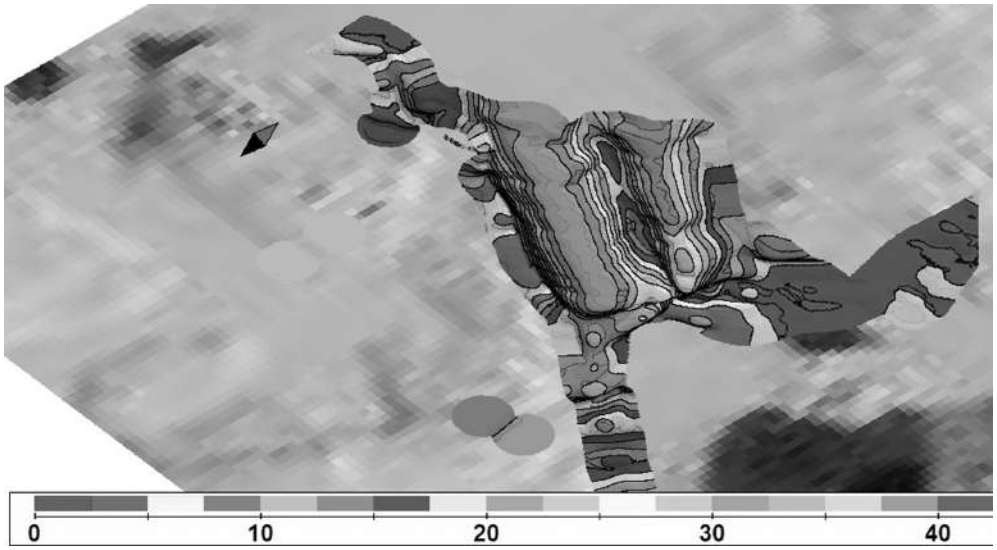


Рис. 2. Предварительная визуализация рельефа дна акваторий в программе DrDepth по данным эхолотной съёмки (участок Meek Channel – между островами Grotto I. та Galindez I.)

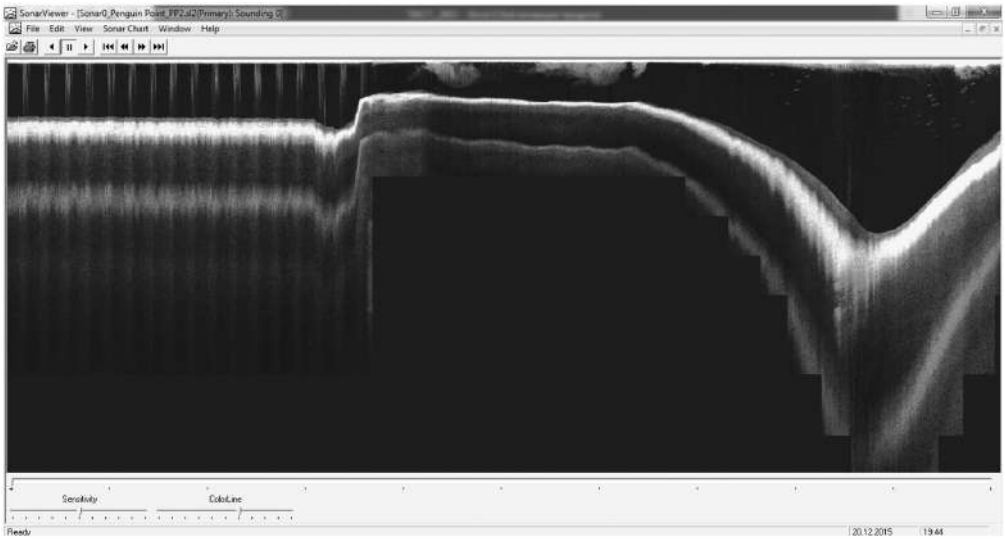


Рис. 3. Фрагмент эхограммы трека съёмки исследуемого участка акватории в проливе Penola, визуализированный в программе Sonar Viewer

На первичном этапе обработки мы получаем GPS-трек эхолотной съёмки в виде точечного файла, в атрибутах которого содержится информация о глубинах и другие параметры съёмки. Данные загружаются в ArcGIS – полнофункциональную ГИС, используемую в работе как основную программу для систематизации и комплексного анализа данных.

3.3. Систематизация данных полевых исследований и результатов их обработки, ГИС-анализ данных.

На основе массива точек по треку эхолотной съёмки по значениям атрибута ГИС-слоя – глубина с применением инструмента Topo to Raster в ArcGIS стоится модель рельефа дна (глубин исследуемого участка акваторий). В 2016 г. детализирована и усовершенствована общая цифровая модель рельефа района станции «Академик Вернадский» (по данным съёмок отдельных участков и существующих батиметрическим картам), соответствующая единая поверхность рельефа использована в качестве базовой подложки при построении большинства карт и трёхмерных моделей, что позволяет анализировать распределение всех показателей в трёхмерном пространстве, с привлечением не только координат x, y, но и высоты/глубины – z. Это раскрывает значительно большие возможности анализа биологических и геохимических процессов, связанных с рельефом, экспозицией склонов, углом наклона поверхности и т.д.

Соответственно, в одном ГИС-проекте совмещаются модель глубин и точечный слой с координатами заложения трансект. Создаётся линейный ГИС-слой местоположения трансекты, в его пределах – в отдельном точечном слое – наносятся точки сбора информации о биоте, с привязкой по цифровой модели глубин (рис. 4).

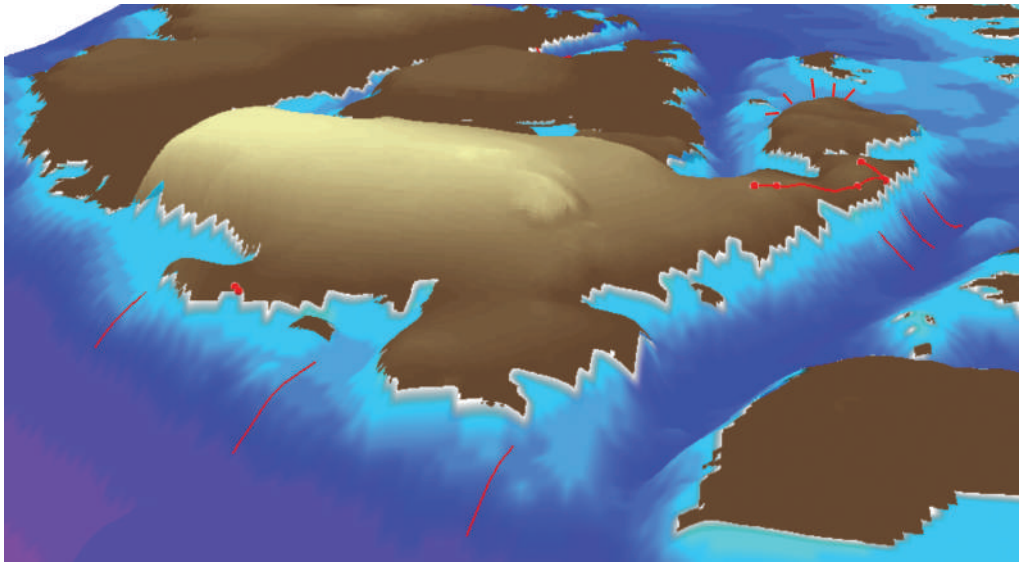


Рис. 4. Трансекты для описания биоразнообразия, визуализированные на модели глубин, с обозначением точек сбора информации и фотоматериалов.

Каждая линия и точка получает идентификатор в атрибутах, по которому в дальнейшем устанавливаются связи и отношения с другими элементами базы данных. Например, в пределах биогеографического полигона PenguinPoint трансекты будут иметь названия PP1, PP2 и т.д., в пределах трансекты точки будут нумероваться PP1_5 и т.д., при этом второе число фиксирует глубину отбора образца, в данном примере – 5 метров.

К каждой точке на трансекте привязываются все данные камерального анализа полевых материалов о биоразнообразии. Результаты биометрического анализа фотоматериалов по методике неразрушающего анализа [15], представленные в виде Excel-таблиц, приводятся в соответствующий вид для интеграции в ГИС. Затем они привязываются к слою точек отбора образцов путём установления связи с идентификатором (по ключевому одинаковому столбцу с названием-идентификатором

точки в атрибутах ГИС-слоя и листе Excel-таблицы). После этого все количественные показатели становятся доступными для анализа и отображения в ГИС. В базу данных ГИС вносятся фотоматериалы по трансектам, в отдельном столбце атрибутов для каждой точки прописывается директория хранения фотоматериала. Таким образом, устанавливается связь геокодированной точки отбора образцов с фотоматериалом, который при необходимости визуализируется в ГИС-проекте кликом на соответствующей точке.

По слою линий трансект и цифровой модели глубин инструментами приложениями ArcGIS 3D Analyst строятся профили глубин. Это инструмент можно применить для любой линии на модели, если такая необходимость возникла в процессе исследований. Но для всех существующих трансект сохраняется рисунок профиля, вносится в базу данных и привязывается в атрибутах слоя линий трансект, аналогично – фотоматериалу в точках сбора информации. Кроме профиля глубин, аналогичным образом к линиям трансект привязываются данные камеральной обработки морфометрических данных в виде обобщённых графиков по всей трансекте.

В 2016 г. отобраны образцы почв на суше вблизи районов закладки трансект. При сборе образцов зафиксированы координаты, высота над уровнем моря, а также выполнено фотодокументирование (общий характер окружающего ландшафта, фото с масштабом участка до и после взятия пробы) (рис. 5). В камеральных условиях выполнен химический анализ проб. Исходная гипотеза предполагает, что ГИС-моделирование процессов геохимического переноса веществ позволит установить существующие взаимосвязи между сушей и водной средой, реакцию бентосных сообществ на внешние факторы, если таковая окажется существенной.

Рис. 5. Пример фотодокументирования района сбора образцов почв.

4. Результаты

Таким образом, в одном ГИС-проекте и в пределах единой базы данных систематизируются все результаты как полевых, так и камеральных исследований за разные годы. В графической (картографической) составляющей ГИС-проекта мы имеем географически-привязанные данные в виде нескольких основных слоёв:

– точки исследования биоразнообразия (бентосных сообществ) на разных глубинах – точечный слой;

– трансекты-биоразнообразие акваторий (бентосных сообществ и отдельных видов) – линейный слой;

– точки отбора образцов почв на суше – точечный слой;

– трансекты перепада высот между точками отбора образцов почв – линейный слой;

– точки замера глубин акваторий в ходе акустической съёмки эхолотом – точечный слой;

– цифровые модели рельефа островов и дна акваторий в районе УАС, построенные на основе данных эхолотной и геодезической съёмок и представленные в виде ГИС-файлов поверхностей.

В атрибутах указанных векторных слоёв интегрированы количественные и качественные показатели. В каждом слое, в отдельной строке, которая характеризует отдельную точку или линию на карте, содержатся десятки показателей, которые в любой момент могут быть визуализированы в ГИС отдельно или вместе, могут быть задействованы для применения разных инструментов ГИС-анализа, использованы для разработки наглядных карт и серий карт.

Используя различные количественные атрибуты в точках, можно визуализировать их в ГИС в виде диаграмм, выводить на экран фото биоты, сравнивать обобщённые показатели. Кроме того, наличие данных в 12 трансектах на разных участках акваторий в районе станции позволяет проводить интерполяцию данных по отдельных показателям, а привлечение результатов за разные годы исследований в одних и тех же точках – анализировать динамику изменения состояния биоты.

Продолжение исследований в данном направлении и накопление полевого материала по другим участкам акваторий позволит расширить результаты исследования в область комплексного анализа существующих закономерностей с постепенным переходом к апробации методик прогнозирования и биоиндикации геоэкологических процессов на локальном уровне.

5. Обсуждение: оформление результатов исследований и их представление в виде наглядных картографических произведений, 3D-моделей, профилей, а также в научно-популярной форме в WEB-среде.

Несмотря на весомые преимущества использования ГИС для анализа и визуализации данных в одном проекте, часто стоит задача оформления наглядных карт и 3D моделей в распространённых графических форматах. Данные о биологическом разнообразии и рельефе суши и дна акваторий в различных вариантах картографической визуализации (преимущественно способы изолиний, количественного фона, картодиаграмм) оформляются стандартными средствами ArcGIS в режиме компоновки карт (рис. 6, 7).

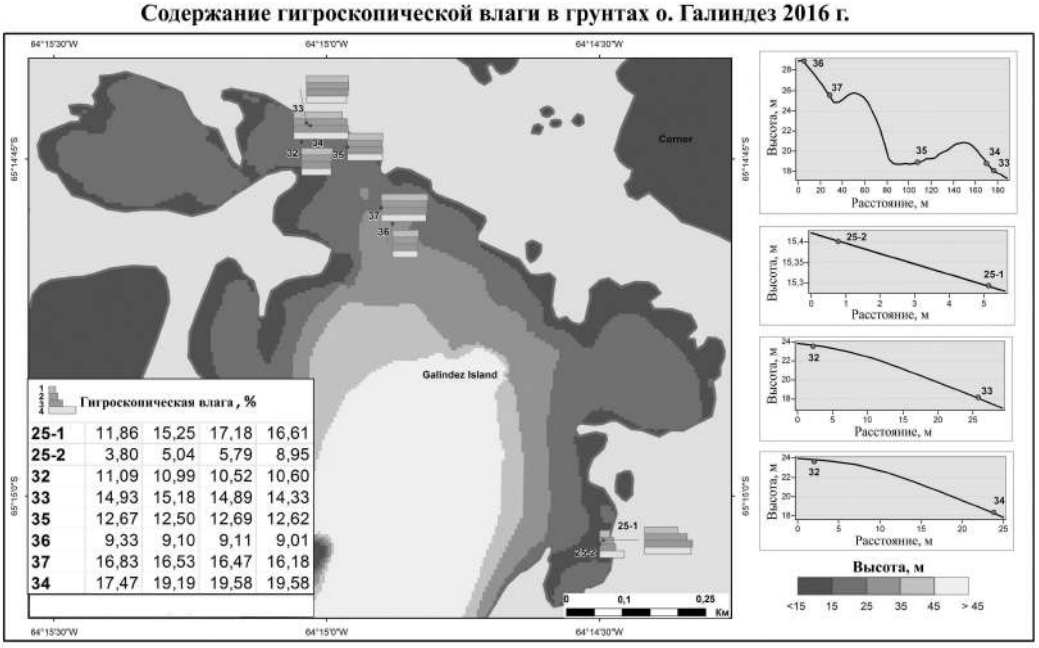


Рис. 6. Пример оформления отдельной карты в общей серии карт по результатам химического анализа образцов почв о. Галиндез

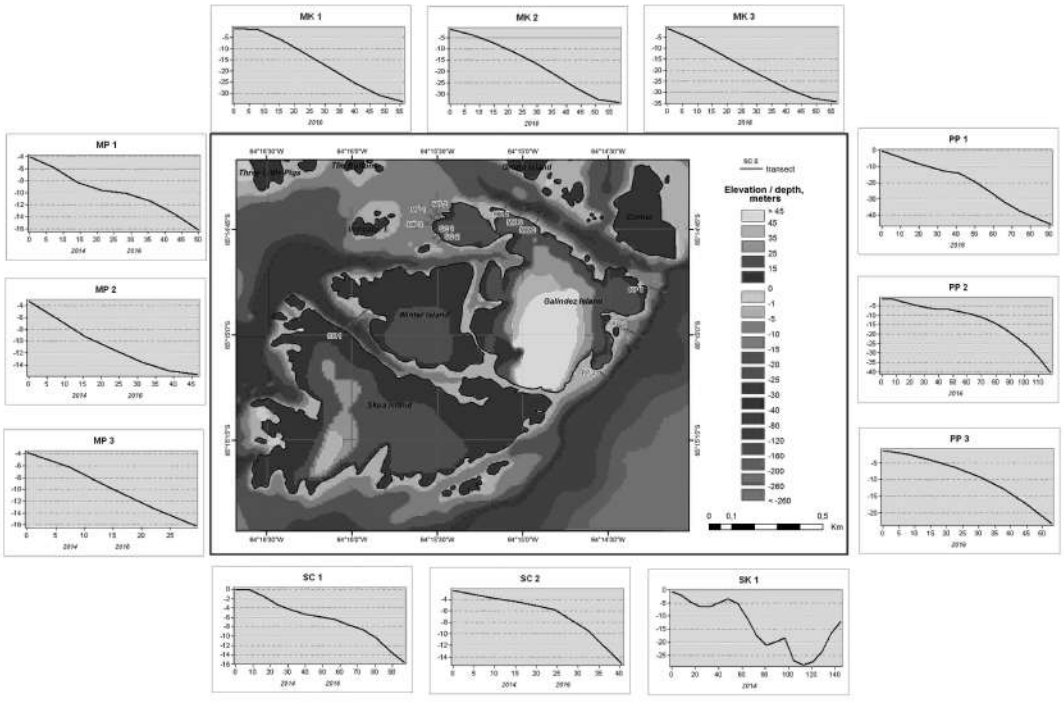


Рис.7. Пример дополнения картографического изображения о. Галиндез профилями трансект

Приложение ArcScene позволяет создавать 3D модели как для базовых данных цифровых моделей глубин всего района исследований и ключевых участков, так и в трёхмерной среде просматривать и анализировать различные расчётные и интерполированные данные (рис. 8). В едином проекте трёхмерной визуализации ArcScene загружены с соответсвующей настройкой отображения обобщённая цифровая модель района исследований, наложены космические снимки, дополнительно настроено отображения трансект (биоразнообразие и морфометрический анализ) и почв (фотодокументация, химический анализ). Использование 3D-моделей расширяет наглядные средства демонстрации результатов исследований широкому кругу пользователей, а также в целом предоставляет самим исследователем другие варианты как инструментального, так и в целом – визуально интуитивного анализа данных.

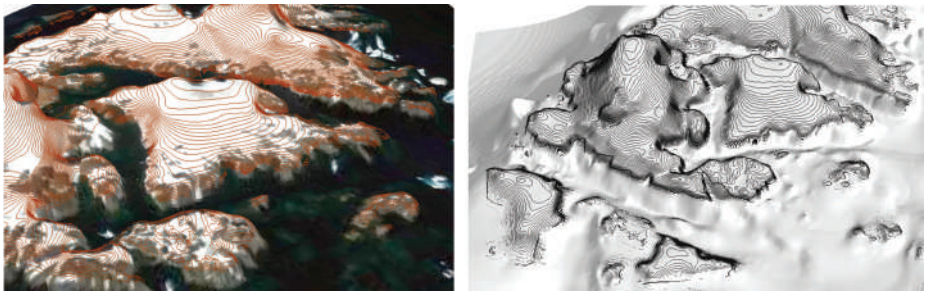


Рис. 8. Варианты трёхмерной визуализации слоёв в ArcScene

Экспорт данных из ArcScene в графический формат *vrml даёт возможность дальнейшей публикации моделей в WEB-среде с сохранением функций трёхмерного просмотра и навигации по модели.

Стоит отметить, что ГИС-проект, как среда систематизации и анализа всех данных украинских антарктических исследований, в частности –биологических, рассматривается нами больше как научная версия разработки с закрытым или ограниченным доступом для работы узкого числа заинтересованных специалистов. Это связано как с необходимостью сохранности первичных данных, обеспечения безопасности функционирования проекта национального значения, так и с многогранностью и сложностью представленных данных и результатов, которые для пользователя-неспециалиста являются скорее недостатком, чем преимуществом. Однако, популяризация данных украинских антарктических исследований представляется нам актуальной задачей, решать которую, по нашему мнению, наиболее целесообразно в Интернет-среде. Потому перспективным направлением является разработка WEB-ресурса, наполнение которого наглядными материалами планируется выполнить на основе использования материалов существующего ГИС-проекта.

Список литературы

1. **[Електронний ресурс]**. URL: http://marineprotectedareas.noaa.gov – National Oceanic and Atmospheric Administration USA. (Дата обращения: 23.12.2016 г.)

2. **[Електронний ресурс].** URL: http://www.ozcoasts.gov.au/ - Australian Government – Goscience Australia, Australian Online Coastal Information. (Дата обращения: 23.12.2016 г.)

3. **Seafloor** Geomorphology as Benthic Habitat: GeoHAB Atlas of Seafloor Geomorphic Features and Benthic Habitats / Edited by: Peter T. Harris and Elaine K. Baker, Elsevier Inc. 2012. 890 p., http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-385140-6.00067-0 2012.

4. **[Електронний ресурс].** URL: http://www.nature.com/articles/srep33163. Oliver T. Hogg et. al. Landscape mapping at sub-Antarctic South Georgia provides a protocol for underpinning large-scale marine protected areas. Scientific Reports 6, Article number: 33163 (2016), doi:10.1038/srep33163 (Дата обращения: 23.12.2016 г.)

5. **[Електроннийресурс].**URL:https://data.aad.gov.au/aadc/mapcat/display_map.cfm?map_id=13278 – Australian Antarctic Data Centre. (Дата обращения: 23.12.2016 г.)

6. **[Електронний ресурс].** URL: http://www.add.scar.org/home/add7 − Antarctic Digital Database Map Viewer, SCAR. (Дата обращения: 23.12.2016 г.)

7. **[Електронний ресурс]**. URL: http://quantarctica.npolar.no – A Free GIS package for Antarctica, Norwegian Polar Institute. (Дата обращения: 23.12.2016 г.)

8. **Utevsky A. Yu.** On Marine Protected Area network in the Akademik Vernadsky Station region. Meeting Document // CCAMLR Science. − 2012a. − SC-CAMLR-XXXI/BG/04.

9. **[Електронний ресурс]**. URL: https://www.ccamlr.org/en/wg-emm-12/25 − Utevsky A. Yu. The first site of the Marine Protected Area network in the Akademik Vernadsky Station region: Argentine Islands, Skua Creek. Meeting Document // CCAMLR Science. − 2012б. − WG-EMM-12/25. (Дата обращения: 23.12.2016 г.)

10. **[Електронний ресурс].** URL: https://www.ccamlr.org/ru/wg-emm-14/41 - Utevsky A.Yu., Sennaya E. I., Kolesnykova M. Yu. Realization of the Marine Protected Area network in the Akademik Vernadsky Station region // CCAMLR Science – 2014. − WG-EMM-14/41. (Дата обращения: 23.12.2016 г.)

11. **Березкина А. Е.,** Моисеенко Е. В., Норчевский Р. В. Изучение биоразнообразия архипелага Аргентинских островов с помощью геоинформационных технологий // VI IAC – VI International Antarctic Conference, Kyiv, Ukraine (May 15−17). – 2013. − P. 74−77.

12. **Утевский А. Ю.,** Сенная Е. И., Попов В. С., Шрестха М. Ю. Биогеографический полигон PENGUIN POINT в акватории антарктической станции «Академик Вернадский»: пространственный анализ и отображение данных о рельефе дна и подводном биоразнообразии // Материалы II Международной научно-практической конференции ПРИРОДНАЯ СРЕДА АНТАРКТИКИ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ (к. п. Нарочь, 18−21 мая 2016 г.). − С. 335−340.

13. **Сенная Е. И.,** Попов В. С., Утевский А. Ю., Подлесный А. А. Геоинформационное моделирование подводного рельефа в районе антарктической станции «Академик Вернадский» (UA) для анализа биоразнообразия // VII Міжнародна наукова конференція «Антарктичні дослідження: нові горизонти та пріоритети» : тези. – К., 2015. – С. 160−161. = Sinna O. I., Popov V. S., Utevsky A. Yu., Pidlisnyi O. O. GIS modeling of submarine relief near the antarctic station “Academician Vernadsky» (UA) for biodiversity analysis // VII International Antarctic Conference “Antarctic research: new horizons and priorities”: abstracts. – K., 2015. – P. 161−162.

14. **Таширев А. Б.,** Таширева А. А., Берёзкина А. Е. Роль криоценозов в формировании почв на ледниках Западной Антарктики // Доповіді Національної академії наук України. – 2012. − №4. – С. 155−161. http://dspace.nbuv.gov.ua/xmlui/handle/123456789/49503.

15. **Utevsky A.,** Shmyrov D., Utevskaya O. Non-destructive morphometric analysis of some background species of the Antarctic benthos, Argentine Island Archipelago // VI IAC – VI International Antarctic Conference, Kyiv, Ukraine (May 15−17). − 2013. − P. 69−73.

УКРАЇНСЬКИЙ АНТАРКТИЧНИЙ ЖУРНАЛ

УАЖ, №15, 106—113 (2016)

UDK 598.2(292.3)

THE TOPICAL SEGREGATION OF PENGUINS OF GENUS *PYGOSCELIS* AND ANTARCTIC SHAGS (*PHALAROCORAX BRANSFIELDENSIS*)

V. Smagol[1], S. Molchanoff[2]

[1]I. I. Schmalhausen Institute of Zoology National Academy of Sciences of Ukraine. 15 B. Khmelnitskogo str. Kyiv, Ukraine, v.smagol@gmail.com
[2]The Department of Geology, Carraway building 909 Antarctic Way Florida State University Tallahassee, FL 32306 USA smolchanoff@yahoo.com

1. Introduction

There are ecological groups of avifauna existed on the western part of Graham Land that could be differentiated according to the life mode as for the trophic and nest behavior (Пекло, 2007). The most specialized group is the group of so-called "divers" which occupied the water volume in order to get the food (krill and fish). Besides penguins of genus Pygoscelis, Antarctic shags are also taken into consideration. It has a social mechanism of behavior both for hunting and for colony nesting (Попов, 1979).

The trophic relations are the basis for multispecies interactions. The animals of the single trophic level are associated with mutual food objects (Шилов, 1998). In case of the studied ecological group, the krill (Euphausia superba) being the main trophic component makes the highest biomass with a significant productivity which can give a supply for all existing species in this environmental conditions. Thus, the trophic competition has formal features and there are not any real antagonistic relations there. In spite of all and looking at identical biotopes and a high density of settlements, spatial distribution of birds it is a reflection of a topical bird contest. Among mixed settlements, some species can use the features of micro relief, which decreases contest interactions to some extent, and of course, it does not erase it totally.

2. Materials and Study

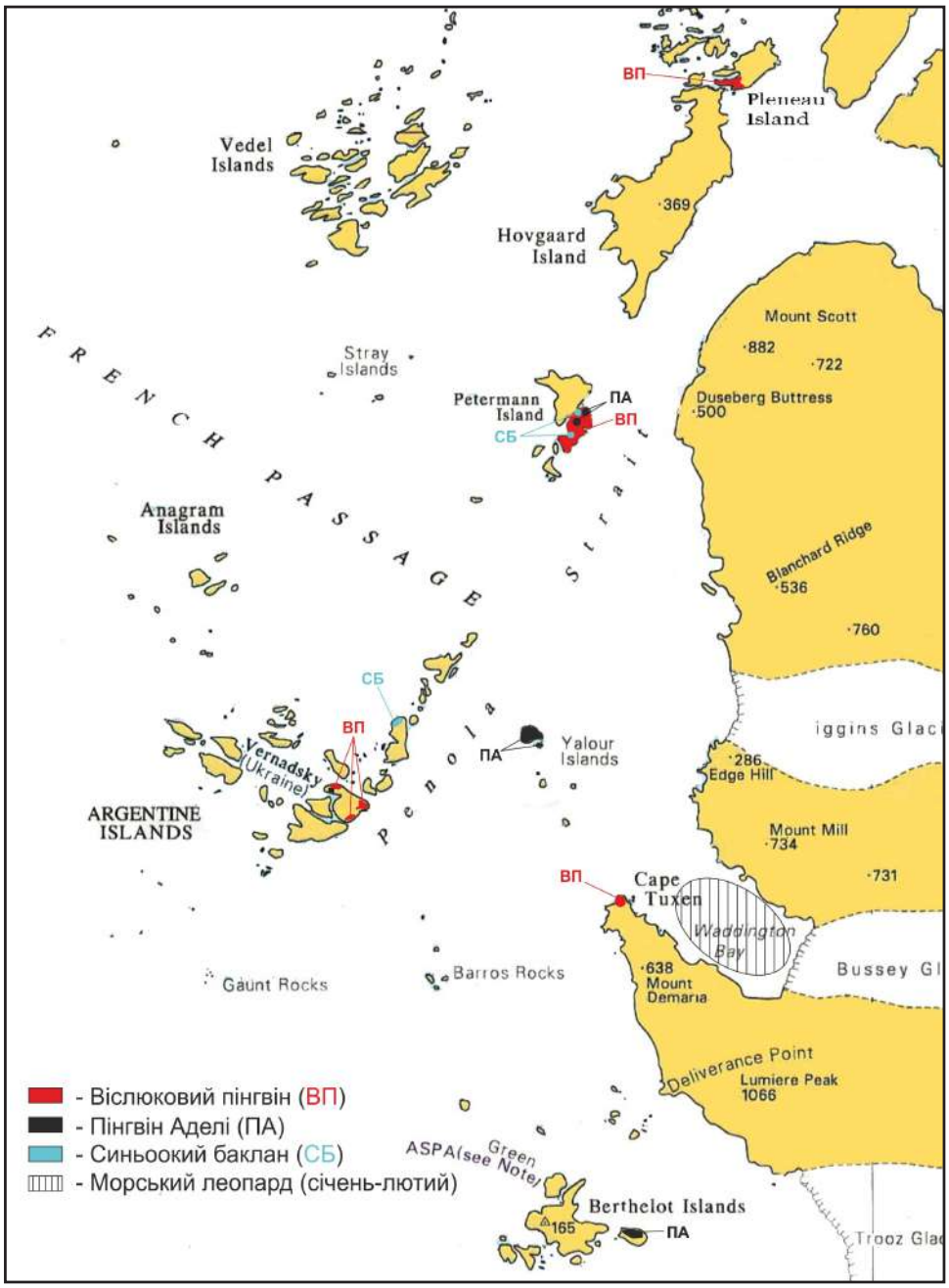
In 2013 the study took into consideration the location of Ukrainian Antarctic Station "Academician Vernadsky" (the former British Antarctic Station "Faradey) besides Argentine's islands Yalour and Pitermann which are located on the western shelf of Antarctic peninsula (Gozhyk et all 2002) to west from Graham Land (from 2 to 12 km). Coordinates for archipelago Argentine's islands are 65º 13′ – 65º16′ S, 64º12′– 64º21′ W. Yalour Island – 65º10′ S, 64º08′ W. Pitermann Island – 65º11′ S, 64º10′ W.

Argentine's islands and Yalour Island are not high; the highest point (65m) is located on Uruguay Island. The highest point for Pitermann Island is 127m. Inner, narrow water streams among islands make the storm influences smoother therefore the places for nesting are quite good for the majority of bird species. The land area for our study was Galindes Island (pic. 1) where the mono settlement of Gentoo penguins (*Pygoscelis papua*) is located and Uruguay Island with a small colony of Antarctic shags (*Phalacrocorax bransfieldensis*) there and Yalour Island where during the long period of time the colony of

Adelie Penguins (*Pygoscelis adeliae*) exists. The Pitermann Island where the multispecies associations formed and it includes the whole representatives of the above-mentioned species.

Comparing it all, it was also paid an attention to the environmental conditions for Gentoo Penguins on Pleneau Island and Tuxen Cape, as for Adelie Penguins – Barthelot Island.

3. Analysis of Study



Pic. 1. Location of nest colonies of penguins and Antarctic shags

Orographic peculiarities for Yalour Island reflect the specific nest station for Adelie Penguins. Stone rocks with a flat surface (pic. 2) present them.

Pic. 2. Nest station of Adelie Penguines

In its turn, the rocky missives of Galindez Island (the station of Gentoo Penguins) have a crossed relief with sharp edges of Rocks (pic. 3).

Pic. 3. Nest station of Gentoo Penguins

Besides, for Gentoo Penguins the priority is given to rocks located near the water. Adelie Penguins do not occupy stone slops near the sea but they try to get to the rocks that located in the central part of the island.

Nest stations of Antarctic shags on Uruguay Island locate on rocky slopes (up to 30 m above sea level) and it makes these rocky slopes uninhabited for any other species of penguins (pic. 4).

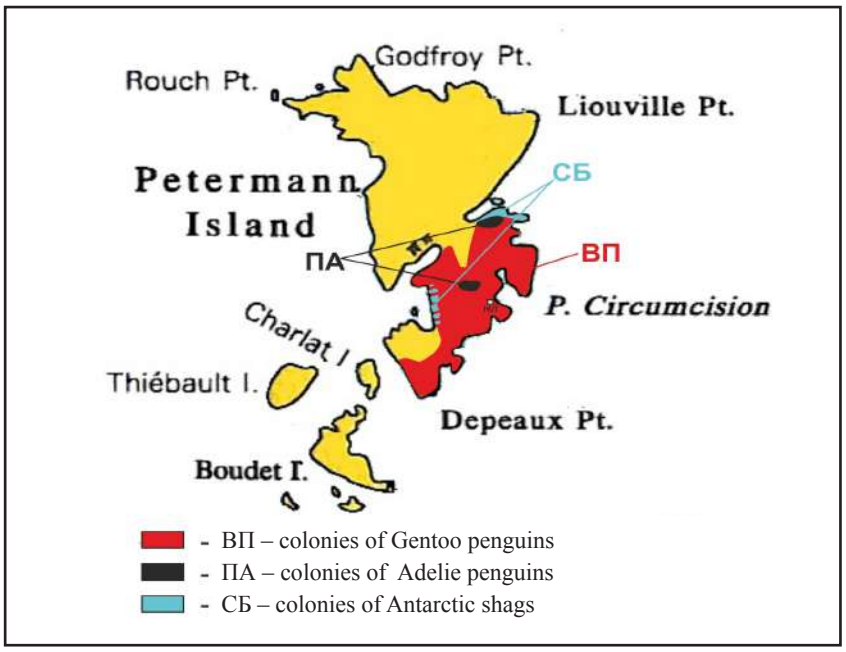
Pic. 4. Nest station of Antarctic shags

Taking into account that the peculiarities of nest stations on Pitermann Island there was a study on multispecies associations of birds. One need to say that their high density of the settlement on the island belongs to the area of off snow rocks in southern and east-southern parts (pic. 5).

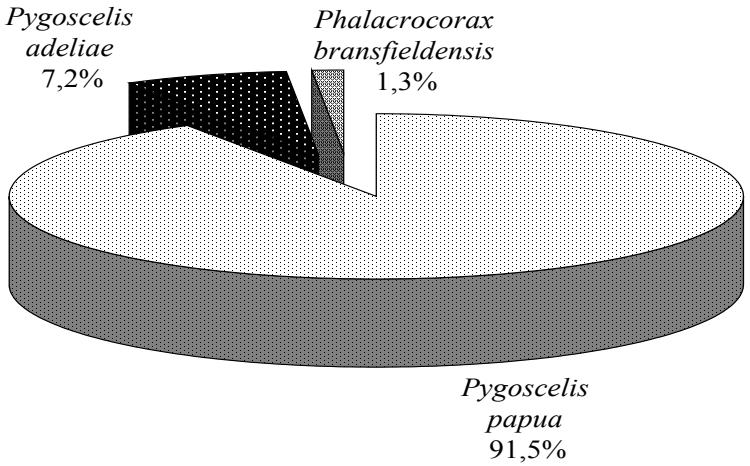
The ratio of species was divided in the following way Gentoo penguins – 3458 nest pairs, for Adelie penguins – 274 pairs, Antarctic shags – 48 pairs (pic. 6).

Thus, the dominant of multispecies association is Gentoo penguins. The nest cycle for this species is sprawling on Pitermann Island and the manner of nesting has a great peculiarity in the different parts of the island. In its lowest parts the babies of Gentoo penguins appeared in the beginning of the second decade of January. Also around seven per cent of pairs at this time they hatched eggs. In the upper part of the island (up to 30 m above the sea level) with a crossed relief, the size of babies indicates on their three-week age.

The birds with a higher social status occupy biotopes placed on higher locations firstly. In opposite on the lower parts (more flattened) birds occupy with the lower social status. According to the study and concerning Yalour Island, the lower and flat stations are mainly good for Adelie penguins, which in retrospective view were the basis for the bird population of Pitermann Island (Пекло, 2007; Oceanites: Counting Penguins, 2009).



Pic. 5. The Distribution of bird colonies on Pitermann Island



Pic. 6. The ratio of species for bird association on Pitermann Island

Birds of the above-mentioned species are now presented in small amount. Adelie penguins are presented by two colonies and in other cases; they make nests together with Gentoo penguins' nests (pic. 7). If several settlements are subdivided by the equal parts of birds of two species, so these aggregations of nests are placed according to the single species level. These nest spots take place on the proper settlement. If Adeli penguin's nests locate among Gentoo penguins' ones the first nests locate on the edge of the settlement. There is another structure in placing the nests for Gentoo penguins and Antarctic shags. The nests for these two species locate on the rocky slopes and with "diffusion" order. Generally, nests of Antarctic shags locate on the edge line but very often Gentoo penguins make nests there too. In this case, the location of nests are definitely distinguished in shape according to micro relief. Antarctic shags take place on a higher level, concerning penguins they take lower levels (pic. 8).

Pic. 7. General settlement of Gentoo and Adelie penguins

Pic. 8. General settlement of Gentoo penguins and Antarctic shags

There is a location where all three species were presented: 13 nests of Antarctic shags locate on the edge line, 47 nests of Adelie penguins locate on the flat territory and on a higher level, lower level, where the relief is presented as a broken shape there are 26 nests of Gentoo penguins there(pic. 9).

Pic. 9. The distribution of nests of penguins and Antarctic shags in a common colony

The level of development for babies in such locations is different. Adelie penguins' babies were more than one month of age. As for Antarctic shags' babies they were even older around 1.5 month of age. Concerning Gentoo penguins' babies in common settlements they were the youngest ones. This fact shows that Gentoo penguins come to settle to Adelie penguins and Gentoo penguins are of a lower rank and much younger. It means that "classic" adult bird species take places that are more prestigious.

The same one can say about Gentoo penguins in the lower part of the island where there are babies or eggs there. However, Adelie penguins are not met there at all though the relief is flat.

Thus, we can suppose that Gentoo penguins find the ways to make settlements in untypical areas (parts with a flat relief) with taking off the more specialized Adelie penguins, which show signs of stenobiont. The success of Gentoo penguins (in comparison with Adelie penguins) demonstrates their occupation of Pleno Island, which was populated earlier by Adelie penguins only, where the relief was flat. This island is a "classic" biotope for adelie species. Now in the colony of Gentoo penguins there was no one egg of Adelie penguins found there.

The indication of Gentoo penguins nest spreading area is located on Tuxon Cape in 2010. The highest levels were occupied by birds with the exposition of slopes (50m above sea level) it is more suitable for Antarctic shags nest station.

American scientists Ron Naveen and Melissa Rider discussed decreasing of Adelie penguins' area. They say it is connected with a global raise of temperature in the area of Antarctic Peninsula during the last one hundred years (Oceanites: Counting Penguins, 2009). Simultaneously Gentoo penguins are considered ecologically plastic species, which have success in adaptation during the climatic changes. In this case, Pitermann Island is an example of its unique ecosystem where two species of penguins live together in the marginal part of areas (Gentoo penguins – southern part, Adelie penguins – northern part). The distribution of the closest species on the boundaries of nest biotopes supposes a topic contest which can be observed as a monopolization of proper resources (in this case it is a station to live for them).

Interesting facts reflect penguin study generally in conditions of flattened relief Adelie penguins are quicker in motion than Gentoo penguins. In addition, they are very good in maneuvering. However, when the snow coverage occurs there appears some details in active motion of penguins. It has an evidence about the primary biotope species segregations. When moving on deep (non-pressed) snow penguins move often with using their bellies in order to make their support firm. Adelie penguins move very quickly using their front and back limbs. Gentoo penguins can also move on the bellies but they do it not so quickly, with signs of awkwardness using back limbs only. If there is a possibility to stand vertically, they do it immediately.

It is possible that this observation can serve as a proof for these species to be involved into evolution in different orographic levels. Quick motion of Adelie penguins on their bellies is because of flattened relief (there are no sharp stones there) where nearly there is no possibility for them to be wounded. In opposite a quick motion on the crossed (very often nearly vertical) relief is not safe for Gentoo penguins.

3. Conclusion

The penguin fauna succession is studied from the western part of Graham Land. Due to climatic changes (warming up) the distribution of Gentoo penguins is observed and decreasing of area for Adelie penguins is indicated too. Gentoo penguins began to make nests on the territory of Adelie penguins, which show signs of stenobiontness.

Literature

1. **Гожик П. Ф.,** Греку Р. Х, Усенко В. П., Вернигоров В. П., Греку Т. Р., Острецов Г. А., Гончар А. И., Клочан Ю. А., Моц В. Н. Карта рельефа дна мелководной зоны архипелага Аргентинских островов в районе Украинской антарктической станции «Академик Вернадский». – Геологический журнал. – 2002. – № 1. – С. 128−131.
2. **Пекло А. М.** Птицы Аргентинских островов и острова Питерман. – Кривой Рог : Минерал, 2007. – 264 с.
3. **Попов Л. А.** Год в Антарктике. – М. : Наука, 1978. – 92 с.
4. **Шилов И. А.** Экология. – М. : Высшая школа, 1998. – 512 с.
5. **Oceanites:** Counting Penguins / Antarctic Site Inventory / 2009@Lindblad Expeditions

УКРАЇНСЬКИЙ АНТАРКТИЧНИЙ ЖУРНАЛ

УАЖ, №15, 114—121 (2016)

УДК 598.2(292.3)

ТОПІЧНА СЕГРЕГАЦІЯ ПІНГВІНІВ РОДУ *PYGOSCELIS* ТА АНТАРКТИЧНИХ СИНЬООКИХ БАКЛАНІВ (*PHALAROCORAX BRANSFIELDENSIS*)

В. Смаголь[1], С. Молчанов[2]

[1]Інститут зоології ім. І. І. Шмальгаузена НАН України, вул. Б. Хмельницького, 15, м. Київ, v.smagol@gmail.com
[2]Департамент геології, будівля Carraway, 909, Антарктичний напрямок, університет штату Флорида в Талахассі, Fl 32306, США smolchanoff@yahoo.com

1. Вступ

Серед розмаїття орнітофауни, що населяє західне узбережжя Землі Грейяма, визрізняються екологічні групи, диференційовані за способом життя, зокрема – трофічною та гніздовою поведінкою (Пекло, 2007). Найбільш спеціалізованою серед них є група т. з. «нирців», які опанували водний простір з метою здобування їжі (криля та риби). Окрім пінгвінів роду Pygoscelis, сюди також долучається антарктичний баклан, який (попри здатність до активного польоту) подібно до згаданих видів, виявляє механізми суспільної поведінки – як при полюванні, так і в облаштуванні гніздових колоній (Попов, 1979).

В основі будь-яких міжвидових взаємин лежать, у першу чергу, трофічні зв'язки, коли тварини одного трофічного рівня об'єднуються наявністю спільних об'єктів живлення (Шилов, 1998). У випадку досліджуваної екологічної групи, криль (*Euphausia superba*) як основний трофічний компонент створює високу біомасу зі значною продуктивністю, що забезпечує попит усіх існуючих в даних умовах видів. Таким чином, трофічна конкуренція має формальний характер і не призводить до реальних антагоністичних відносин. Попри все, з огляду на ідентичні біотопи та високу щільність поселень, просторовий розподіл птахів відображує явище конкуренції топічної. В осередках змішаних поселень у окремих видів спостерігається використання особливостей мікрорельєфу, що певною мірою зменшує напруження конкурентних взаємин, проте не дозволяє повністю їх нівелювати.

2. Матеріали досліджень

У 2013 р. дослідженнями було охоплено регіон розташування Української антарктичної станції «Академік Вернадський» (колишня Британська антарктична станція «Фарадей»), зокрема – Аргентинські острови, о. Ялур та о. Пітерман, які розташовані на західному шельфі Антарктичного півострова (Гожик и др., 2002), на захід від Землі Грейяма (від 2 до 12 км). Координати архіпелагу Аргентинські острови: 65°13′–65°16′ пд. ш., 64°12′–64°21′ зх. д., о-ва Ялур – 65°10′ пд. ш., 64°08′ зх. д., о-ва. Пітерман – 65°11′ пд. ш., 64°10′ зх. д.

Аргентинські о-ви та о. Ялур відносно невисокі, найвища точка (65 м) розташовується на о. Уругвай. Найвища точка о. Пітерман – 127 м. Внутрішні вузькі протоки між островами нівелюють

наслідки штормів, а відтак – створюють належні умови для гніздування більшості видів птахів. Полігонами наших досліджень стали о. Галіндез (рис. 1), де розташовується моновидове поселення віслюкових пінгвінів (*Pygoscelis papua*); о. Уругвай з невеликою колонією антарктичних синьооких бакланів (*Phalacrocorax bransfieldensis*); о. Ялур, де тривалий час існує колонія пінгвінів Аделі (*Pygoscelis adeliae*) та о. Пітерман, де сформувалося багатовидове угруповання, яке включає представників усіх вищезгаданих видів.

З метою порівняння враховано також умови існування віслюкових пінгвінів на о-ві Плено та мисі Туксон, пінгвінів Аделі – на о-ві Барселот.

3. Аналіз досліджень

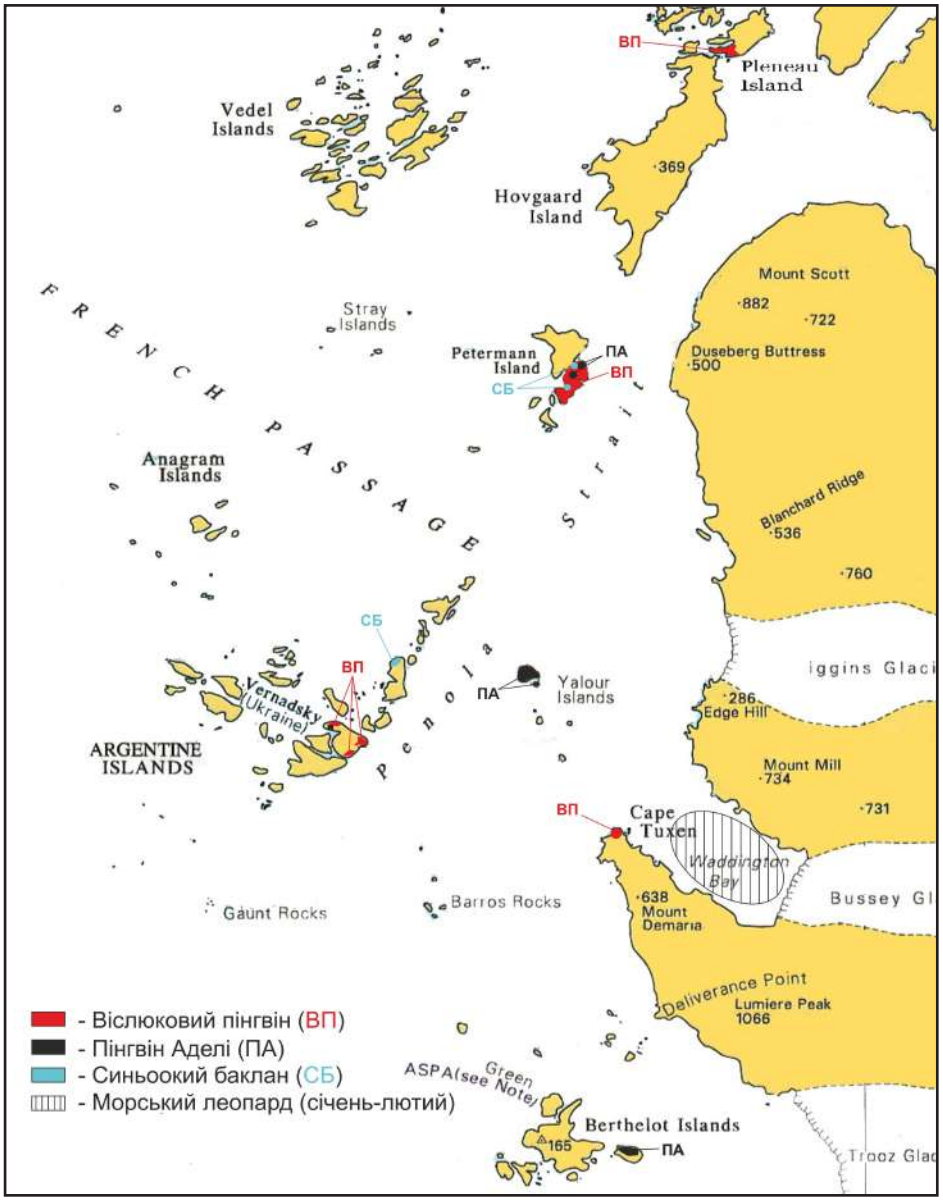


Рис. 1. Дислокація гніздових колоній пінгвінів та бакланів

Орографічні особливості о-ва Ялур відображають специфічні гніздові стації пінгвінів Аделі, які представлені кам'яними брилами з пологою (навіть пласкою) поверхнею (рис. 2).

Рис. 2. Гніздові стації пінгвіна Аделі

Натомість, скельні масиви о-ва Галіндез (стації вислюкового пінгвіна) мають «пересічений» рельєф з виступаючими гострими краями (рис. 3).

Рис. 3. Гніздові стації вислюкового пінгвіна

Окрім того, для віслюкових пінгвінів більш пріоритетними постають ті скельні масиви, які розташовуються ближче до зрізу води. Між тим, Аделі не займають кам'яних схилів біля моря, а намагаються, в першу чергу, освоїти масиви, які знаходяться в центрі острова.

Гніздові стації бакланів на острові Уругвай розташовуються на стрімких кручах (до 30 м над р. м.) безпосередньо над зрізом води, що робить їх непридатними для бодай-якого виду пінгвінів (рис. 4).

Рис. 4. Гніздові стації синьоокого баклана

З огляду на змальовані особливості гніздових стацій на острові Пітерман проведено дослідження різновидового угруповання птахів. Варто відмітити вкрай високу щільність їх поселення на острові, зумовлену наявністю «вільних» від снігу скельних масивів лише у південній та південно-східній його частинах (рис. 5).

Співвідношення видів розподілилося наступним чином: віслюковий пінгвін – 3458 гніздових пар, пінгвін Аделі – 274 пари, баклан – 48 пар (рис. 6).

Отже, домінантом різновидового угруповання виступає віслюковий пінгвін. На о-ві Пітерман гніздовий цикл у цього виду вкрай розтягнений, а особливості стацій та облаштування гнізд мають значні відмінності в різних частинах острова. В низинній його частині пташенята у віслюкових пінгвінів з'явилися лише на початку другої декади січня. Окрім того, близько 7% пар в цей час ще насиджували яйця. Натомість, в підвищеній частині острова (до 30 м над р. м.) з дуже пересіченим («останцевим») рельєфом, розмір пташенят свідчив про їхній 3-тижневий вік.

Відтак, «горішні» біотопи займаються першими – птахами з найвищим соціальним статусом. Натомість, нижні («вирівняні») стації освоюють птахи найнижчого ієрархічного щабля. Відповідно до даних спостережень на о-ві Ялур, «пологі» стації характерні для пінгвінів Аделі, які в ретроспективі становили основу пташиного населення Пітермана (Пекло, 2007; Oceanites: Counting Penguins, 2009).

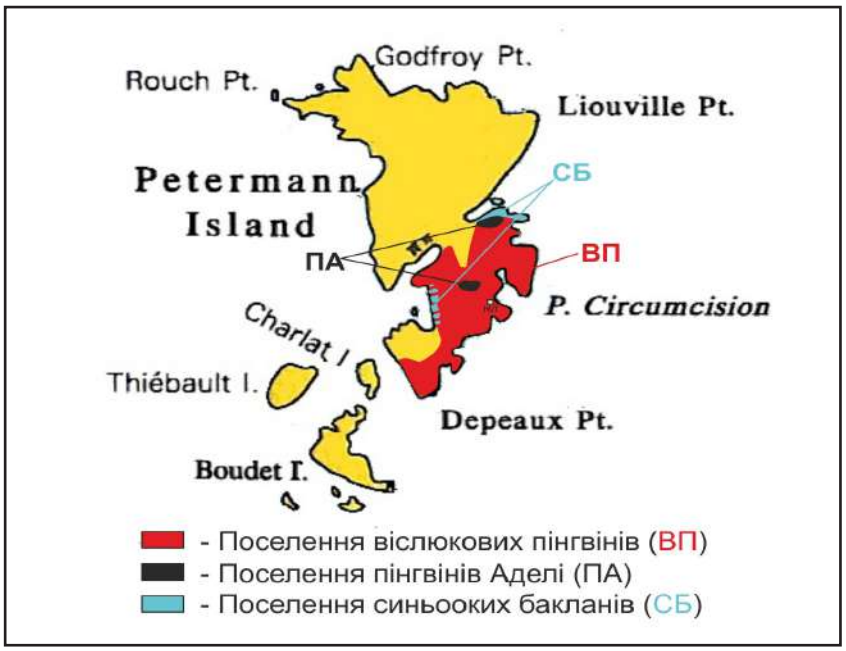


Рис. 5. Розташування пташиних колоній на о. Пітерман

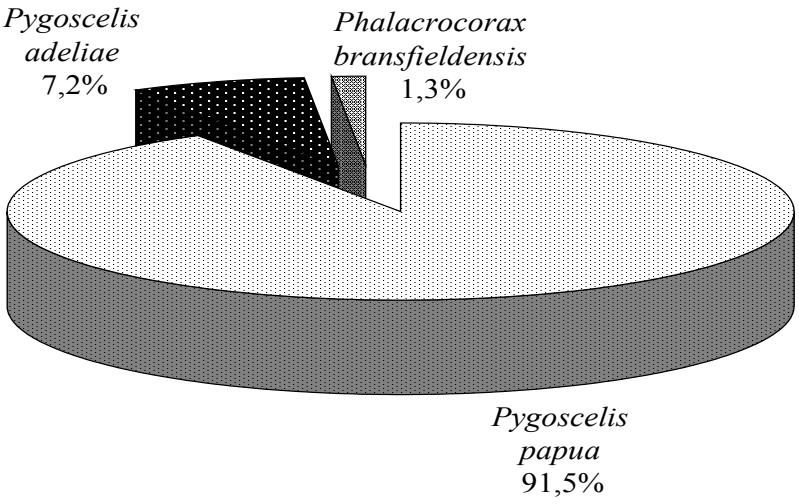


Рис. 6. Співідношення видів пташиного угруповання на о. Пітерман на 2013 р.

Птахи останнього виду і зараз присутні в південно-східній частині острова, але в незначній кількості. Аделі лише у двох місцях утворюють вирізненні колонії, в інших випадках – гніздяться сумісно з віслюковими пінгвінами (рис. 7). Якщо спільні поселення складаються з приблизно однакової кількості птахів обох видів, то в таких агрегаціях гнізда розміщені не спорадично (конгреаційно), а чітко відрізними одновидовими «плямами», які займають певну частину конкретного поселення. У випадку, якщо кілька гнізд Аделі дислокуються серед віслюкових пінгвінів (рідше – навпаки), вони переважно розташовуються на периферії.

Іншої структури набуває спільне розміщення гнізд вислюкових пінгвінів і синьооких бакланів. В даному випадку гнізда обох видів розміщуються на стрімких схилах скель, але з «дифузним» розташуванням. Загалом, гнізда бакланів зміщені до самого краю скель (урвищ), але тут нерідко також гніздяться і вислюкові пінгвіни. В цьому разі локалізація гнізд чітко відрізняється за формою мікрорельєфу. Баклани займають мікропідняття, тоді як пінгвіни – зниження між ними (рис. 8).

Рис. 7. Спільне поселення пінгвінів вислюкових та Аделі

Рис. 8. Спільне поселення вислюкових пінгвінів та синьооких бакланів

В одному з локалітетів виявлено гніздування усіх трьох видів: 13 гнізд бакланів розташовуються вздовж окрайку над урвищем, середню (вирівняну) частину схилу займають 47 гнізд пінгвінів Аделі, на горішній і низинній частинах схилу (там, де рельєф починає набувати «ломаного» вигляду) розміщується 26 кладок віслюкових пінгвінів (рис. 9).

Рис. 9. Розташування гнізд пінгвінів та бакланів в сумісній колонії

Ступінь розвитку пташенят в таких локалітетах у всіх видів різний: у Аделі (на момент спостережень) більшість молодняку була старша місячного віку; у бакланів пташенята були навіть старшими (близько півтора місяці); натомість, молодняк віслюкових пінгвінів (у сумісних дислокаціях) – наймолодший (не старше 2-х тижнів). Такий факт свідчить, що до колоній Аделі «підселяються» віслюкові пінгвіни найнижчого ієрархічного рангу (наймолодшого віку), оскільки «класичні» видові стації займають старші птахи.

Те ж саме можна сказати і про поселення віслюкових пінгвінів у низинній частині острова, де в кладках відмічаються яйця або щойно вилуплені пташенята. Між тим, Аделі тут не зустрічаються взагалі (навіть попри вирівняну місцевість).

Отже, можна стверджувати про освоєння віслюковими пінгвінами «нетипових» гніздових стацій (ділянок з пологим рельєфом) і поступове витіснення більш спеціалізованих пінгвінів Аделі, які виявляють ознаки стенобіонтності. Конкурентний успіх віслюкового пінгвіна (порівняно з Аделі) демонструє також освоєння ним острова Плено, який у ретроспективі був осередком моновидового поселення Аделі. З огляду на особливості рельєфу (обширна пласка поверхня), острів постає «класичним» біотопом саме останнього виду. Попри все, наразі серед колонії віслюкових пінгвінів не виявлено жодної кладки Аделі.

Свідченням розширення ареалу гніздування віслюкових пінгвінів є заснування колонії на мисі Туксон у 2010 р. В даному разі птахи освоїли нагір'я з досить стрімким схилом експозиції (до 50 м над р. м.), який більше відповідає гніздовим стаціям синьооких бакланів.

Скорочення ареалу пінгвінів Аделі американські науковці Ron Naveen та Melissa Rider мотивують переважно глобальним підвищенням температури в регіоні Антарктичного півострова впродовж останньої сотні років (Oceanites: Counting Penguins, 2009). Натомість, віслюковий пінгвін вбачається екологічно пластичним видом, який успішно пристосовується до змін клімату. Острів Пітерман у цьому сенсі постає зразком унікальної екосистеми, де обидва види пінгвінів співіснують у маргінальній частині ареалів обох видів (віслюковий – на південній межі, Аделі – на північній). Попри все, поширення близьких видів у межах аналогічних гніздових біотопів неодмінно зумовлює

топічну конкуренцію, яку можна розглядати як експлуатацію, тобто монополізацію певного ресурсу (в даному випадку – стацій існування).

Цікаві факти відображають дослідження локомоції пінгвінів. Загалом, в умовах вирівняного рельєфу пінгвіни Аделі рухаються значно швидше вислюкових пінгвінів, зберігаючи при цьому кращу здатність до маневрування. Проте зі встановленням снігового покриву проявляються окремі деталі рухової активності пінгвінів, які зайвий раз свідчать на користь первісної біотопічної сегрегації видів. Зокрема, рухаючись по глибокому (незлежаному) снігу, пінгвіни часто застосовують пересування на череві (з метою збільшення площі опору). Аделі рухаються і маневрують дуже швидко, керуючи як задніми, так і передніми кінцівками. Вислюкові пінгвіни також можуть пересуватися на череві, проте роблять це набагато повільніше і досить неохоче, відпихаючись від субстрату лише задніми кінцівками. За найменшої можливості вони займають вертикальне положення.

Ймовірно, ці спостереження можуть слугувати доказом того, що згадані види еволюціонували в різних орографічних умовах. Швидке пересування пінгвінів Аделі «на череві» зумовлено вирівняним рельєфом (відсутність виступаючого гострого каміння) і меншою можливістю отримати травми кінцівок та нижньої частини тіла. Натомість швидке пересування по пересіченому (часто вертикальному) рельєфу (тим паче – на череві) для вислюкових пінгвінів – недоцільне і навіть небезпечне.

3. Висновки

Внаслідок потепління клімату спостерігається розширення ареалу вислюкового пінгівна та скорочення ареалу пінвіна Аделі. Відмічено освоєння вислюковим пінгвіном гніздових стацій пінгвіна Аделі, який, у свою чергу, виявляє ознаки стенобіонтності.

Список літератури

1. **Гожик П. Ф.,** Греку Р. Х, Усенко В. П., Вернигоров В. П., Греку Т. Р., Острецов Г. А., Гончар А. И., Клочан Ю. А., Моц В. Н. Карта рельефа дна мелководной зоны архипелага Аргентинских островов в районе Украинской антарктической станции «Академик Вернадский». – Геологический журнал. – 2002. – № 1. – С. 128−131.
2. **Пекло А. М.** Птицы Аргентинских островов и острова Питерман. – Кривой Рог : Минерал, 2007. – 264 с.
3. **Попов Л. А.** Год в Антарктике. – М. : Наука, 1978. – 92 с.
4. **Шилов И. А.** Экология. – М. : Высшая школа, 1998. – 512 с.
5. **Oceanites:** Counting Penguins / Antarctic Site Inventory / 2009@Lindblad Expeditions

УКРАЇНСЬКИЙ АНТАРКТИЧНИЙ ЖУРНАЛ

УАЖ, №15, 122—130 (2016)

УДК:559.537

КОСАТКИ АНТАРКТИКИ: РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ БИОЛОГИИ

Ю. А. Михалёв

Институт морской биологии НАН Украины (г. Одесса),
e-mail: imb@nas.gou.ua

Реферат. Проанализированы данные по добыче косаток одесскими китобойными флотилиями в период 1961−1979 гг. Указан объем добычи – 323 косатки. Размеры 205 самцов варьировали от 4.5 м до 9.0 м, средняя их длина составила 7.26 м. Размеры 118 самок колебались от 3.7 м до 7.7 м, при средней длине 6.42 м. Составлены помесячные карты распределения косаток в Антарктике и сопредельных водах. Прослежены их сезонные миграции. Чаще встречаются группы косаток численностью от 5 до 15 особей. Взвешены половые железы у 57 самцов и 63 самок. Средняя длина семенников оказалась равной 55 см, а диаметр 22 см. Средний вес одного семенника у половозрелых самцов равен 10 кг. Размеры яичников самок имели в среднем 10–12 см в длину и 5−7 см в ширину. Средний вес яичника около 200 г, примерно такой же вес функционирующего желтого тела беременности. На основе анализа размеров половых желез и количества следов желтых тел беременности на яичниках самок, пропорций тела, а также зоны распространения сделан вывод о существовании в Антарктике, кроме обыкновенной косатки (*Orcinus orca* Linnaeus, 1758), еще и формы с более коротким телом – косатки *Orcinus nana*.

Косатки Антарктики: розподіл і деякі питання біології
Ю. А. Михальов

Реферат. Проаналізовано дані про видобуток косаток одеськими китобійними флотиліями в період 1961−1979 рр. Зазначений обсяг видобутку − 323 косатки. Розміри 205 самців варіювали від 4.5 м до 9.0 м, середня їх довжина становила 7.26 м. Розміри 118 самок коливалися від 3.7 м до 7.7 м при середній довжині 6.42 м. Складено помісячні карти розподілу косаток в Антарктиці і суміжних водах. Простежено їх сезонні міграції. Найчастіше зустрічаються групи косаток чисельністю від 5 до 15 особин. Зважені статеві залози у 57 самців і 63 самок. Середня довжина сім'яників виявилася рівною 55 см, а діаметр 22 см. Середня вага одного сім'янника у статевозрілих самців дорівнює 10 кг. Розміри яєчників самок мали в середньому 10−12 см в довжину і 5−7 см в ширину. Середня вага яєчника близько 200 г, приблизно така ж вага функціонуючого жовтого тіла вагітності. На основі аналізу розмірів статевих залоз і кількості слідів жовтих тіл вагітності на яєчниках самок, пропорцій тіла, а також зони поширення зроблено висновок про існування в Антарктиці, крім звичайної косатки (Orcinus orca Linnaeus, 1758), ще і форми з більш коротким тілом − косатки Orcinus nana.

KILLER WHALES OF ANTARCTICA: DISTRIBUTION AND SOME ASPECTS OF BIOLOGY.

Yu. A. Mikhalev

Abstract. The data mining orcas Odessa whaling fleet in the period 1961-1979 gg. Set the volume of production − 323 orcas. Dimensions 205 males ranged from 4.5 m to 9.0 m, their average length was 7.26 m. Dimensions 118 females ranged from 3.7 m to 7.7 m, with an average length of 6.42 m. Compiled monthly distribution maps whales in the Antarctic and neighboring waters. Traced their seasonal migrations. Most are groups of killer whales of between 5 to

15 individuals. Weighed gonads in 57 males and 63 females. The average length was equal to the testes of 55 cm and a diameter of 22 cm. The average weight of testis from adult males is 10 kg. Dimensions of females ovaries had an average of 10−12 cm long and 5−7 cm wide. The average ovary weight of about 200 g, about the same weight of a functioning corpus luteum of pregnancy. On the basis of the size of the sex glands and the number of tracks of corpora lutea of pregnancy on the ovaries of females, body proportions, and of the zone, the conclusion about the existence of in the Antarctic except ordinary orca (Orcinus orca Linnaeus, 1758) alsoformsa shorterbody - killer whales Orcinus nana.

Key words: Antarctic, killer whale, distribution, migrations.

1. Вступление.

Косатки – плотоядные животные, самые крупные представители семейства дельфиновых (*Delphinidae*). Однако они значительно мельче кашалотов, китов полосатиков, гладких китов, и потому в период активного китобойного промысла добывались изредка, лишь попутно с крупными видами.

По данным Международной китобойной статистики, начиная с промыслового сезона 1953-1954 гг. по 1978-1979 гг. (16 сезонов), в Южном полушарии советскими китобойными флотилиями было добыто 738 косаток. Средняя добыча за сезон составила всего лишь 29-30 косаток. При этом в трех рейсах косатки вообще не добывались, а в двух было добыто только по одной косатке. Наибольшая добыча пришлась на рейс 1958-1959 гг. – 110 косаток. При такой малой добыче, естественно, было и мало возможностей для изучения вида. Некоторые сведения о косатках Антарктики сообщены в работах Зенковича, 1938; Слепцова, 1965; Земского, Будыленко, 1970; Castelo, Tomoand Panizza, 1974; Шевченко, 1975; Дорошенко, 1978; Эванса, Яблокова, 1978; Mikhalev, 1978; Mikhalev, Ivashin, Savusin et al., 1981; Михалёва, 2008. Многие аспекты биологии столь крупного плотоядного хищника, его место в экосистеме Антарктики до сих пор остаются слабо изученными.

Материалом к настоящему исследованию послужили результаты добычи косаток одесскими китобойными флотилиями «Слава» и «Советская Украина» в период 1961–1979 гг., а также журналы наблюдений за встречаемостью косаток с научно-поисковых китобойных судов этих флотилий. Использована также статистика Международной китобойной комиссии (МКК).

2. Размеры косаток и численность особей в косяках.

В исследуемый нами период времени одесскими флотилиями было добыто 323 косатки: 205 самцов и 118 самок. Размеры самцов варьировали от 4.5 м до 9.0 м, их средняя длина составила 7.26 м. Размеры добытых самок колебались от 3.7 м до 7.7 м., при средней длине 6.42 м. Наблюдателями с научно-поисковых китобойных судов было зарегистрировано не менее 480 косяков косаток (групп). Численность косаток в группах варьировала от двух-трех до 30 особей. Иногда косатки объединялись в стада численностью примерно до 40−50, а то и до 100−200 и даже более особей. Все же чаще отмечались группы от 5 до 15 особей. Обычно они составляли до 35−40% от всех встреч (табл.1).

Таблица 1

Частота встречаемости различных размерныхгруппкосаток

Число косаток	1–5		6–15		16–30		31–100+		Всего
Месяцы	№	%	№	%	№	%	№	%	
Ноябрь	28	52.8	20	37.7	-	-	5	9.4	76
Декабрь	44	50.6	31	35.6	5	5.7	7	8.1	101
Январь	42	38.9	40	37.0	19	17.6	7	6.5	121
Февраль	38	50.0	26	34.2	12	15.8	-	-	102
Март	17	44.7	14	36.8	3	7.9	4	10.5	56
Апрель+ Май	9	56.3	4	25.0	2	12.5	1	6.3	24
Всего	178		135		41		24		480

Самцы косаток значительно крупнее самок (рис. 1). У самцов в группе обычно несколько самок. Однако действительное соотношение полов даже приблизительно установить не удалось. Наблюдатели с китобойных судов чаще всего просто отмечали группу косаток, иногда число особей в них, и лишь изредка указывали, сколько в группе самцов и сколько самок. О соотношении полов нельзя судить и по добытым косаткам, так как промысел идет выборочно и китобои, естественно, старались добывать более крупных самцов.

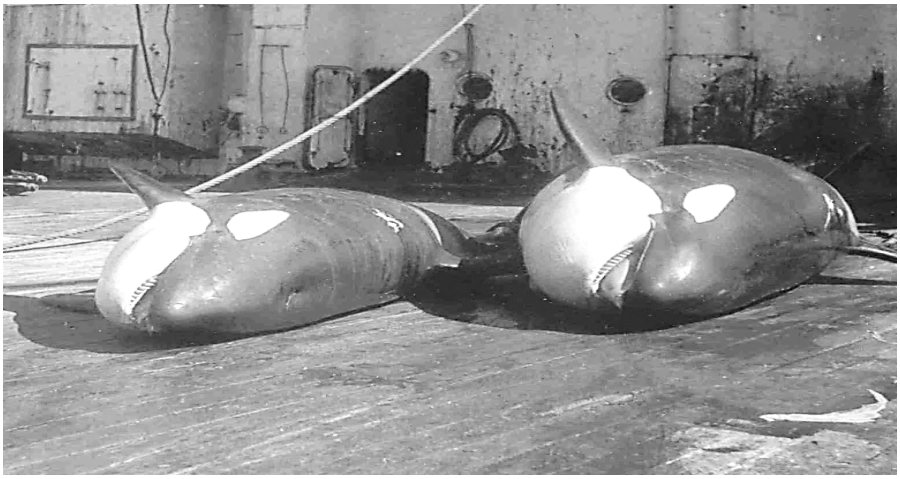


Рис. 1. Добытые косатки на палубе китобазы (слева – самка, справа – самец).

Иногда косаток наблюдали вместе с другими видами китов, чаще всего с малыми полосатиками. Однако количество групп, состоящих только из косаток («чистые» группы), было всегда больше, притом эта тенденция сохраняется в каждом месяце сезона (табл. 2).

Таблица 2

Частота ассоциации косаток с другими китообразными

Месяцы	Только косатки		Косатки +минке		Косатки +финвалы		Косатки +сейвалы		Косатки +кашалоты		Косатки +другие*	
	№	%	№	%	№	%	№	%	№	%	№	%
Ноябрь	27	42.2	1	1.6	–	–	3	4.7	6	9.4	4	6.3
Декабрь	42	43.3	8	8.3	6	6.2	2	2.1	8	8.3	4	4.1
Январь	66	62.9	12	11.4	3	2.9	1	1.0	1	1.0	5	4.8
Февраль	33	37.9	8	9.2	1	1.1	2	2.3	7	8.0	3	3.4
Март	16	35.6	5	11.1	1	2.2	3	6.7	6	13.3	–	–
Апрель+	10	55.6	–	–	–	–	3	16.7	3	16.7	–	–

*Другие виды: блювал (2); гладкий (1); горбач (5); бутылконос (6); гринда (1); дельфин (1).

3. Особенности распределения косаток

У одесских флотилий обычно промысловый сезон длился с ноября по апрель, лишь иногда добыча китов начиналась еще в октябре, а заканчивалась в мае. Как правило, флотилии шли на промысел через Гибралтарский пролив, а добыча китов начиналась уже в субтропической зоне Атлантики. Рассмотрим встречаемость косаток по месяцам.

В построенных картах распределения косаток используются следующие условные обозначения количества особей в косяках: •:l-5; •:6-15; ●: l6-30; ●:1OO-200+. Карты разбиты по десятиградусным квадратам – буквами обозначена широта, цифрами − долгота.

3.1.Ноябрь

В этот период промыслового сезона наиболее многочисленные скопления косаток отмечены вдоль побережья Южной Америки до Фолклендских островов и даже южнее. В открытых же водах Атлантики существенные скопления отмечены в квадратах Е5, Е6, Е7, то есть на акватории от о-вов Тристан-да-Кунья и до Африки (рис. 2).

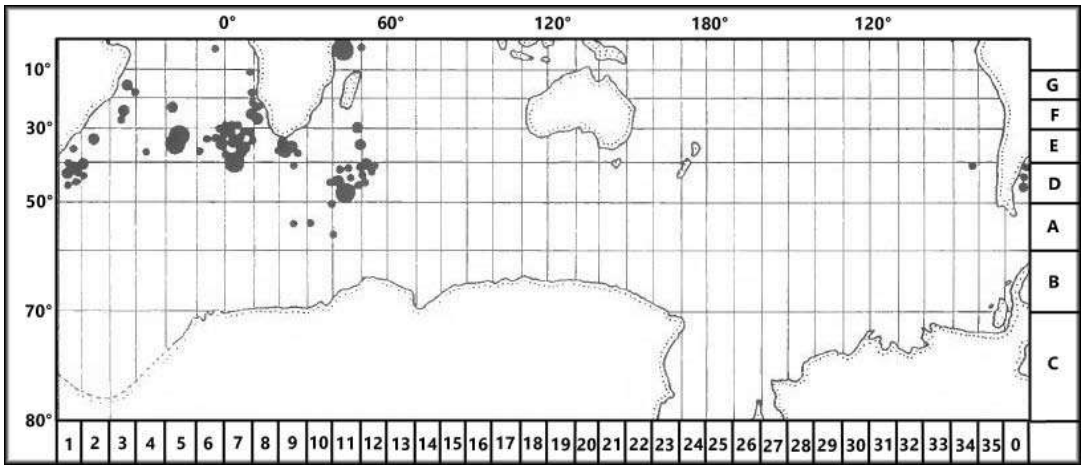


Рис. 2. Распределение косаток в ноябре

В юго-западной части Индийского океана в это время года скопления косаток были отмечены севернее и северо-восточнее о-вов Принц-Эдуард и Крозе (квадраты D11 и D12), а в тропической зоне – севернее Мадагаскара у побережья Африки. Еще раз подчеркнем, что отсутствие косаток на карте ноября в остальной части Индийского, а также Тихого океана объяснятся только тем, что в это время здесь промысел одесскими китобойными флотилиями не велся. Вероятно «белые пятна» на карте можно будет сократить, если удастся разыскать в архивах и обработать недостающие журналы наблюдений с китобойных судов.

3.2. Декабрь

В декабре в Южном полушарии косатки активно мигрируют на юг. Они встречаются уже в более широкой зоне: от тридцатых широт до кромки материкового антарктического льда (рис. 3). Однако к этому времени еще далеко не все из них мигрировали в антарктические воды. В южной Атлантике скопления косаток вновь были отмечены в квадратах E6 и E7. Все там же (квадраты E12 и D12) наблюдались косатки и в юго-западной части Индийского океана. В восточной его части косатки зарегистрированы в тридцатых широтах, между 80°в.д. и 110°в.д., а также большое их скопление отмечено южнее Тасмании. В Тихом же океане косатки наблюдались юго-восточнее Новой Зеландии, а также в водах вдоль Чилийского побережья.

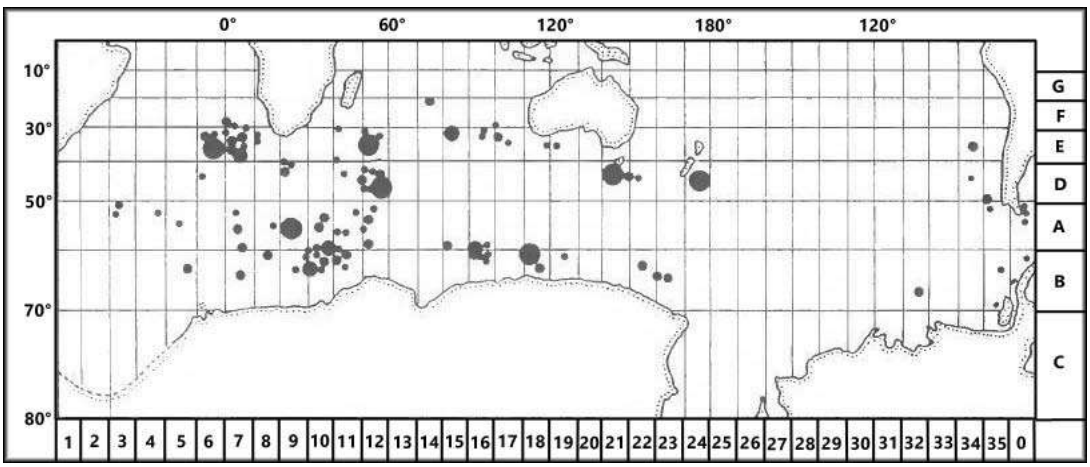


Рис. 3. Распределение косаток в декабре.

В это же время и в антарктических водах к югу от 50°ю.ш. косатки постоянно регистрировались в зонах A и B между нулевым меридианом и 60°в.д. Наиболее многочисленные скопления отмечались в квадратах A9, A10 и B9−B11. Косатки также были обнаружены недалеко от кромки льда-между 80°в.д. и 120°в.д., а также между 150°в.д и 170°в.д.

3.3. Январь.

В январе миграция косаток на юг, по-видимому, завершается. Наибольшие их скопления отмечены в морях Содружества, Росса и Беллинсгаузена. Основная же их масса зафиксирована южнее 50°ю.ш в море Россаи у западного побережья Антарктического полуострова (рис. 4). Севернее этой зоны косатки наблюдались только в районе островов Крозе и Чатем.

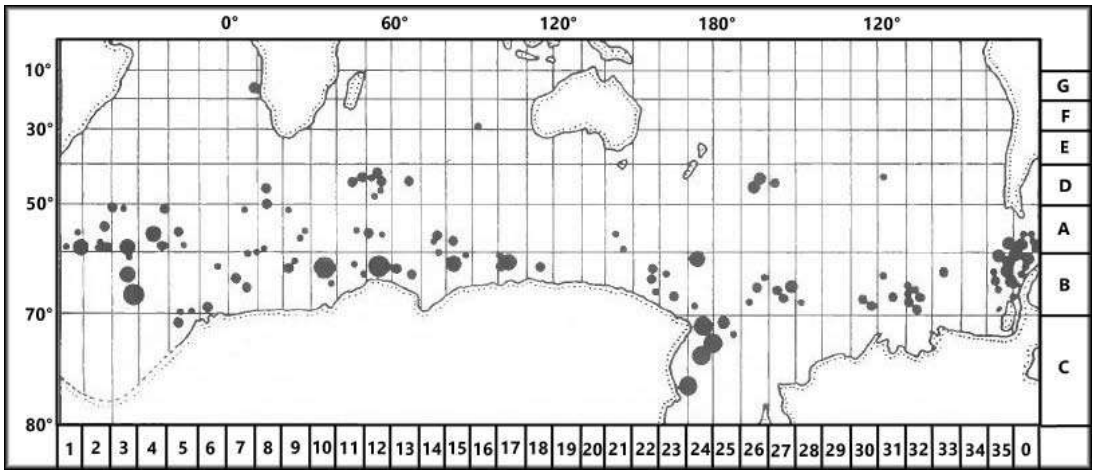


Рис.4. Распределение косаток в январе.

3.4. Февраль

В феврале, как и в январе, большинство животных фиксировалось в антарктических водах (рис. 5).

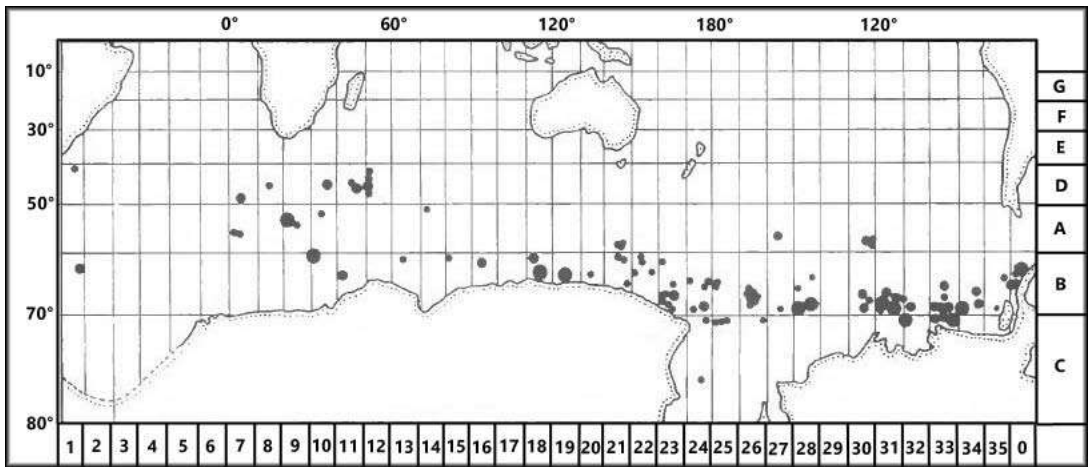


Рис. 5. Распределение косаток в феврале.

Наиболее многочисленные скопления отмечены в зоне 65°-70°ю.ш. и 80°-130°з.д. В конце февраля в море Росса уже было заметно начало миграции косаток в северном направлении.

3.5. Март

Активная откочевка косаток на север в 30-е и 40-е широты в свои зоны размножения идет в марте, то есть с наступлением южной осени. Некоторые из них к этому времени даже уже успели достигнуть зоны D. Остальная же часть косаток все еще находится в Антарктике: в водах Земли Грэям, у побережья Антарктического полуострова и на севере моря Росса в квадратах B25 и B26 (рис. 6).

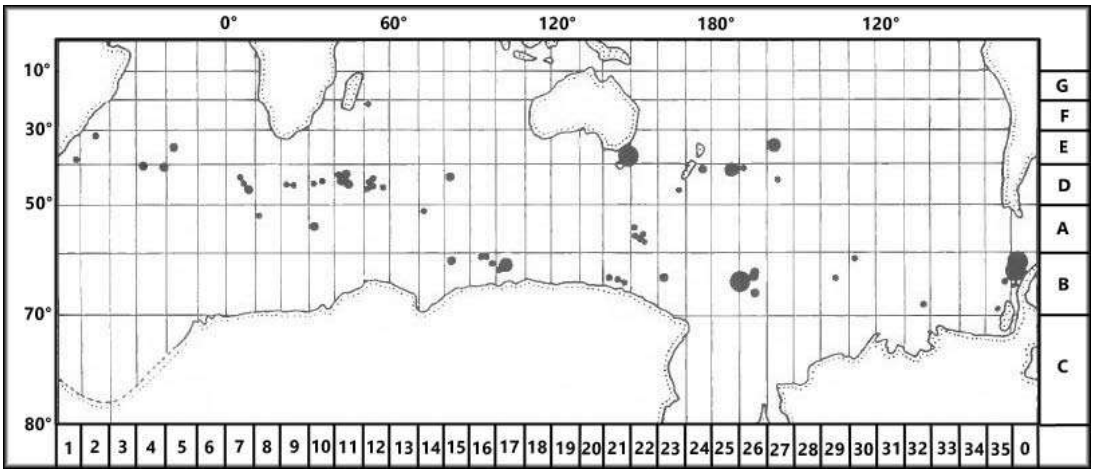


Рис. 6. Распределение косаток в марте (не закрашенные кружочки – принадлежность к "короткотелым" косаткам сомнительна).

3.6. Апрель и май

К апрелю, а затем и к маю почти все косатки уже успели покинуть Антарктические воды и в основном регистрировались в 30-х и 40-х широтах. Наиболее многочисленные скопления отмечались в квадрате D1, E8, F10, D12, E18 и D23. В мае скопления косаток зарегистрированы южнее Мадагаскара (F11) и западнее островов Сен-Поль и Амстердам (рис. 7).

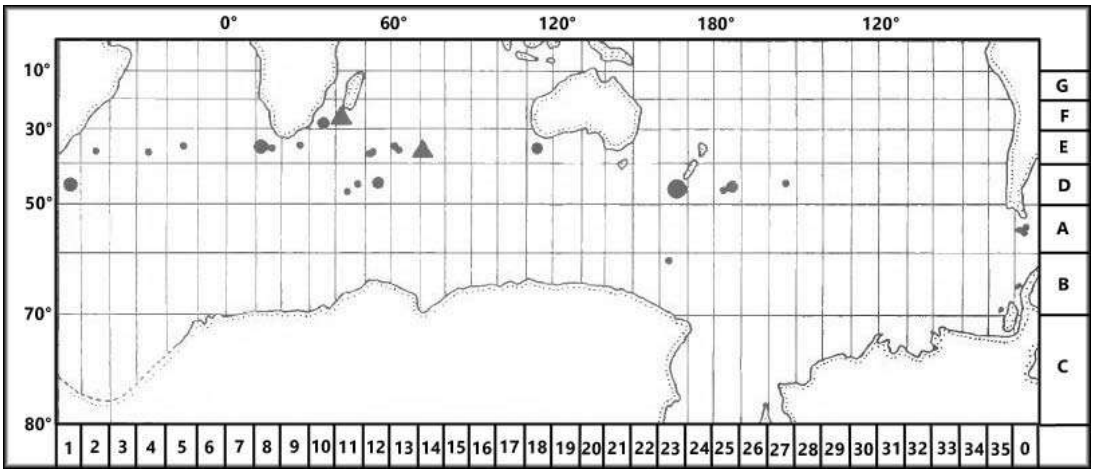


Рис. 7. Распределение косаток в апреле (кружочки) и мае (треугольники).

4. Размеры и анализ состояния половых желез

Для анализа биологического состояния косаток у 57 самцов были взвешены семенники, а у 63 самок – яичники. Кроме того, на яичниках подсчитано число следов желтых тел беременности. Средняя длина семенников оказалась равной 55 см, а диаметр − 22 см. Средний же вес одного семенника у половозрелых самцов был равен 10 кг, максимальный вес – 23,1 кг. Что касается яичников самок, то они у косаток небольших размеров – в среднем 10–12 см в длину и 5−7 см в ширину. Для того чтобы исключить влияние на определение среднего веса яичников функционирующих следов желтых тел беременности, взвешивались яичники только у небеременных самок. Средний вес оказался равным 200 г. У беременных самок средний вес отделенного функционирующего желтого тела беременности был почти таким же – 206 г., как и средний вес яичника яловых самок − 200 г.

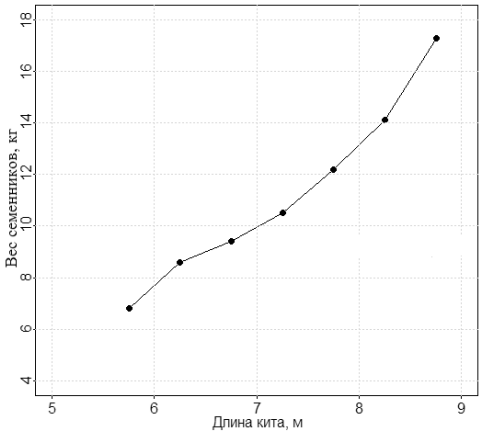


Рис. 8. Изменение веса семенников косаток в зависимости от длины тела

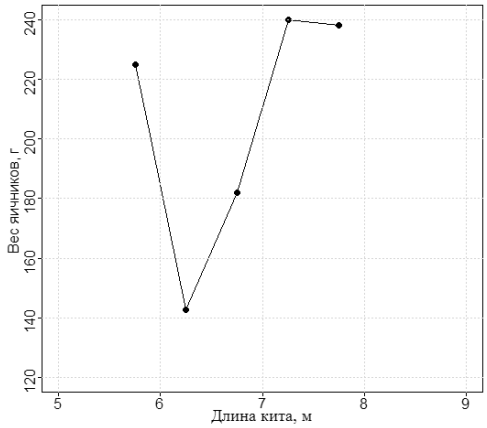


Рис. 9. Изменение веса яичников косаток в зависимости от длины теле

Изменение веса семенников с увеличением длины тела самцов косаток показано на графике (рис. 8). Видно, что интенсивное увеличение веса семенника наблюдается с достижением длины самцов 7 и более метров. Однако обращает на себя внимание тот факт, что и при длине 6.1–6.5 м. также заметно более интенсивное увеличение массы семенников.

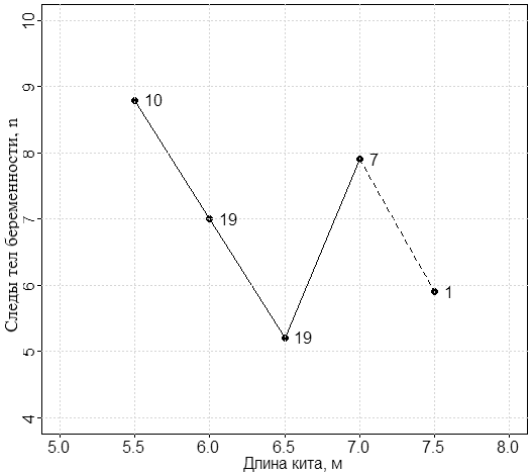


Рис. 10. Связь между количеством следов тел беременности на яичниках самок и размерами косаток

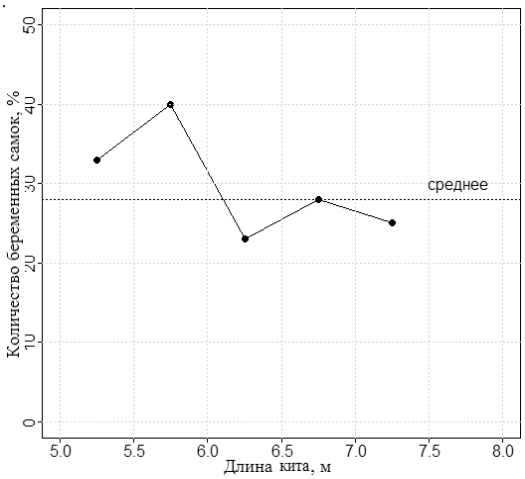


Рис. 11. Связь между количеством беременных самок и размерами косаток

На графиках видно, что число следов желтых тел беременности у самок длиною 5.6−6.0 м. даже больше (!), чем у самок размерами на полтора метра крупнее (рис. 10). Эти факты могут быть объяснены только при допущении, что в Южном полушарии есть не одна, а две формы косаток, созревание которых наступает при разной средней длине тела.

Косатки с более коротким телом и более тяжелыми яичниками, а также увеличенным числом желтых тел беременности были выделены нами в отдельную группу, установлены координаты их мест добычи, эти данные нанесены на карту. Таким образом обозначена их зона распределения (рис. 12).

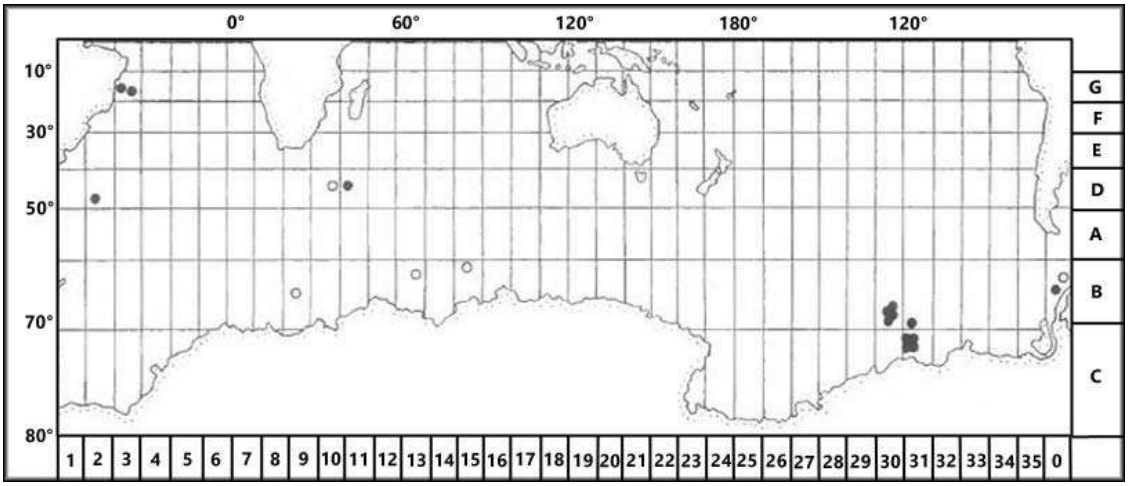


Рис. 12. Положение «короткотелых» косаток в Южном полушарии.

Оказалось, что в январе-феврале косатки с более коротким телом, но половозрелые, добывались в районе моря Амундсена. Весной же и в начале южного лета они встречались в районе аргентинского побережья и в проливе Дрейка у берега Земли Греям. Важно отметить, что такая локализация этих косаток наблюдалась в течение не одного, а разных сезонов.

Для выявления морфологических различий были проанализированы промеры частей тела (стандартная схема промеров) 19 обыкновенных и 5 «короткотелых» косаток (табл. 3).

Таблица 3

Стандартные промеры тела косаток (в процентах к зоологической длине)

Промеры тела	Обыкновенная косатка	«Короткотелая» косатка
от конца рыла до начала дыхал	11,70±0,23	12,40±0,47
от конца рыла до угла рта	9,40±0,26	9,67±0,30
от конца рыла до центра глаза	10,40±0,26	10,94±0,42
высота спинного плавника	10,40±0,34	10,84±0,68
длина спинного плавника	10,20±0,35	11,34±0,58
от конца рыла до спинного плавника	41,50±0,90	37,99±3,04
от развилки хвостовых лопастей до спинного плавника	49,50±1,24	51,57±3,89
малая длина грудного плавника (до пазухи)	10,64±0,31	11,64±0,39
большая длина грудного плавника	7,90±0,21	8,29±0,26
длина хвостовой лопасти	12,60±0,25	13,11±0,60
ширина хвостовой лопасти	8,00±0,79	8,33±0,43

Выборка маленькая, но все же и она позволяет заметить, что у «короткотелой» формы пропорции головы относительно большие, чем у обыкновенной косатки, крупнее и грудные плавники. Спинной плавник также относительно больше и слегка смещен ближе к голове. Хвостовая часть тела короче, а хвостовые лопасти относительно крупнее. Все перечисленное, а также различия в средних размерах примерно одновозрастных животных, в пропорциях тела, в размерах при наступлении половой зрелости, четкие различия в относительном весе половых желез и в количестве следов желтых тел беременности на яичниках самок, а также обособленность ареала обитания позволяют сделать вывод, что в Южном полушарии существует не один, а два вида косаток: обыкновенная – *Orcinusorca* Linnaeus, 1758, и «короткотелая» – *Orcinus nana.*

Список литературы

1. **Дорошенко Н. В**. О взаимоотношении косатки и малого полосатика (хищник-жертва) в Антарктике. – Морские млекопитающие. Тезисы докладов 7-го Всесоюзного совещания. Москва, 1978. – С. 107 − 109.
2. **Земский В. А.,** Будыленко Г. А. 1970. О косатках Северного и Южного полушария. Труды АтлантНИРО. Выпуск 29. Калининград, 1970. – С. 216 − 224.
3. **Зенкович Б. А.** О косатке, или ките-убийце. М. : «Природа», № 4, – 1938. – С. 102 − 112.
4. **Михалёв Ю. А.** Киты Южного полушария: биология, промысел, перспективы восстановления популяций. Одесса : ООО «ИНВАЦ», 2008. – 328 с.
5. **Слепцов М. М**. Косатка Южного полушария : сб. «Морские млекопитающие», изд-во «Наука», 1965. – С. 60 − 66.
6. **Шевченко В. И**. Характер взаимоотношения косаток и других китообразных. – Морские млекопитающие. Материалы 6-го Всесоюзного совещания. Часть 2. Киев, 1975. – С. 173 − 175.
7. **Эванс В.**, Яблоков А. В. Особенности внутривидовой изменчивости окраски косаток (*Orcinusorca*) : сб. Новое в изучении китообразных и ластоногих. М. : «Наука», 1978. – С. 102 − 115.
8. **Castello, H. P.** , Torno, A. P. and Panizza, J. S. 1974. First Antarctic record of a killer whale stranding. Sci. Rep. Whales Res. lnst., Tokyo, 26: P. 255 −258.
9. **Mikhalev Yu. A**. Occurrens and distribution of cetaceans in the Pacific sector of the Antarctic Regions to the results of observations, 1973/74 and 1974/75 seasons. Cambridge: Rep. int. Whal. Commn., 1978. – P. 263 − 267.
10. **Mikhalev Yu. A.,** Ivashin M. V., Savusin V. P., Zelenaya F. E. The Distribution and Biology of Killer Whales the Southern Hemisphere. Cambridge: Rep. int. Whal. Commn., 1981. N 31. – P. 551 − 566.

УКРАЇНСЬКИЙ АНТАРКТИЧНИЙ ЖУРНАЛ
УАЖ, №15, 131—152 (2016)

УДК 595.3.574

ОБЗОР ПРОМЫСЛА РКТ-С «МОРЕ СОДРУЖЕСТВА», ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И БИОЛОГИЯ АНТАРКТИЧЕСКОГО КРИЛЯ *(EUPHAUSIA SUPERBA)* В АТЛАНТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ АНТАРКТИКИ В ЛЕТНЕ-ЗИМНИЙ ПЕРИОД 2015 Г.

Н. Н. Жук[1], Ю. В. Корзун[2]

[1]Институт рыболовства и экологии моря, ул. Коммунаров, 8, г. Бердянск, Запорожская обл., Украина, 71119, e-mail: niknikzhuk@list.ru
[2]Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства, ул. Береговая, 21в, г. Ростов-на-Дону, Россия, 344002, e-mail: korzuny@mail.ru

Реферат. РКТ-С «Море Содружества» под флагом Украины работал на промысле антарктического криля в АчА районах Южные Шетландские острова, пролив Брансфилд и у о. Южная Георгия с 7 февраля по 23 июня 2015 г. Общий улов криля составил 12,5 тыс. т, в том числе в подрайоне 48.1 – 10,9 тыс. т, в подрайоне 48.3 – 1,6 тыс. т, CPUE равнялся – 9,1 т/ч и 7,9 т/ч, средний улов за судо-сутки лова – 119,7 т и 95,6 т соответственно. Общий улов криля в АчА в 2016 году может быть увеличен в основном за счет добычи рачков в подрайоне 48.2, промысловые участки которого в прошедшем промсезоне были закрыты льдом, или за счет оборудования судна системой непрерывного лова, позволяющей эффективно работать на концентрациях рачков, облов которых по традиционной схеме промысла является нецелесообразным. Промысловые скопления криля формировались на северо-западных участках островного и материкового шельфа и склона. Средние размеры тела рачков в ра- йоне островов о. Мордвинова (Elephant), о. Ватерлоо (George) и о. Смоленск (Livingston) были больше, чем в проливе Брансфилд. Так, длина и вес тела на шельфе и склоне островов колебались в интервале 46,7−52,3 мм и 0,68−1,04 г, а в проливе – 43,6−46,7 мм и 0,53−0,59 г соответственно. Более крупные рачки отмечались на участках с высокой ТПО. В феврале−марте в районе Южных Шетландских островов и проливе Брансфилд отмечался нерест антарктического криля и интенсивное питание фитопланктоном в верхних слоях океана. В апреле−мае нерест закончился, причем в подрайоне 48.1 позже, чем в подрайоне 48.3. Гидрометеорологические и ледовые условия в подрайонах 48.1 и 48.3 только кратковременно препятствовали добыче криля. Потери промыслового времени составили 8,8 суток или 7,5% от общего количества судо-суток промысла.

Огляд промислу РКТ-С «Море Співдружності», гідрометеорологічні умови і біологія антарктичного криля (*Euphausia superba*) в атлантичній частині Антарктики в літньо-зимовий період 2015 р.

М. М. Жук, Ю. В. Корзун

Реферат. РКТ-С «Море Співдружності» під прапором України працювало на промислі антарктичного крилю в АчА районах Південні Шетландські острови, протока Брансфілд і навколо о. Південна Георгія з 7 лютого по 23 червня 2015 р. Загальний вилов криля склав 12,5 тис. т, у тому числі в підрайоні 48.1 – 10,9 тис. т, в підрайоні 48.3 – 1,6 тис. т, а CPUE дорівнював 9,1 т/г і 7,9 т/г, середній вилов за судо-добу лову – 119,7 т. і 95,6 т. відповід-

но. Загальний вилов криля в АчА в 2016 році може бути збільшений переважно за рахунок добутку рачків у підрайоні 48.2, промислові ділянки якого в минулому промсезоні були закриті льодом, або внаслідок обладнання судна системою неперервного лову, що дозволяє ефективно працювати на концентраціях рачків, облов яких за традиційною схемою промислу є недоцільним. Промислові скупчення криля формувалися на північно-західних ділянках острівного й материкового шельфу і схилу. Середні розміри тіла рачків у районі островів о. Мордвінова (Elephant), о. Ватерлоо (George) і о. Смоленськ (Livingston) були більші, ніж у протоці Брансфілд. Так довжина і вага тіла на шельфі та схилі островів коливалася в інтервалі 46,7−52,3 мм і 0,68−1,04 г, а у протоці – 43,6−46,7 мм і 0,53−0,59 відповідно. Більші рачки відмічалися на ділянках із високою ТПО. В лютому−березні в районі Південних Шетландських островів і в протоці Брансфілд відмічався нерест антарктичного криля та інтенсивне харчування фітопланктоном у верхніх шарах океану. В квітні−травні нерест закінчився, причому в підрайоні 48.1 пізніше, ніж у підрайоні 48.3. Гідрометеорологічні та льодові умови в підрайонах 48.1 і 48.3 тільки короткочасно завадили добуванню криля. Втрати промислового часу склали 8,8 діб або 7,5% від загальної кількості судо-діб промислу.

Fishery report of the krill catching trawler «CooperationSea» on the Antarctic krill *(Euphausia superba)* biology and hydrometeorological conditions in the fishing area of the Atlantic Antarctic during the summer-winter fishing season of 2015

N. N. Zhuk, Yu. V. Korzun

Abstract. The krill catching trawler «Cooperation Sea» was conducting the Antarctic krill *(Euphausia superba)* fisheries in the Atlantic Antarctic area (South Shetland Islands, Bransfield Strait and off South Georgia Island) from 7 February to 23 June 2015. The total krill catch made up 12,500 tons, including area 48.1 (10,900 tons) and area 48.3 (1,600 tons); the CPUE parameter equaled 9.1 tons per hour and 7.9 tons per hour, correspondingly; the average catch per boat day reached 119.7 tons and 95.6 tons, correspondingly. It is suggested that the total krill catch in the Atlantic Antarctic in 2016 can be increased by means of krill fisheries in subarea 48.2, where fishing zones had been covered with ice during the last fishing season, or equipping the vessel with continuous fishing system. This system will allow to efficiently catch krill concentrations, which, according to the traditional fishing scheme, is not considered feasible. Commercial krill aggregations were formed in the north-western areas of the island and continental shelf and slope. The krill specimens in the islands' area (Elephant Island, George Island, Livingston Island) were characterized by a larger size than those caught in the Bransfield Strait. Thus, length and weight of the krill body, caught on the shelf and slope of the islands, ranged from 46.7 to 52.3 mm and from 0.68 to 1.04 g; in the strait area – from 43.6 to 46.7 mm and from 0.53 to 0.59 g, correspondingly. Larger krill specimens were reported in the zones with high surface temperature. In February-March, in the areas of the South Shetland Islands and Bransfield Strait krill spawning sites were observed; its intensive feeding on phytoplankton in the upper ocean layers was also marked. In April-May the krill spawning season was finished: in area 48.1 it came to end later than in area 48.3. For a short period of time, hydrometeorological and ice conditions in areas 48.1 and 48.3 prevented the trawler from conducting fisheries. The loss of fishing time made up 8.8 days, or 7.5% of the total amount of boat days.

Key words: Antarctic krill, krill fisheries, catch statistics, modal group, sexual maturity, sex ratio, nutrition, food organisms, meteorological data

1. Введение

В водах Южного океана одним из «ключевых видов» экосистемы является антарктический криль *Euphausia superba.* Интерес к нему, как известно, возник давно и первоначально определялся его значением в питании усатых китов (Fevolden,1989). Этот небольшой рачок, относящийся к эвфаузиевым ракам, является наиболее важным видом антарктического макропланктона и считается одним из наиболее многочисленных животных на планете (Ломакина, 1978). Криль выполняет важнейшую функцию, переваривая в своем теле громадные объемы первичной продукции, потребляя в основном микроскопический фитопланктон, который затем становится доступным для морских хищников. Его исключительное значение в водах Антарктики заключается в том, что он – главный объект питания для большинства обитающих в Южном океане пингвинов, тюленей, китов, птиц, рыб, кальмаров (Jones, Kawaguchi, Reid, 2015) и важный объект рыболовства. По ряду оценок средняя циркумполярная биомасса взрослой части населения криля колеблется от 60 до 420 млн. т, а наиболее вероятная – составляет 379 млн. т (Atkinson**,** Siegel, Pakhomov et all, 2009; Nicol, Constable, Pauly, 2000; Siegel, 2005). Этот запас криля определен только для эпипелагиали. Однако накапливаются данные, свидетельствующие, что антарктический криль также может быть многочисленным около океанического дна на абиссальных глубинах (Jones, Kawaguchi, Reid, 2015).

Максимальный мировой улов антарктического криля отмечался в 1982 г. – 528 тыс. т, из них 374 тыс. т или 71% вылова приходилось на атлантическую часть Антарктики (АчА, района 48), 148 тыс. т или 28% – на индоокеанский сектор (района 58) и 7 тыс. т (1%) на тихоокеанский (район 88) (Кухарев, Корзун, Ребик и др., 2014). Образование скоплений криля в значительной степени зависит от особенностей атмосферной циркуляции, обуславливающей изменение направления и скорости течений в районах промысла, а также рельефа дна, способствующего образованию вихрей, в которых концентрируются рачки (Бибик, Брянцев, 2007).

В настоящее время международный промысел криля осуществляется только в АчА. Уловы рачков в течение последних пятнадцати лет колеблются от 105 до 294 тыс. т. и имеют положительный тренд (рис. 1), но далеки от временного ограничения на вылов, установленного «Комиссией по сохранению морских живых ресурсов Антарктики» (АНТКОМ, CCAMLR), которое составляет 620 тыс. т, в том числе в подрайоне 48.1 – 155 тыс. т, 48.2 – 269 тыс. т, 48.3 – 269 тыс. т и 48.4 – 93 тыс. т (Список …, 2014).Таким образом, несмотря на почти 40-летнюю историю эксплуатации запасов антарктического криля, он до сих пор является видом, имеющим наибольший промысловый потенциал (Касаткина, 2015; Касаткина, Петров, Шуст и др. 2014; Чурин, Бородин, Чернышков, 2014; Шуст, Бизиков, 2010).

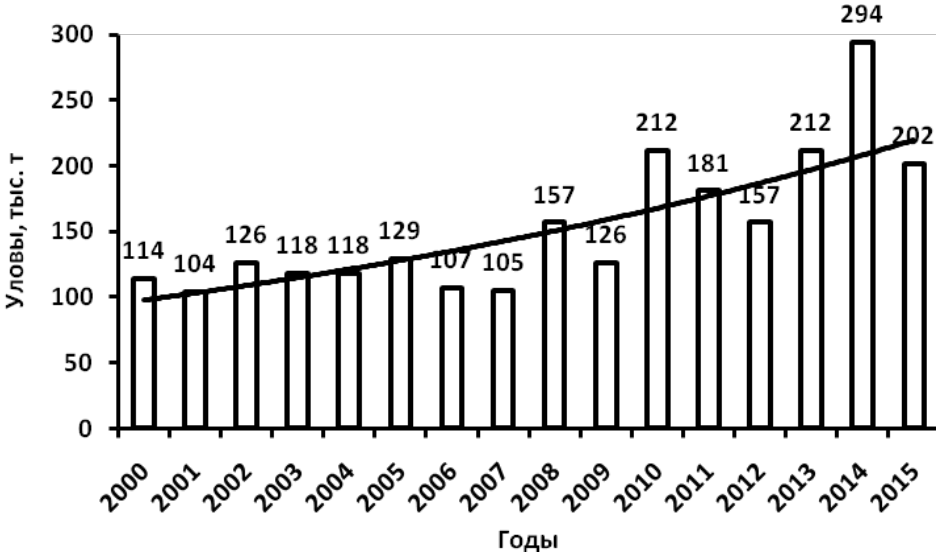


Рис. 1. Мировые уловы антарктического криля в АчА (FAO…, 2013; Catches..,2015)

Fig. 1. World catches of Antarctic krill in the Atlantic part of the Antarctic (FAO…, 2013)

Увеличение мировых уловов антарктического криля стимулируется спросом на него в качестве сырья для производства крилевой муки, пищевой продукции, косметики, фармацевтических препаратов, медицинских материалов. Он является главным объектом биологической разведки в антарктических водах (в основном с целью поиска новых биологически активных веществ), но в целом пищевые технологии начали уступать другим технологиям (Антарктический …, 2001; Корзун, Ребик, Козлова и др., 2014; Куртис, Перл, 2011; Литвинов, Сундаков, 2003; Шуст, Бизиков, 2010).

Украинские рыбаки ведут промысел антарктического криля с 1991 г. С 1991 по 2015 г. ими выловлено 292 тыс. т рачков (Жук, Корзун, 2014; FAO …, 2013). В промысловый сезон 2014/15 гг. добыча эвфаузиид осуществлялась в АчА на специализированном крилевом судне РКТ-С *«Море Содружества»*, работавшем под флагом Украины. Согласно рекомендациям АНТКОМ на борту судна находился национальный научный наблюдатель, соавтор статьи Н. Н. Жук, который производил сбор промыслово-биологических и гидрометеорологических данных на участках промысла криля для представления в «Комиссию …».

Целью данной работы является характеристика хода промысла РКТ-С *«Море Содружества»*, биологии антарктического криля и гидрометеорологических условий на участках лова в районе

Южных Шетландских островов, в проливе Брансфилд и у о. Южная Георгия в летне-зимний период Южного полушария 2015 г.

2. Материал и методика

Сбор промыслово-биологических и гидрометеорологических данных производился по схеме АНТКОМ (Справочник …, 2012) и общепринятым методикам (Методические …, 1982; Наставление …, 1964). Анализ возрастной структуры криля на участках промысла проводили с помощью размерно-возрастного ключа на основе ранее выполненных работ (Асеев, 1978, 1983; Жук, Корзун, 2014; Siegel, Loeb, 1995; Candy, Kawaguchi, 2006; Pakhomov, 1995; Sologub, Remeslo, 2011). Поиск промысловых концентраций рачков осуществлялся судовыми эхолотами SIMRAD ES 70 (рабочая частота 200 кГц) и KODEN CVS 8822 (28 кГц), а также гидролокатором WESSMAR 850 (110 кГц). Облов скоплений криля выполняли сетным тралом (модель 330 MTR), сконструированным и изготовленным нидерландской фирмой «MaritimeBV» с минимальным размером ячеи в мешке 12 мм. Его вертикальное и горизонтальное раскрытие составляло 12−18 м и 18−20 м соответственно. Горизонт лова определяли по глубине хода верхней подборы трала. Эти и другие параметры траления, а также величина улова в траловом мешке во время тралений фиксировались бескабельной системой MartPort. Продолжительность тралений составляла днем 1−2 часа, ночью она увеличивалась до 3−4 часов, скорость траления варьировала в пределах 2,5−3,1 узла. Судно работало в подрайоне 48.1 в районе Южных Шетландских островов и в проливе Брансфилд с 9 февраля по 28 мая (рис. 2) и в подрайоне 48.3 у о. Южная Георгия с 4 по 23 июня 2015 г. За период рейса выполнено 712 тралений, в том числе в подрайоне 48.1 – 595 тралений и подрайоне 48.3 – 117 тралений (табл. 1), проанализировано 11400 экз. криля, выполнено 619 гидрометеорологических определений, на каждом из которых регистрировались температура воздуха, температура поверхности океана (ТПО), направление и скорость ветра, атмосферное давление.

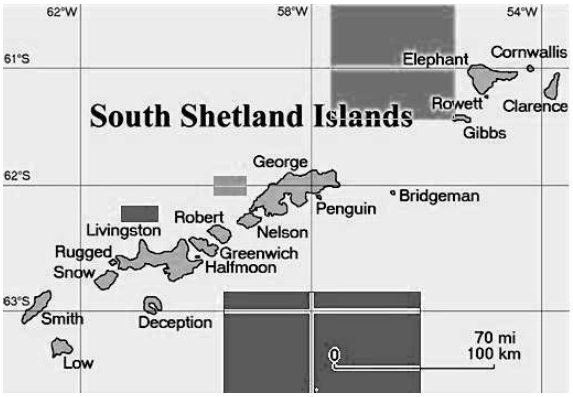


Рис. 2. Участки отбора проб антарктического криля в районе Южных Шетландских островов и в проливе Брансфилд в феврале-мае 2015 г.

Fig 2. The areas, where the samples of Antarctic krill were taken in the vicinity of the South Shetland Islands and in the Bransfield Strait in February-May, 2015.

3. Результаты исследований

РКТ-С *«Море Содружества»* вошел в зону действия Конвенции АНТКОМ 7 февраля и покинул ее 24 июня 2015 года. Находясь в водах Антарктики, судно осуществляло промыслово-поисковые работы и целевой промысел антарктического криля, а также сбор научной информации в статистических подрайонах ФАО 48.1 и в 48.3.

3.1. Сводка промысловой стратегии

Поиск промысловых скоплений антарктического криляосуществлялся с использованием судовой поисковой аппаратуры, в том числе эхолотов SIMRAD ES 70 и KODEN CVS 8822, а также

гидролокатора WESSMAR 850, которые к настоящему времени уже технически устарели, что в определенной мере, на наш взгляд, приводило к увеличению затрат времени на поиск агрегаций криля и, как следствие, потерям промыслового времени, и в итоге – недолову целевого вида. Для сокращения времени поиска скоплений использовались карты распределения ТПО, любезно передаваемые на борт судна отделом научно-промысловой разведки АтлантНИРО (г. Калининград), с указанием участков, где наиболее вероятно образование скоплений рачков. Судно регулярно использовало эту информацию и, в случае обнаружения агрегаций криля, выполняло их облов. Кроме этого, велись визуальные наблюдения за скоплениями китов и котиков, являвшихся ориентирами на скопления, которые не могли быть обнаружены судовыми рыбопоисковыми приборами.

В качестве орудия лова применялся сетной трал модели 330 MTR (производство Нидерланды). Добыча криля производилась по традиционной схеме лова с подъемом тралового мешка на промысловую палубу. На малых горизонтах лова (6−100 м) постановка трала занимала менее 10 минут, а на больших глубинах (максимальная 280 м) она увеличивалась до 15 минут. Время подъема трала, как правило, не превышало 20−25 минут.

Продолжительность тралений составляла 1−2 часа, иногда 4 часа (в основном в ночное время) при скорости 2,5−3,1 узла и регламентировалась, главным образом, величиной улова. При наполнении тралового мешка до уровня 15−25 т срабатывали датчики контроля величины улова бескабельной системой MartPort, после этого начиналась выборка трала. В случае высокой плотности рачков, что было не часто, длительность лова не превышала 20-30 минут.

3.2. Характеристика промысла

Подрайон 48.1. Южные Шетландские острова и пролив Брансфилд.

Из 111 суток, в течение которых РКТ-С *«Море Содружества»* работал в данном подрайоне – с 07 февраля по 28 мая, количество промысловых дней составило 91. В том числе в феврале – 17, в марте – 28, в апреле – 27 и в мае – 19 дней.

Февраль. Прибыв 9 февраля на северо-восточный участок пролива Брансфилд (с центральными координатами 63°06’ ю.ш.; 058°06’ з.д.), судно приступило к лову криля. В ночное время за 3-4 часа траления уловы колебались от 5 до 7 т, в дневное время за 1−1,5 часа – от 5 до 17 т, средний улов на единицу стандартного промыслового усилия (catch per unit effort, CPUE) составлял 3,5 т/час и оказался минимальным за весь период промысла в сезон 2015 года. По причине неудовлетворительной промысловой обстановки на этом участке судно 11 февраля прервало промысел и в поисковом режиме последовало в юго-западном направлении. 13 февраля, почти достигнув западной границы подрайона 48.1 (66°53’ ю.ш., 069°06’ з.д.) и не обнаружив промысловых скоплений криля, судно обратным курсом последовало в пролив Брансфилд, а затем к о. Мордвинова (Elephant). На пути следования встречались отдельные косячки криля непромыслового размера. 15 февраля в точке 62°24’6 ю.ш., 057°46’5 з.д. были отмечены морские котики *Arctocephalus gazella*, ныряющие на глубину до 20-25 м в косяки криля, которые локализовались по данным гидроакустических приборов в слое 10-43 м. Таким образом, пятидневный гидроакустический поиск криля с 11 по 15 февраля в водах пролива Брансфилд и за его пределами вдоль Антарктического полуострова не дал положительных результатов. Тем не менее, это не означало, что в этих водах отсутствовали промысловые агрегации криля. Как показала наша практика научного наблюдения за период 2001−2015 гг., промысловые скопления, расположенные в 0,5−1,0 мили от судна, не могли быть выявлены в силу несовершенства судовой поисковой аппаратуры.

РКТ-С *«Море Содружества»* прибыл в район о. Мордвинова (Elephant) 16 февраля, где уже работали два южно-корейских траулера, и начал выполнять траления на участке с центральными координатами 60°52’ ю.ш., 055°50’ з.д. над глубинами 230−600 м в слое 10−20 м. Скопления локализовались на разном удалении от западного побережья острова и имели протяженность 0,5-2 мили. Уловы колебались в больших пределах, от 3 до 28 т за 1,5-3 часовое траление. Средняя величина CPUE составила 7,5 т/час, что было значительно ниже, чем в сезон 2006 года, когда CPUE составлял 21,2 т/час (Жук, 2011/2012). В уловах наблюдался крупноразмерный криль с модальными классами 53-53 мм, средней длиной тела 52,0 мм и средней массой 1,04 г. Аналогичная картина для этого участка, по размерному составу криля, наблюдалась в 2006 г. во время работы РКТ-С *«Конструктор Кошкин»* (Жук, 2011/2012). Рачки имели зеленый цвет печени, поэтому были непригодны для переработки на пищевую продукцию и направлялись на изготовление крилевой муки.

По причине снижения уловов судно 19 февраля с поиском последовало в юго-западном направлении. Севернее архипелага Южных Шетландских островов за пределами островного шельфа о. Ватерлоо (George) (центральные координаты 61°58’ ю.ш., 59°55’ з.д.) над глубинами 1000−3770 м были обнаружены плотные скопления крупного нерестящегося криля (модальный касс 45−47 мм,

средняя длина 48,0 мм, средняя масса – 0,82 г). Примечательным было поведение рачков, отразившееся на суточной динамике величины уловов. Ночью криль концентрировался в слое 10−30 м, и уловы за 0,5−1,5 часа составляли 25−35 т. С наступлением рассвета рачки мигрировали на глубину 45−60 м, в итоге средние уловы за траление уменьшались с 24 т ночью до 10 т днем (рис. 3). Такая промысловая ситуация и поведение криля были противоположны тем, что нами наблюдались в зимний период Южного полушария на этом участке и обусловлены, на наш взгляд, особенностями биологии рачков, в частности, поведением криля летом в период спаривания. Усиление северо-западного ветра до штормового 21 февраля обусловило существенное снижения уловов на час траления с 10-24 т до 4 т, в результате этого судно прекратило лов и начало переход в другой промысловый район.

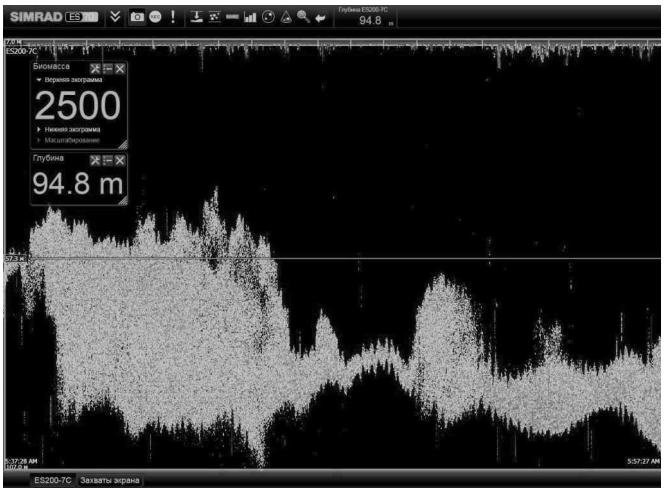


Рис. 3. Плотное скопление нерестящегося криля днем в районе о. Ватерлоо (George) (февраль 2015 г.)

Fig. 3. The dense aggregation of spawning krill in the vicinity of Waterloo (George) Island during daytime (February, 2015)

После штормовой погоды лов криля возобновили севернее о. Смоленск (Livingston) (61°58’ ю.ш. 059°42’ з.д.) над глубинами 23−340 м в слое 25−50 м. Скопления состояли из отдельных косяков рачков (рис. 4).

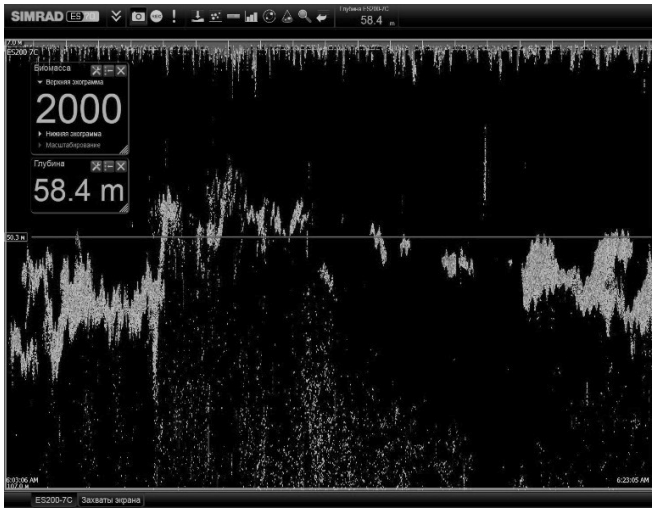


Рис. 4. Отдельные косяки криляв дневные часы врайоне о. Смоленск (Livingston)в феврале 2015 г.

Fig. 4. Individual krill schools in the vicinity of Smolensk (Livingston) Island during daytime in February, 2015

Уловы днем были (17 т/час) выше, чем ночью (5,5 т/час). Средние размеры эвфаузиид были меньше (средняя длина 46,7 мм, средний вес 0,68 г), по сравнению с размерами криля в районе островов Ватерлоо (George) и Мордвинова (Elephant), преобладали отнерестившиеся рачки. Косяки были очень подвижны, в результате этого часто не удавался их повторный облов. Возвращаясь (25−26 февраля, 2 марта) к о. Мордвинова на неритические участки, где ранее успешно велся промысел криля, судно скоплений не обнаружило. Скопления рачков отмечались в океанической зоне над глубинами 1800−3770 м. Причиной тому послужил дрейф рачков с шельфа на островной склон и далее в открытый океан. Основные результаты промысла криля в феврале представлены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты промысла антарктического криля РКТ-С *«Море Содружества»* в подрайонах 48.1, 48.3 в феврале-июне 2015 г.

Подрайон	Периоды работы	Дней промысла	Кол-во тралений	Часы лова	Вылов, тонн	Улов за 1 час траления, тонн	Вылов за день промысла, тонн
48.1	Февраль 09-28	17	77	161:00	1,170	7,3	68,8
	Март 01-31	28	175	394:40	3,730	9,5	133,2
	Апрель 01-30	27	199	379:15	3,599	9.5	133.3
	Май 01-28	19	144	268:15	2,399	8,9	126,3
Итого по подрайону 48.1		91	595	1203:10	10,898	9,1	119,7
48.3	Июнь 04-23	17	117	205:15	1,625	7,9	95,6
Итого за рейс		108	712	1408:25	12,523	8,9	116,0

Март. 3−5 марта промысел осуществлялся над шельфом к северу от о. Смоленск (Livingston) (61°55' ю.ш., 059°28' з.д.) в горизонте 11−50 м. В уловах преобладал посленерестовый криль с модальной длиной тела 45−49 мм, средней длиной и массой 47,5 мм и 0,72 г соответственно. Уловы на стандартную единицу промыслового усилия составили в среднем 9,2 т/час. По причине большой подвижности агрегаций криля нужно было много времени на их поиск. Поэтому судно прекратило промысел в районе о. Смоленск (Livingston) и 5 марта последовало в пролив Брансфилд.

В период работ с 9 февраля по 5 марта в проливе Брансфилд, в районах о-вов Мордвинова (Elephant), Ватерлоо (George) и Смоленск ((Livingston) печень рачков была окрашена в зеленый цвет, что обуславливается особенностями их кормовой базы и наблюдается при концентрации хлорофилла «а» более 1 мг/м^3 (Волошина, Красовский, 1990). Поэтому производство пищевой продукции из него было невозможно, и все уловы эвфаузиид направлялись исключительно на выпуск крилевой муки.

6 марта судно прибыло на юго-восточный участок шельфа пролива Брансфилд (63°07' ю.ш. 058°42' з.д.) с глубинами 120−220 м и приступило к лову криля в группе из 5 судов, в том числе: три норвежских, чилийское и южно-корейское. Траления выполнялись в эпипелагиали на горизонтах 5−50 м. Уловы составляли 20−36 т за 1,5−2 часа траления. Скопления криля различной плотности распределялись в направлении с востока на запад пролива на расстояние около 40−50 миль. На этом участке криль находился в состоянии нагула, был среднего размера, с модой 41−43 мм, средние значения длины и массы составляли 43,2 мм, и 0,55 г соответственно. Криль активно питался, имел светло-зеленую окраску печени. Средняя ТПО на участке промысла равнялась минус 0,5°С, что было значительно ниже, чем на участках севернее Южных Шетландских островов, где она колебалась от 2,2° до 0,9° (средняя – 1,44°С).

11−12 марта судно сместилось западнее вышеуказанного участка в заток «теплых вод» с ТПО 0,1−0,8°С. Видовой состав уловов изменился: появились сальпы, не смотря на то, что они предпочи-

тают воды с температурой около 1,5°С (Отчет …, 2015), и крупноразмерные особи криля вместе с молодью (40−50%), что свидетельствует о влиянии на этот участок вод Антарктического циркумполярного течения (АЦТ). Уловы за 1,5−3 часа траления в течение суток существенно отличались: ночью их величина колебалась от 5 до 12 т, днем – 28−35 т, CPUE составляло 7,7 т.

13 марта судно вновь возвратилось в заток «холодных вод» с ТПО -1,1–-0,8°С, где уловы были более устойчивыми в течение суток, но низкими и варьировали в интервале 7−15 т за 2−3 часа траления.

Во второй половине марта судно перешло в группу судов на участок, распложенный на расстоянии около 7 миль от полуострова Тринити на траверзе берега Палмер. Флотилия из 5 судов располагалась в направлении на восток от этого участка на протяжении 30−40 миль. Облов криля выполнялся в слое 10−45 м. Уловы были стабильными и составляли 12−40 т за 1,5−3 часа траления. В уловах преобладали рачки с длиной тела 41−45 мм, средней массой 0,52−0,68 г. ТПО была отрицательной (в среднем минус 0,63°С).

В марте, как и в феврале, рачки продолжали активно питаться, но при этом имели бесцветную прозрачную или светло-зеленую печень. В таком физиологическом состоянии эвфаузииды были пригодны для выпуска пищевой продукции, поэтому производство крилевой муки с этого момента было прекращено и начато изготовление бланшированного мяса криля.

Крилевая флотилия в марте в водах пролива Брансфилд состояла из 8−10 промысловых судов, работавших под флагами Китая (2−3 судна), Норвегии (3), Республики Корея (1−2), Чили (1) и Украины (1 судно).

Апрель. В первой декаде апреля промысел криля велся в районе Антарктического полуострова на участке шельфа с координатами 63°03'-63°38' ю.ш., 058°24'-058°48' з.д. в горизонтах от 17 до 260 м в водах с ТПО от -0,7° до -1,0°С в группе из 7−10 судов. Протяженность скоплений достигала 3−6 миль, и на экране поисковой аппаратуры они фиксировалась в виде ленты (рис. 5).

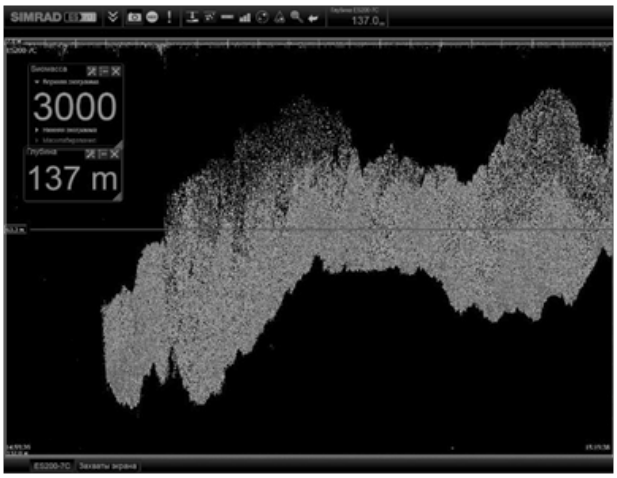


Рис. 5. Скопления криля в виде ленты днем в проливе Брансфилд, апрель, 2015 г.

Fig. 5. The krill aggregations in the form of ribbon in the Bransfield Strait during daytime, April, 2015

Суточные уловы достигали 200−233 т. Средний показатель CPUE составил 11,6 т/час. В уловах присутствовал криль со средними значениями длины и массы 44,8 мм и 0,62 г соответственно.

В начале второй декады апреля по причине штормовой погоды произошло снижение величины суточных уловов до 10−37 т, а уловы на усилие в среднем равнялись 5,7 т/час. Поиски скоплений криля в западном направлении вдоль Антарктического полуострова и затем в обратном направлении, на расстоянии от берега до 6,5 миль не дали положительных результатов. Промысловые скопления были обнаружены 13 апреля на участке с центральными координатами 63°29' ю.ш., 059°27' з.д. над глубинами 600 м, которые локализовались на горизонте 280 м. Подтверждением наличия скоплений криля была группа синих китов *Balaenoptera musculus* присутствовавшая в районе промысла и состоявшая из 20 особей.

Затем РКТ-С *«Море Содружества»* и группа из 4−5 судов переместились западнее на участок с координатами 63°05'-63°13' ю.ш., 058°52'-059°10' з.д. на глубины 90−300 м и вели промысел до конца месяца. Здесь ТПО была более низкая до -1,4° по сравнению с предыдущим участком.

Суточная добыча криля колебалась от 124 т до 240 т, за траление – от 5 до 38 т. При этом уловы в дневное время превышали ночные в 2−3 раза, а в отдельные сутки в 6 раз. На участке промысла по-прежнему присутствовал среднеразмерный криль (средняя длина 43,24 мм, средняя масса 0,56 г). В целом в апреле промысловая ситуация была на уровне марта. Средний улов на усилие составил 9,5 т/час и 133 т за судо-сутки лова, что выше аналогичного периода 2014 г. (8,3 т/час и 110,5 т соответственно) (Жук, Корзун, 2014). Так как в уловах отсутствовали эвфаузииды с зеленым цветом печени и с жестким панцирем, судно продолжало выпуск пищевой продукции в виде бланшированного мяса. В апреле на промысле криля в проливе Брансфилд работало 11 судов из 5 стран.

Май. 1−15 мая судно работало на участке с координатами 63°08'-63°13' ю.ш., 058°56'-059°10' з.д. над глубинами 100−300 м в группе из 3−6 траулеров. Облов криля выполнялся в горизонтах 18−115 м. Уловы на протяжении первой декады мая колебались от 140 т до 233 т в сутки и зависели в основном от количества выполненных тралений и погодных условий. Величина ночных уловов колебалась от 7 до 15 т за 1−3 часа траления, а дневных – от 15 до 34 т за 1−2,5 часа. Средний показатель CPUE составлял 7,3 т/час. В уловах, наряду со среднеразмерным крилем, начал появляться мелкий, доля которого по сравнению с апрелем увеличилась с 35,1% до 50%.

4 мая на участок промысла прибыл китайский траулер *«Long Da»*. Это было 12-е судно, участвующее в промысле криля в этом сезоне. Суда работали на участке площадью около 40 миль^2. В отдельные моменты на ограниченном участке площадью 12 миль^2 одновременно концентрировалось до 5 судов. Особо следует отметить, что юго-западнее от основной группы флота на расстоянии 100−120 миль вели промысел два норвежских судна «*Antarctic Sea»* и «*Saga Sea».* В первой половине мая произошло резкое понижение ТПО от -1,4° до -1,8°С, что вероятно было обусловлено вторжением с востока холодных вод моря Уэдделла, с которыми дрейфовал на промысловые участки и мелкий криль.

В период с 16 по 24 мая в ожидании бункеровки было потеряно 9 промысловых суток, за которые можно было добыть 1,5−2 тыс. т криля.

25 мая, возвращаясь с бункеровки, не тратя время на поиск скоплений криля, а ориентируясь на местоположение крилевой флотилии, РКТ-С *«Море Содружества»* пересек обширное поле блинчатого льда протяженностью до 10 миль и прибыл в группу из 7 судов, работавших на высокопроизводительном восточном участке пролива (63°06'-63°18' ю.ш., 058°59'-059°09' з.д.) Этот факт в очередной раз показывает, что при использовании традиционной технологии тралового лова криля ведение промысла рачков группой судов имеет преимущество над работой автономно. В период 25−28 мая лов выполнялся в слое 20−190 м над глубинами 140−600 м. Интенсивное поступление холодных вод с ТПО -1,8°–-2,0° из моря Уэдделла привносило на участки промысла значительное количество молоди криля, которое составляло в уловах до 68,7% (рис. 6).

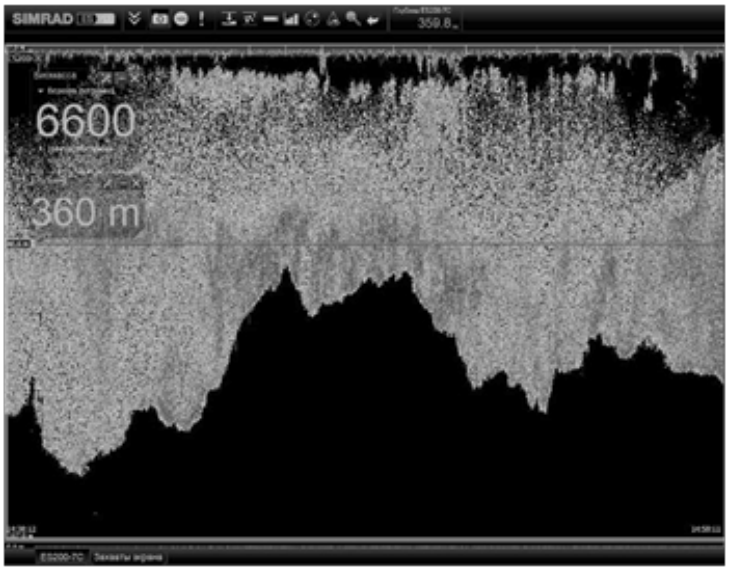


Рис. 6. Плотные скопления молоди криля днем в проливе Брансфилд, май 2015 г.

Fig. 6. The dense aggregations of krill juveniles in the Bransfield Strait during daytime, May, 2015

Средние значения длины и массы рачков уменьшились до 38,9 мм и 0,37 г. соответственно. Скопления были более устойчивыми, чем на других участках в подрайоне 48.1, а различия между дневными и ночными уловами минимальными, при этом уловы за 1−2 часа траления колебалась от 12 до 45 т. Средний улов на стандартное промысловое усилие (CPUE) оказался наибольшим за весь период промысла в подрайоне 48.1 и составил 17 т/час. Аналогичная ситуация, т. е. слабые различия между величиной уловов в светлое и темное время суток, отмечалась в мае 2006 г. (Жук, 2011/2012), при этом CPUE равнялось 25 т/час, чего не наблюдалось в 2014 г. (CPUE – 7,9 т/час) (Жук, Корзун, 2014). Таким образом, на указанном участке, начиная с 2004 г., периодически формировались промысловые скопления криля, привносимого сюда водами из моря Уэдделла. Косвенным подтверждением этого является поступление плавающего льда на участки лова с востока.

28 мая был достигнут пороговый уровень общего улова криля в подрайоне 48.1 равный 155 тыс. т. Согласно Мере по сохранению 51−07 (2014) АНТКОМ промысел криля в нем был закрыт, и промысловые суда покинули подрайон 48.1.

В мае в проливе Брансфилд на промысле работали суда из 5 стран – Китая (5 судов), Норвегии (3), Республики Корея (2), Украины (1) и Чили (1 судно).

В целом сырьевая база криля и промысловая обстановка в сезон 2015 г. у Южных Шетландских островов и в проливе Брансфилд для судов, работавших по традиционной траловой схеме лова, была на уровне среднемноголетних значений.

Подрайон 48.3. Остров Южная Георгия. В предшествующие годы обычно наиболее благоприятная промысловая обстановка в мае-июне наблюдалась северо-восточнее острова Южная Георгия на участке с координатами 53°40'-54°10' ю.ш., 035°30'-036°00' з.д., а в июле-сентябре – к северу или северо-западу от него. Эта тенденция пространственного изменения основных районов промысла отражает дрейф скоплений криля в западном направлении в системе прибрежного течения. Июнь 2015 г. не явился исключением.

Промысловые работы в районе о. Южная Георгия выполнялись с 4 по 23 июня на северо-восточном участке островного шельфа (53°54г-54°13г ю.ш., 035°35г-035°55г з.д.) над глубинами 157−250 м. Горизонты лова на протяжении суток существенно отличались: ночью облов криля осуществлялся в слое 60−120 м, днем – 170−220 м. Скопления рачков на экране поисковой аппаратуры в светлое время суток имели вид плотной непрерывной ленты, располагавшейся у дна (рис. 7).

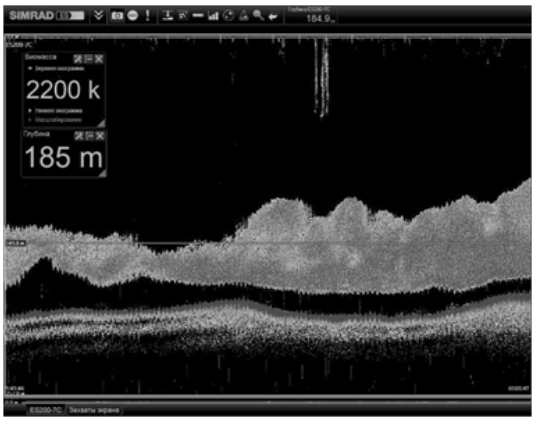


Рис. 7. Скопления криля днем в придонном слое воды в районе о. Южная Георгия, июнь 2015 г.

Fig. 7. The krill aggregations in the bottom water layer in the vicinity of South Georgia Island, June, 2015.

Нижняя граница ее располагалась в непосредственной близости от грунта на глубине максимум 250 м. Как и в прошлые годы, с наступлением сумерек скопления криля разрушались, рачки в течение 20-30 минут перемещались в подповерхностный слой океана на глубины 50−150 м, где в течение ночи плотных скоплений не образовывали. Уловы вследствие этого в темное время суток (5−10 т за траление) были ниже дневных (12−35 т за траление).

17−18 июня над районом прошел глубокий циклон. Штормовая погода негативно повлияла на дальнейший ход работ. Шторма разрушают скопления криля в эпипелагиали, которые через несколько дней после шторма восстанавливаются (Самышев, 1991). 19 июня, возвратившись на прежний участок, судно возобновило промысел. Произошло уменьшение средних уловов за судо-сутки

лова с 170 т до 81 т, среднее значение CPUE снизилось до 5,4 т/час. Особенно сильно уменьшились уловы в темное время суток, величина дневных уловов превышала ночные до 12 раз. Агрегации криля локализовались на ограниченном участке, в результате чего четыре судна вынуждены были работать на акватории площадью около 8−10 миль^2.

Средние уловы на стандартное промысловое усилие (CPUE) за весь период работ с 4 по 23 июня составили 7,9 т/ч, за судо-сутки лова 95,6 т (табл. 1), и были близки к аналогичным показателям прошлого сезона (7,5 т/час и 110 т соответственно) (Жук, Корзун, 2014).

Промысловая флотилия в июне в подрайоне 48.3 состояла из 5 судов, в том числе: два норвежских судна и по одному от Республики Корея, Украины и Чили.

В уловах преобладал криль средних размеров (50%), доля мелкого и крупного составляла 31,8% и 18,2% соответственно. Модальный класс был представлен рачками длиной 43−45 мм. Средняя длина и масса равнялись 43,54 мм и 0,54 г.

23 июня во второй половине суток погодные условия резко ухудшились, уловы понизились ниже рентабельных, вследствие чего судно прекратило промысел и последовало в порт Монтевидео (Уругвай).

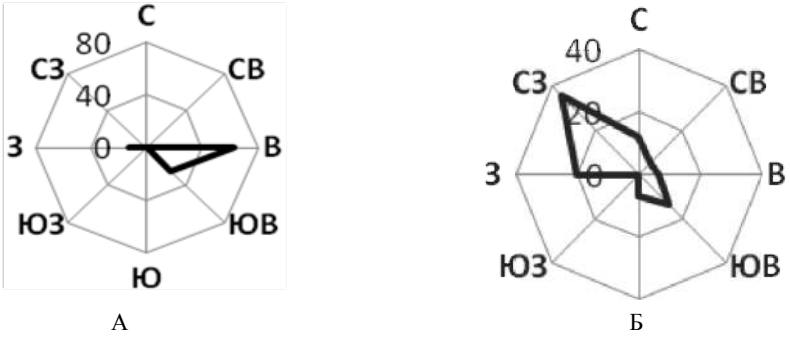
Таким образом, промысловые показатели на лову антарктического криля в подрайоне 48.3 о. Южная Георгия в июне 2015 г. для судов типа РКТ-С *«Море Содружества»* были ниже их среднемноголетнего уровня.

3.3. Гидрометеорологические условия в районах промысла

Образование скоплений криля в значительной степени зависит от особенностей атмосферной циркуляции в АчА, обуславливающей изменение направления и скорости течений в районах промысла, а также рельефа дна, способствующего образованию вихрей, в которых концентрируются рачки (Бибик, Брянцев, 2007). В АчА в эпипелагиали в районах промысла криля отмечаются две основные водные массы – теплые воды Антарктического циркумполярного течения и холодные воды моря Уэдделла. Взаимодействуя друг с другом, они образуют вторичную фронтальную зону и линзы холодных и теплых вод, которые являются причиной мозаичного распределения скоплений зоопланктона различных таксономических групп, в том числе копепод, эвфаузиид и сальп, главных потребителей первичной продукции (Воронина, 1990), и скоплений криля, различающихся по размерному составу рачков (Sologub, Remeslo, 2011).

3.3.1 Подрайон 48.1. Южные Шетландские острова и пролив Брансфилд

Февраль. На северо-восточном промысловом участке пролива Брансфилд судно работала с 9 по 11 и 23 февраля (см. раздел 3.2). В этот период преобладали ветры восточных направлений повторяемостью 87,5%, среди них доминировал восточный ветер (65,2%) (рис. 8). Скорость ветра варьировала от 0,2 до 14,1 м/с и в среднем составляла 8,6 ±1,26 м/с. Наиболее часто отмечалась скорость ветра 8−12 м/с (77,8%). Температура воздуха изменяясь в интервале 0,1−0,6°С, в основном была 0,1−0,4 °С (88,9%), средняя составляла 0,3±0,06°С. ТПО колебалась в пределах от -0,4 до 0,1°С, преобладали отрицательные значения -0,4– -0,1°С (66,7%), средняя ТПО равнялась минус 0,14±0,07°С. Атмосферное давление колебалось в небольших пределах 975-989 мб и в среднем составляло 978±1,5 мб.



А Б

Рис. 8. Повторяемость направлений ветра в феврале на промысловых участках в проливе Брансфилд (А), и о. Мордвинова (Elephant) (Б)

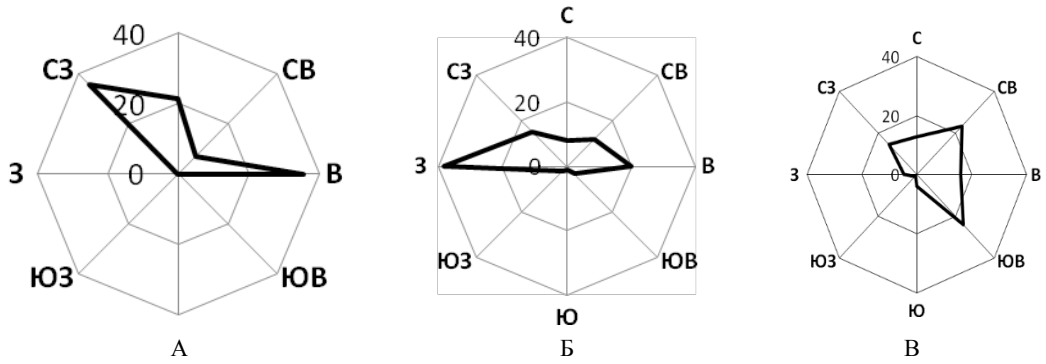
Fig. 8. Recurrence of wind directions on the fishing grounds in the Bransfield Strait (A) and Mordvinova (Elephant) Island (B) in February

В районе о. Мордвинова (Elephant) наблюдения проводились с 15 по 28 февраля (за исключением 23 февраля, когда судно работало в проливе Брансфилд) (рис 2). На промысловых участках преобладали ветры западных румбов (55,9%; рис. 3), наиболее часто наблюдался северо-западный ветер (35,6%). Скорость ветра изменялась в интервале 0,2−20 м/с, в основном от 2 до 10 м/с (59%), средняя скорость составляла – 8,2±0,64 м/с. Температура воздуха варьировала в пределах от -3,3 до 3,5°С, в основном отмечались значения 1,0-3,0°С (59%), средняя была 1,1±0,21°С. ТПО составляла 0,8−2,2°С, преобладали значения 1,4−2,0°С (69,3%), средняя равнялась 1,5±0,05°С. Атмосферное давление варьировало в небольших пределах от 980 до 998 мб, наиболее часто от 985 до 998 мб (89%), в среднем было 991±0,6 мб.

24 февраля в течение суток поиск криля проводился западнее о. Ватерлоо (George) (рис. 2). Дул сильный западный ветер (10,6−20,2 м/с, средняя 16,5±1,11м/с). Температура воздуха составляла 1,1−1,6°С, средняя – 1,3±0,07°С. ТПО была 1,4−1,5°С, средняя 1,47±0,02°С. Атмосферное давление составляло 983-995 мб, среднее значение – 987±1,9 мб.

Таким образом, в феврале гидрометеорологические условия на промысловых участках в проливе Брансфилд и западнее о-вов Мордвинова и Ватерлоо значительно различались по преобладающим направлениям ветра, по температуре воздуха и ТПО: в проливе доминировал ветер восточных, в районе островов – западных направлений, температура воздуха на северо-востоке пролива была положительной, но близкой к нулю – у островов положительной или отрицательной и в среднем выше, чем на северо-восточном участке пролива. ТПО в проливе была отрицательной, а у островов положительной.

Март−май. В начале этого периода (3−5 марта) поисково-промысловые работы проводились севернее о. Смоленск (Livingston) (рис. 2). Над акваторией преобладали ветра северных направлений (64,3%), наиболее часто наблюдался северо-западный (35,7%) (рис. 9). Доля ветров восточных направлений тоже была значительной (42,9%), среди них доминировал восточный ветер (35,7%). Их скорость колебалась от 0,2 до 8,8 м/с, наиболее часто была 2−8 м/с, средняя равнялась 5,0±0,7 м/с. Температура воздуха варьировала от -0,9 до 2,9°С, преобладала 0,8-2,5°С, средняя составляла 1,2±0,3°С. ТПО изменялась в узком интервале 1,1−1,5°С, средняя была 1,2±0,03°С и равнялась средней температуре воздуха. Атмосферное давление колебалось в небольших пределах 979−992 мб, среднее значение составляло 98±6±1,1 мб.



А Б В

Рис. 9. Повторяемость направлений ветров на промысловых участках севернее о. Смоленск (Livingston) (А, март), на юго-восточном участке пролива Брансфилд (Б, март-май) и на северо-восточном шельфе о. Южная Георгия (В, июнь 2015 г.)

Fig. 9. Recurrence of wind directions on the fishing grounds northward from Smolensk (Livingston) Island (A, March), in the south-eastern part of the Bransfield Strait (B, March-May) and on the north-eastern shelf of South Georgia Island (C, June, 2015)

С 6 марта по 28 мая РКТ-С *«Море Содружества»* работал в проливе Брансфилд на юго-восточном участке (см. раздел 3.2). В течение всего периода промысла преобладали ветры западных направлений (55,5%), доминировал западный (38,3%; рис. 9; табл. 2). Значительную долю составляли восточные ветры (35,4%). Скорость ветра варьировала в интервале 0,1−30,0 м/с, в основном была 0,2 до 12,0 м/с (82,2%), средняя скорость по месяцам колебалась от 7,1 до 8,3 м/с. Температура воздуха изменялась в пределах -6,2-4,4°С. Ее средние значения от марта к маю уменьшались от 0,0 до -2,1°С. ТПО варьировала от -2,0 до 0,1°С. Средние значения ТПО также от марта к маю уменьша-

лись от -0,5 до -1,5°С (табл. 2). Атмосферное давление варьировало от 956 до 1023 мб. Средние значения атмосферного давления от марта к маю увеличивались от 988 до 997 мб.

Скопления криля в проливе Брансфилд в марте иногда располагались на локальных участках со значительными различиями ТПО, т.е. в «теплых» (0,1−0,8°С, средняя 0,4°С) или «холодных линзах» (-1,1– -0,8, средняя -0,9°С).

Таблица 2

Гидрометеорологические условия на юго-восточном участке пролива Брансфилд

Характеристика	Март	Апрель	Май
Направление ветра, румбы (%)	З (35,3)	З (33,5)	З (46,8)
Скорость, м/с	0,2-27/8,3±0,36	0,1-22,2/7,1±0,34	0,2-30/7,6±0,40
Т°С воздуха	-3,4- 4,4/0,0±0,11	-5 - 2,6/-1,2±0,11	-6,2 - 2,1/-2,1±0,11
ТПО °С	-1,1 - 0,9/-0,5±0,04	-1,5 - 0,8/ -1,1±0,02	-2,0 - 0,1/ -1,5±0,04

Температура воздуха и ТПО на промысловых участках в проливе Брансфилд в апреле и мае 2015 г. в среднем были выше, чем в этот период 2014 г. и лед, хотя и дрейфовал с восток на участки лова в конце мая, не мешал промыслу. В целом гидрометеорологические условия в районе Южных Шетландских островов и в проливе Брансфилд в период с февраля по май 2015 г. не препятствовали ведению промысла.

3.3.2 Подрайон 48.3. о. Южная Георгия

В районе о. Южная Георгия наблюдения проводились с 4 по 23 июня на северо-восточном промысловом участке островного шельфа. В период работ преобладали ветры восточных румбов (63,2%), доминировал юго-восточный или северо-восточный ветер (24,0% и 23,2% соответственно (рис. 9). Скорость ветра изменялась от 1,1 до 28,0 м/с, преобладали значения 2-10 м/с (62,4%), в среднем она составляла 8,9±0,55 м/с. Температура воздуха колебалась от 2,9 до -3,6°С, преобладали значения -1,0−0,5°С (56,5%), средняя температура воздуха равнялась -0,3±0,11°С. ТПО на участках лова варьировала в интервале -0,3−2,1°С, преобладали положительные значения 0-1,4°С, средняя ТПО составляла 0,6±0,05°С. При продвижении по району с севера на юг, ТПО уменьшалась от 1,4°С до 0,1°С. Атмосферное давление колебалось от 961 до 1024 мб, составляя в большинстве случаев 985−1005 мб (66,4%), среднее атмосферное давление равнялось 994±1,2 мб.

На северо-восточном промысловом участке находилось от 6 до 10 айсбергов, некоторые из них были неподвижны, так как вероятно «сидели на мели», на юго-восточном участке шельфе наблюдалось 30−40 айсбергов длиной до 100 м, отсутствовавшие в это время года в сезоны 2013 и 2014 гг.

3.4. Биологическая характеристика криля

Остров Мордвинова (Elephant). Во второй половине февраля над островным шельфом локализовались крупные эвфаузииды с модальными классами 53−55 мм, средней длиной 52,3 мм и средним весом 1,04 г при наиболее высоких средних значениях ТПО – 1,5°С (табл. 3, рис. 10). Самки в среднем были крупнее самцов. Большинство особей находились в нерестовом состоянии на стадии спаривания и активно питались. Соотношение полов было близким 1:1. Криль распределялся в толще воды отдельными косяками (рис. 11) и больших скоплений не образовывал.

Таблица 3

Биологические характеристики криля в АчА влетне-зимний период 2015 г.

Участок	Длина тела мин.-макс./ сред. мм	Модальный класс	Средний вес, г	Преобл. стадия зрелости, %	Преобл. балл наполн. желудка, %
1	2	3	4	5	6
о. Мордвинова, февраль	37-61/52,3±0,08	53-55	1,04	♂ IV, 63; ♀IV, 93	IV 88

Окончание таблицы 3

1	2	3	4	5	6
о. Ватерлоо, февраль	36-56/48,0±0,39	45-47	0,82	♂ VI, 31; ♀VI, 35	IV 96
о. Смоленск, март	36-56/46,7±0,13	45-47	0,68	♂ II, 58; ♀ V, 33	IV93
п. Брансфилд, февраль	30-53 /43,1±0,20	43-45	0,59	♂ VI, 48; ♀ VI 57	IV 91
март	29-56/42,9±0,09	41-43	0,53	♂ II, 76; ♀ II 81	IV 60
апрель	24-59/43,6±0,11	41-43	0,57	♂ II,80; ♀ II87	IV 38
май	25-57/40,6±0,11	39-41	0,45	♂ II,75 ♀ II85	0 30
о. Южная Георгия, июнь	30/58/43,6±0,10	43-45	0,54	♂ II,78 ♀ II 95	0 46

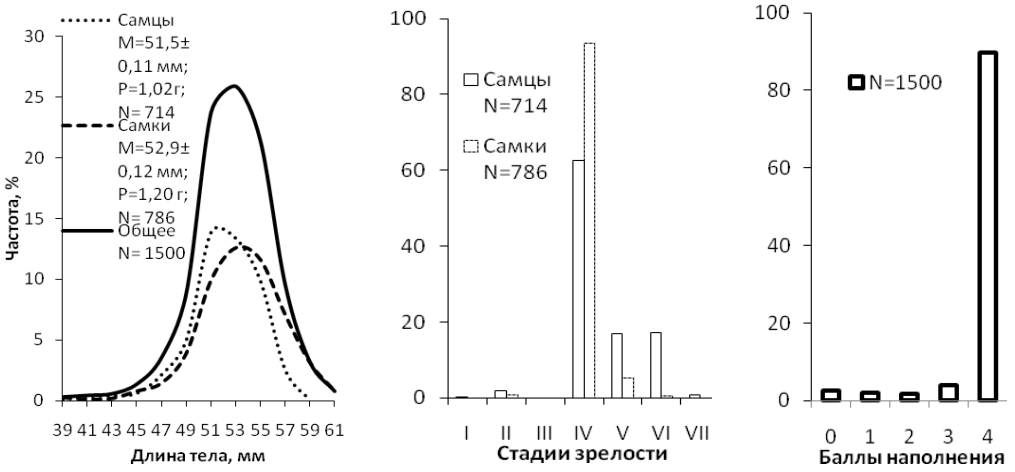


Рис. 10**.** Биологическая характеристикакриля в районе о. Мордвинова в феврале 2015 г.

Fig. 10. Biologic characteristics of the krill in the vicinity of Mordvinova (Elephant) Island in February, 2015

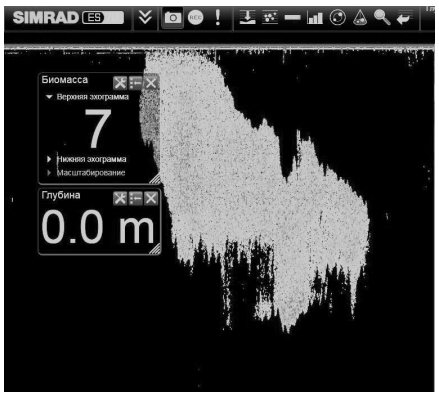


Рис. 11. Скопление нерестящегося криля в районе о. Мордвинова (Elephant) у поверхности океана в предутренние часы в феврале 2015 г.

Fig. 11. The aggregation of spawning krill in the vicinity of Mordvinova (Elephant) Island at the ocean surface during predawn hours in February, 2015

Остров Ватерлоо (George). Рачки были несколько мельче, чем в районе о. Мордвинова, их модальная длина составляла 45-47 мм, при средних величинах – 48,0 мм и 0,82 г (табл. 3, рис. 12). Самцы в среднем крупнее самок. Средняя ТПО 1,5°С. У рачков наблюдался нерест, отмечалось значительное количество отнерестившихся особей. Соотношение полов 1:1. Питался криль активно фито- и зоопланктоном (табл. 3, рис. 11).

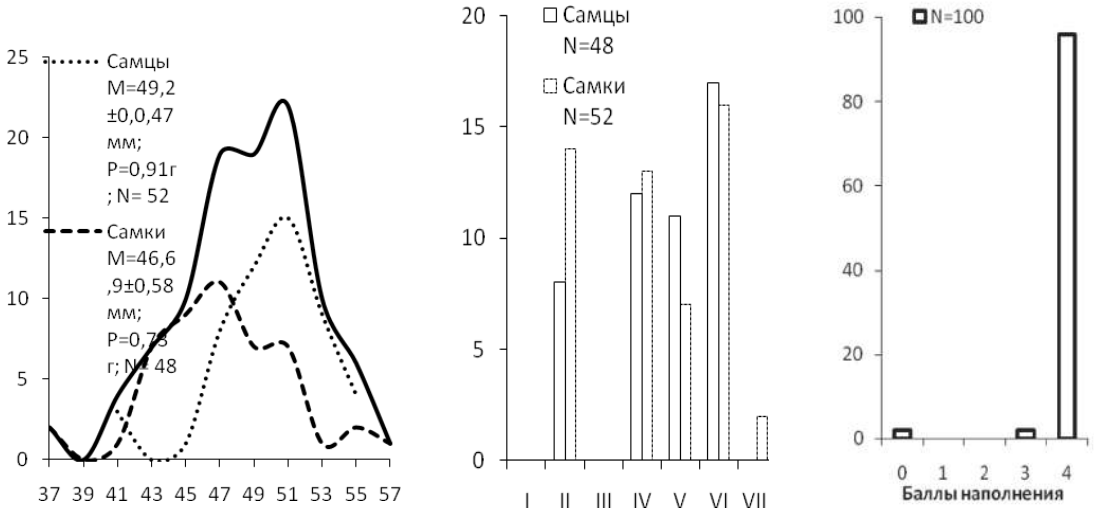


Рис. 12. Биологическая характеристикакриля в районе о. Ватерлоо (George)в феврале 2015 г.

Fig. 12. Biologic characteristic of the krill in the vicinity of Waterloo (George) Island in February, 2015

По возвращении (25−26 февраля, 2 марта) к о. Мордвинова на неритические участки, где ранее успешно велся промысел криля, скоплений обнаружено не было. Концентрации рачков отмечались в районе о. Ватерлоо (George) в океанической зоне над глубинами 1800−3770 м. Это был крупноразмерный нерестящийся криль с модой 53−55 мм и средней длиной 53,3 мм, средней массой 1,20 г. Соотношение количества самок к самцам было 3:2, что обуславливалось естественной убылью отнерестившихся самцов после спаривания. Подтверждением этому служили оплодотворенные самки, несущие на теликуме 2−4 сперматофора. Наблюдаемый нами процесс нереста *E. superba* как в неритической, так и в океанической зоне убедительно подтвердил представление Дж. Марра (Marr, 1962) о протекании нереста в верхнем слое океана. На протяжении февраля − начала марта криль активно питался, имел зеленую печень. Суточные пики активности питания не отмечались. Поэтому кормовой фактор при высокой степени наполнения желудков не оказал влияния на суточную динамику уловов.

Остров Смоленск (Livingston). Севернее острова (61°55' ю.ш., 059°28' з.д.) криль имел модальные размеры те же, что в районе о. Ватерлоо (George) 45-47 мм, но его средние длина тела и вес были меньше – 46,7 мм и 0,68 г соответственно, самцы в среднем крупнее самок (табл. 3, рис. 13). Соотношение полов близко 1:1. Средняя ТПО еще меньше – 1,2°С, чем в районе о. Ватерлоо. Хотя среди самок преобладали особи на V зрелости, большинство самцов в начале марта уже закончили размножение. Животные активно питались. Большинство желудков были заполнены фитопланктоном. Печень рачков имела зеленый цвет.

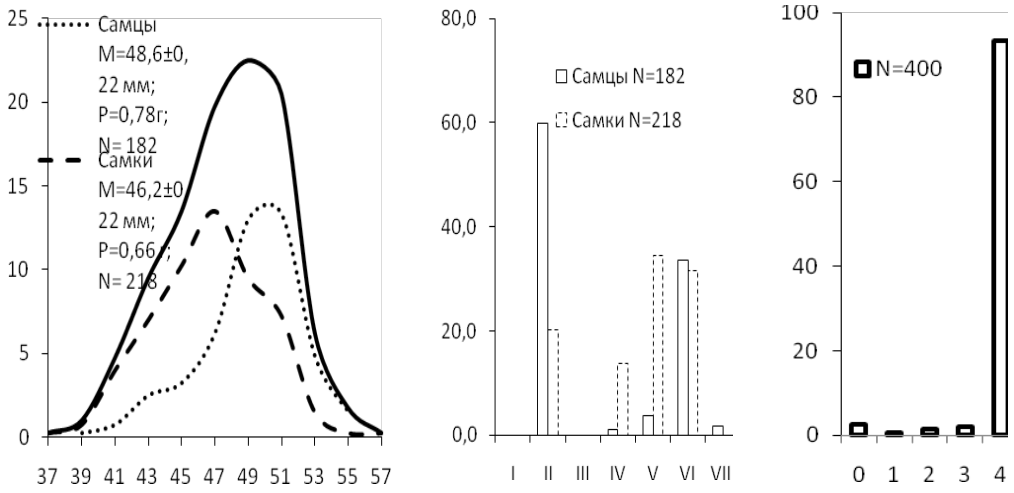
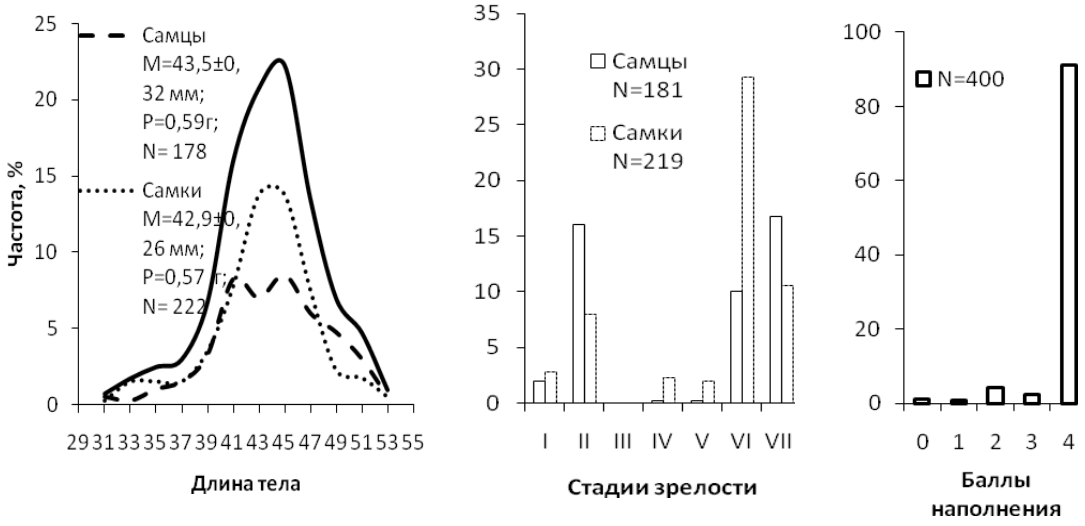


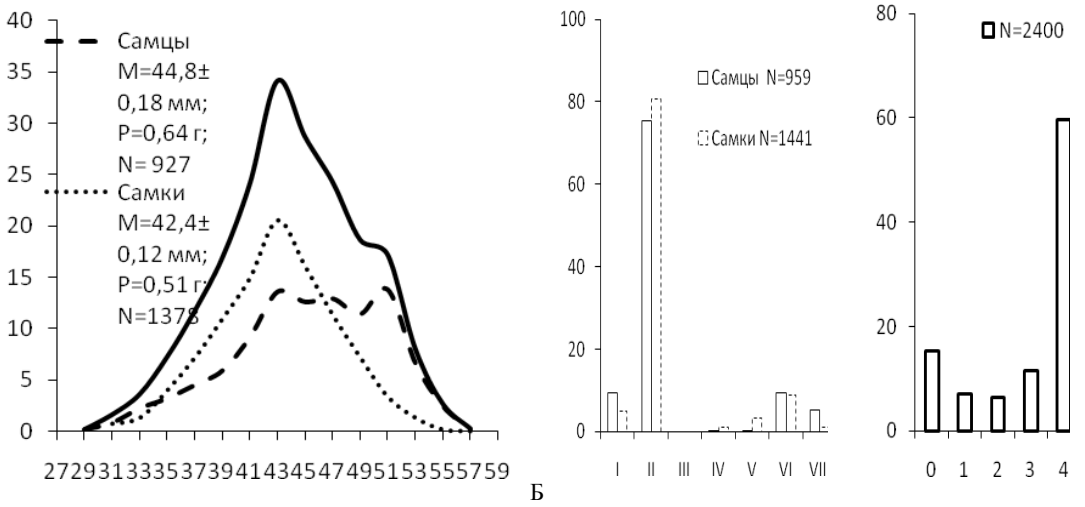
Рис. 13. Биологическая характеристикакриля в районе о. Смоленск (Livingston) в марте 2015 г.

Fig. 13. Biologic characteristics of the krill in the vicinity of Smolensk (Livingston) Island in March, 2015

Пролив Брансфилд. В проливе Брансфилд с февраля по май криль имел наименьшие размеры тела: средняя длина тела варьировала от 40,6 до 43,6 мм, средний вес от 0,45 до 0,59 г., модальные классы от 39−41 мм до 43−45 мм. Модальная и средняя длина, а также вес тела в течение четырех месяцев уменьшались (табл. 3, рис. 14 и 15). Это происходило потому, что крупные особи погибали после нереста, а кроме этого, скопления рачков в проливе Брансфилд, вероятно, пополнялись молодью из ближайших районов в основном из моря Уэдделла.



А



Б

Рис. 14. Биологическая характеристикакриля в проливе Брансфилд в феврале (А) и марте (Б) 2015 г.

Fig. 14. Biologic characteristics of the krill in the Bransfield Strait in February (A) and March (B), 2015

В феврале и марте наблюдалось завершение нереста – количество половозрелых особей уменьшалось как у самцов, так и у самок, а неполовозрелых увеличивалось (табл. 3, рис. 14). Скопления являлись нагульными и состояли в основном из отнерестившихся рачков. Самки преобладали над самцами в соотношении 3:2. Снижение наполнения желудков криля пищей, вероятно, обуславливалось уменьшением количества фитопланктона в связи с завершением его продукционного цикла.

В апреле и мае биологическое состояние рачков изменялось мало. В популяции доминировали особи с незрелыми половыми продуктами (на стадиях I и II), которые образовывали плотные скопления (рис. 5, 15). Соотношение полов было 1:1. Хотя большинство рачков в желудках содержали пищу, наиболее часто – фитопланктон, доля особей с пустыми желудками достигала 30% (табл. 3, рис. 15), тогда как в феврале их было около 3% (рис. 14 А).

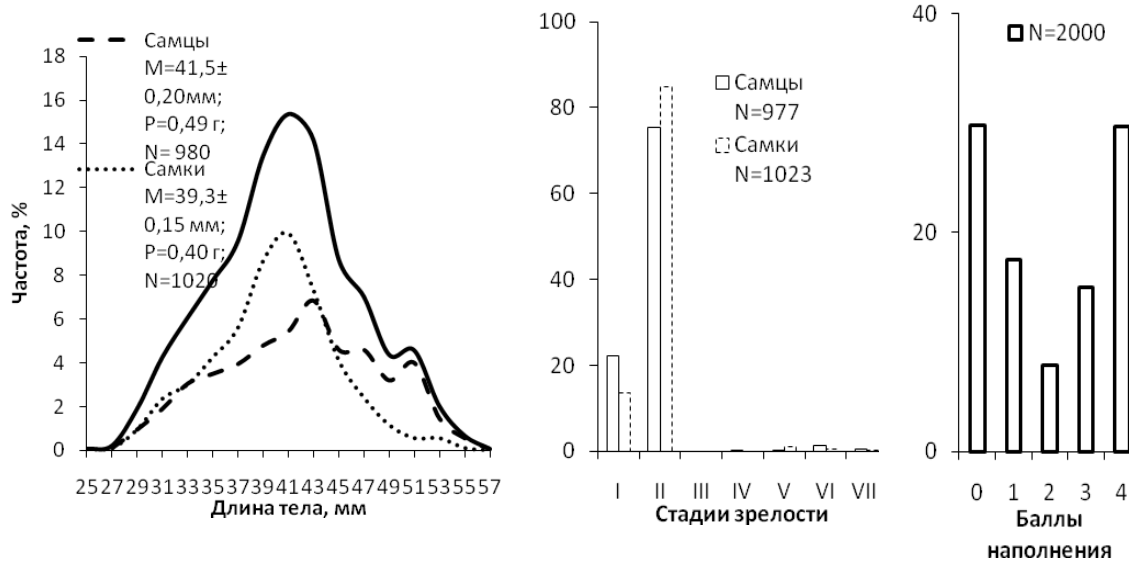


Рис. 15. Биологическая характеристика криля в проливе Брансфилд в мае 2015 г.

Fig. 15. Biologic characteristics of the krill in the Bransfield Strait in May, 2015

Для анализа возрастного состава скоплений криля применяли размерно-возрастной ключ, предложенный Е. А. Пахомовым (Pakhomov, 1995). Летом и весной южного полушария в подрайоне 48.1 уловах встречался криль в возрасте от +1 до 5+ лет. На шельфе о. Мордвинова (Elephant) в уловах доминировали рачки в основном в возрасте 4+ и 5+; в районе о. Ватерлоо (George) 3+ и 4+, причем возрастная группировка 4+ была более многочисленной, чем 3+, кроме этого, встречались рачки в возрасте 2+; около о. Смоленск (Livingston) – у самцов доминировали особи в возрасте 4+, у самок 3+. В приливе Брансфилд уловы состояли из рачков разного возраста 1+, 2+, 3+, 4+ и 5+, однако преобладали особи в возрасте 3+ и 4+.

Остров Южная Георгия. В июне на северо-восточном участке островного шельфа в уловах преобладал криль средних размеров (50 %) с модальным классом 43−45 мм. Доля мелких и крупных рачков равнялась 31,8 % и 18,2 % соответственно (табл. 3, рис. 16). Средняя длина и масса эвфаузиид составляли 43,6 мм и 0,54 г. В популяции криля абсолютно доминировали особи с незрелыми половыми продуктами. Рачки в состоянии диапаузы на стадиях V и VII отсутствовали, что свидетельствовало о более раннем окончании размножения в подрайоне 48.3 по сравнению с 48.1, где отнерестившиеся особи встречались до конца мая (рис. 15 и 16). Средние баллы наполнения желудков криля колебалась в широком диапазоне от 0,5 баллов в светлое время суток (14-16 час.) до 3 баллов в ночное (00−02 час.), т. е. имела место четко выраженная суточная ритмика питания. Печень рачков имела светло-зеленую окраску или была прозрачной.

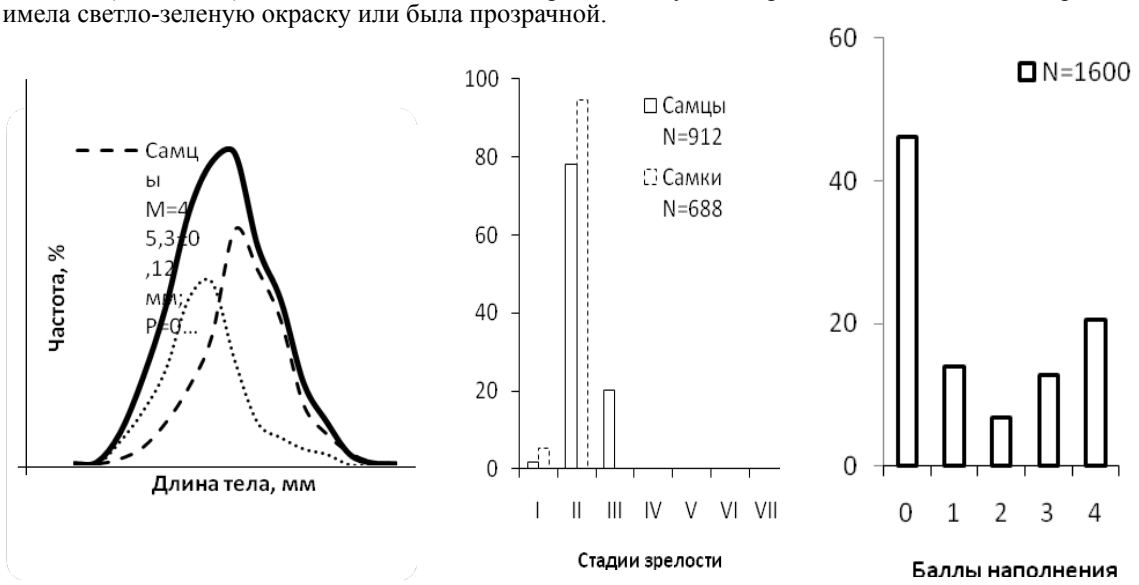


Рис. 16. Биологическая характеристика криля в районе о. Южная Георгия в июне 2015 г.

Fig. 16. BiologiccharacteristicsofthekrillinthevicinityofSouthGeorgiaIslandinJune, 2015

Возрастной состав популяции формировали рачки в возрасте 2+, 3+ и 4+, однако доминировали трехлетки (3+).

4. Обсуждение

На промысле антарктического криля *Euphausia superba* в текущем промысловом сезоне, как и в прошлом, работали суда пяти стран – Китая (2−5 судов), Норвегии (3), Республики Корея (1−2), Украины и Чили по – 1 судну. Общий улов крилевой флотилии в завершившемся сезоне оказался значительно меньше, чем в прошлом году – 221 тыс. т против 294 тыс. т соответственно. Основной причиной этого являются гидрометеорологические условия в районах промысла, и главным из них, вероятно, было состояние атмосферной циркуляции в АчА. В целом благоприятными факторами для успешного промысла в АчА и в частности в подрайоне 48.1 являются усиление меридиональных атмосферных переносов, а в 48.2 и 48.3 наоборот – зональных (Бибик, Брянцев, 2007). В 2014 и 2015 гг. на участках лова у Южных Шетландских островов и в проливе Брансфилд преобладали ветры западных или восточных направлений, которые отражали преобладание в атмосфере зонально-

го переноса над меридиональным. В связи с этим плотность и размеры скоплений криля и, как следствие, средние уловы рачков на стандартное промысловое усилие у РКТ-С *«Море Содружества»*, добывающего объект по традиционной схеме промысла, были невысокими: 8,1 и 9,1 т/час соответственно (Жук, Корзун, 2014) по сравнению с хорошим сезоном 2006 г., когда они колебались от 11,0 до 17,4 т/ч в районе Южных Шетландских островов и от 19,5 до 26,3 т/ч в проливе Брансфилд (Жук, 2011/2012). Как и в прошлые годы, скопления криля разной плотности формировались на северных участках островного или материкового шельфа и склона. Общие уловы международной крилевой флотилии в подрайоне 48.1 в 2014 и 2015 гг. также были близкими по величине – 146 тыс. т и 148 тыс. т соответственно. В целом промысловая обстановка в подрайоне 48.1 в 2015 г. по результатам работы РКТ-С *«Море Содружества»* была на среднемноголетнем уровне.

Особенно неблагоприятные ледовые условия сформировались в подрайоне 48.2 Южные Оркнейские острова, где промысловые участки были закрыты льдом, и улов криля судами всех стран за сезон составил всего 17 тыс. т.

В подрайоне 48.3 ледовые условия в 2015 г. отличались от 2013 и 2014 гг. присутствием айсбергов на северо- и юго-восточных участках островного шельфа. На промысловых участках в мае 2015 г. преобладали ветры восточных румбов, т. е. наблюдался зональный перенос воздушных масс, однако промобстановка была сложной. Скопления криля были небольшими по площади и неплотными – по данным РКТ-С *«Море Содружества»* средний CPUE был 7,9 т/ч т.е. выше, чем в прошлом сезоне (7,5 т/ч), когда преобладали ветра северных направлений (меридиональный перенос воздушных масс), но ниже среднемноголетнего уровня. Крилевая флотилия состояла из 5 судов. Ее общий улов за промысловый сезон 2015 г. в подрайоне 48.3 составил 37 тыс. т.

Изучение биологии криля показало, что аномальных явлений в жизненном цикле рачков в 2015 г. в подрайонах 48.1 и 48.3 не отмечалось. В феврале и марте в проливе Брансфилд и в районе Южных Шетландских островов проходил нерест рачков на различных участках акватории с разной интенсивностью и синхронно. Он сопровождался активным питанием, при этом суточная динамика степени наполнения желудков была слабо выражена или отсутствовала. К концу весны южного полушария нерест криля закончился, причем в подрайоне 48.3 он завершился раньше, чем в 48.1; наполнение желудков пищей снижалось, что вероятно отражало завершение продукционного цикла фитопланктона на обследуемой акватории.

В уловах над островным шельфом, склоном и в мористой части в районе о. Мордвинова (Elephant), о. Ватерлоо (George) и о. Смоленск (Livingston) преобладали крупные особи (особенно в первом) с модальной длиной 53-55 и 45-47 мм. Основу промыслового запаса криля на этих промучастках составляли рачки возраста 4+, 5+, идентифицированные с поколением 2010, 2011 гг. В силу естественной смертности рачков этой группы их биомасса в период промысла резко сократилась. Приток криля группы пополнения длиной менее 41 мм в этих агрегациях не превышал 5%, что явилось причиной низкого запаса в этих районах и, как следствие, невысоких показателей CPUE. Не исключено, что слабый меридиональный перенос воздушных масс с юга в последние годы не способствует выносу значительного количества не только молоди криля, но и взрослых рачков из моря Беллингсгаузена, достаточного для формирования хороших промскоплений около Южных Шетландских островов. Важной особенностью циркуляции вод к северу от Южных Шетландских островов, оказывающей влияние на планктонные организмы, является наличие огибных течений антициклонической направленности вокруг островов. Другой особенностью гидрологического режима является наличие вторичной фронтальной зоны (ВФЗ), которая оказывает существенное влияние на мезомасштабную картину циркуляционного поля в пределах акватории промысла. Представляя собой сильно меандрирующий поток вод и следуя в генеральном восточном направлении, ВФЗ обуславливает повышенную завихренность поля течений, взаимодействуя с рельефом дна, способствует концентрированию планктонных организмов.

Размерный состав криля в уловах на юго-восточном участке пролива Брансфилд заметно отличался от размерного состава рачков в районе Южных Шетландских островов тем, что в проливе криль был мельче, чем около островов, кроме этого, средняя длина тела уменьшалась со снижением температуры поверхности океана (Корзун, Жук, 2015). Это явление у криля наблюдалось не только на всей акватории АчА, но и на отдельных участках промысла, в частности на юго-восточном участке пролива Брансфилд, где с февраля по май средняя ТПО снижалась от минус 0,14°С до минус 1,5°С, а средняя длина тела уменьшалась от 43,1 мм до 40,6 мм соответственно. В проливе Брансфилд с февраля по май увеличивалась доля группы пополнения с 30,8% до 57,4%. Это изменение модальных и средних размеров было обусловлено, с одной стороны, естественной гибелью крупных особей после размножения, с другой – выносом мелкого криля на промысловые участки из ближайших акваторий, в основном из моря Уэдделла, о чем свидетельствовало уменьшение минимальной длины тела рачков от 31 мм до 25 мм, косвенным фактором являлось поступление плавучего льда на участки лова с востока.

В районе о. Южная Георгия размеры криля в этом сезоне (средняя длина 43,6 мм, средний вес 0,54 г) были больше и преобладали среднеразмерные особи (59,8%) в сравнение с сезоном 2014 г. (средняя длина 39,0 мм, средний вес 0,38 г), когда в уловах доминировали рачки группы пополнения, которые составляли 50% от улова (Жук, Корзун, 2014). Несмотря на хорошее пополнение популяции криля в этом районе в 2014 г., промысловые скопления в июне 2015 г. были слабыми, что обуславливалось, вероятно, отсутствием благоприятных океанографических условий для формирования плотных скоплений.

Важной характеристикой биологии криля, влияющей на результаты промысла и переработки, являлась особенность его питания. С февраля до начала марта рачки активно питались, их желудки были почти полностью заполнены пищей, в основном фитопланктоном, печень имела зеленый цвет, поэтому производство пищевой продукции было невозможно, и все уловы перерабатывались на крилевую муку. В этот период изменения степени наполнения желудков в течение суток отсутствовали, и кормовой фактор не влиял на суточную динамику уловов. Во второй половине марта на фоне ослабления интенсивности питания криля, что выражалось в уменьшении наполнения желудков пищей, цвет печени рачков менялся от светло-зеленого до прозрачного, что позволяло производить из сырья не только муку, но и пищевую продукцию в виде бланшированного мяса криля.

Таким образом, анализ работы РКТ-С *«Море Содружества»,* гидрометеорологических условий и биологии криля в АчА в 2015 г. показывает, что в прошедший сезон промысловая обстановка для судов, добывавших криль по традиционной схеме лова, была на уровне среднемноголетней или ниже ее. В связи с тем, что в 2014 и 2015 гг. в подрайоне 48.1, в особенности около Южных Шетландских островов, не отмечались интенсивные меридиональные атмосферные переносы и значительное количество рачков группы пополнения как предпосылки хорошей промысловой обстановки в следующем промсезоне, нет оснований ожидать в 2015/2016 гг. ее значительного улучшения. В подрайоне 48.3, несмотря на хорошее пополнение скоплений молодью в 2014 г., промысловая обстановка в 2015 г. была неудовлетворительной, скорее всего по причине отсутствия благоприятных океанографических условий, поэтому ожидать ее улучшения в 2016 г. также проблематично. Общий улов криля в АчА в 2016 г. может быть увеличен в основном за счет добычи рачков в подрайоне 48.2, промысловые участки которого в прошедшем промсезоне были закрыты льдом, или за счет оборудования судна системой непрерывного лова, позволяющей эффективно работать на концентрациях рачков, облов которых по традиционной схеме промысла является нецелесообразным.

5. Выводы

В 2015 г. на промысле криля в атлантической части Антарктики работали суда под флагами 5-ти стран, в том числе: Китая (2−5 судов), Норвегии (3), Республики Корея (1−2), Украины (1) и Чили (1 судно). Общий улов международной крилевой флотилии составил 202 тыс. т, что было меньше, чем в 2014 г., когда он равнялся 294 тыс. т, это обуславливалось отсутствием благоприятных условий в гидроструктуре в подрайонах 48.1 и 48.3 для образования хороших промскоплений и невозможностью промысла криля в подрайоне 48.2 в связи с покрытием промысловых участков льдом.

РКТ-С *«Море Содружества»* осуществлял промысел антарктического криля в подрайоне 48.1 с 7 февраля по 28 мая, в подрайоне 48.3 – с 4 по 23 июня 2015 г. За этот период было добыто 12,5 тыс. т рачков, в том числе в подрайоне 48.1 – 10,9 тыс. т и в подрайоне 48.3 – 1,6 тыс. т, средний улов на стандартное промысловое усилие по подрайонам составил 9,1 т/ч и 7,9 т/ч, за судо-сутки промысла – 119,7 т и 116 т соответственно.

Промысловые скопления криля формировались на северо-западных участках островного и материкового шельфа и склона Южных Шетландских островов, Антарктического полуострова и о. Южная Георгия.

Сопоставляя результаты распределения криля на основании анализа собственных данных, полученных за ряд лет (2001−2015 гг.), можно заключить, что у архипелага Южных Шетландских островов криль встречается на дискретных участках, а его агрегированное состояние, как правило, ограничено по площади и привязано к местам с устойчивой динамикой вод Антарктического Циркумполярного течения. На юго-восточных промысловых участках пролива Брансфилд скопления рачков пополнялись мелким крилем из ближайших акваторий, в основном из моря Уэдделла, о чем свидетельствовало уменьшение минимальной длины тела рачков от 31 мм до 25 мм, косвенным фактором являлось поступление плавучего льда на участки лова с востока.

Средние размеры тела рачков в районе островов о. Мордвинова (Elephant), о. Ватерлоо (George) и о. Смоленск (Livingston) были больше, чем в проливе Брансфилд. Так длина и вес тела на шельфе и склоне островов колебались в интервале 46,7−52,3 мм и 0,68−1,04 г, а проливе –

43,6−46,7 мм и 0,53−0,59 г соответственно. Более крупные рачки отмечались на участках с более высокой температурой поверхности океана.

В феврале-марте в районе Южных Шетландских островов и проливе Брансфилд отмечался нерест антарктического криля и интенсивное питание фитопланктоном в верхних слоях океана. В апреле-мае нерест закончился, причем в подрайоне 48.3 раньше, чем в подрайоне 48.1, и в уловах преобладали рачки с гонадами на ранних стадиях развития, активность питания снизилась.

Гидрометеорологические и ледовые условия в подрайонах 48.1 и 48.3 с февраля по июнь 2015 г. редко препятствовали добыче криля. Потери промыслового времени по причине неблагоприятных погодных условий обуславливались штормовыми ветрами со скоростью 19−30 м/с и составили: в подрайоне 48.1 в феврале-марте − 1,3 суток, апреле – 1,3 суток, в мае – 2,5 суток и в подрайоне 48.3 – в июне – 3,7 суток, всего за рейс – 8,8 суток или 7,5% от общего количества судо-суток промысла.

Благодарность. *Статья посвящается ученому и нашему учителю Владимиру Андреевичу Бибику в связи с 80-летним юбилеем со дня рождения (1935−2010 гг.), океанологу, отдавшему 30 лет жизни рыбохозяйственным исследованиям, изучению и освоению ресурсов антарктического криля (Euphausia superba), участнику 22 экспедиций в Антарктику, автору более 100 научных работ.*

Список литературы

1. **Антарктический** криль: Справочник / Под ред. В. М. Быковой. – М. : ВНИРО, 2001. – 207 с.
2. **Асеев Ю. П.** К изучению размерно-возрастной структуры и величины популяции антарктического криля (*E. superba* Dana) в индоокеанском секторе Антарктики / Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук. – Керчь : ЮгНИРО, 1978. – 109 с.
3. **Асеев Ю. П.** Размерная структура популяции криля и продолжительность его жизни в индоокеанском секторе Антарктики // Сб. науч. трудов : Антарктический криль. Особенности распределения и среда. – М., 1983. – С. 103 − 110.
4. **Бибик В. А.,** Брянцев В. А. Прогноз успешности промысла антарктического криля, основанный на гео- и гелиофизических предпосылках // Рыбное хозяйство Украины, 2007. – № 3 − 4. – С. 10 − 13.
5. **Волошина Г. В**., Красовский И. В. К вопросу о формировании феномена «зеленого» криля // Сырьевые ресурсы Южного океана и проблемы их рационального использования : тезисы докладов VIII Всесоюзного совещания (16 − 18 апреля 1991, г. Керчь). – М., 1990. – С. 35 − 37.
6. **Воронина Н. М**. Структура планктонного сообщества на мезомасштабном полигоне у о. Мордвинова и ее связь с гидрофизической структурой // Сырьевые ресурсы Южного океана и проблемы их рационального использования: тезисы докладов VIII Всесоюзного совещания (16 − 18 апреля 1991, г. Керчь). – М., 1990. – С. 37 − 39.
7. **Жук Н. Н.** Промысловые и биологические показатели антарктического криля (*Euphausia superba)* на участках его промысла у Южных Шетландских островов и в проливе Брансфилд в марте-мае 2006 г. // Український антарктичний журнал, 2011/2012. – № 10 − 11. – С. 201 − 211.
8. **Жук Н. Н.,** Корзун Ю. В. Результаты работы РКТС «Море Содружества» на промысле антарктического криля (*Euphausia superba*) в Атлантическом секторе Антарктики и его биологическое состояние в зимний сезон 2014 г. // Український антарктичний журнал, 2014. – № 13. – С. 140 − 158.
9. **Касаткина С. М.** Антарктический криль: ресурсы и промысел. Перспективы развития Российского промысла. // Промысловые беспозвоночные : материалы докладов VIII Всероссийской научной конференции по промысловым беспозвоночным. – Калининград : ФГБНУ ВПО «КГТУ», 2015. – С. 134 −136.
10. **Касаткина С. М.**, Петров А. Ф., Шуст К. В., Урюпова Е. Ф. и Сытов А. М. Характеристика современного промысла антарктического криля *Euphausia superba* (период с 2003 по 2013 г.) в Антарктической части Атлантики (АчА) // Рыбное хозяйство, 2014. – № 5. – С. 69 − 74.
11. **Корзун Ю. В.,** Жук Н. Н**.** Биология антарктического криля в районе Южных Шетландских островов в летне-осенний период 2015 г. // Промысловые беспозвоночные: материалы докладов VIII Всероссийской научной конференции по промысловым беспозвоночным. – Калининград : ФГБНУ ВПО «КГТУ», 2015. – С. 136 − 138.
12. **Корзун Ю. В.,** Ребик С. Т., Козлова С. Л., Богомолова В. В. Перспективные направления переработки антарктического криля. // Труды Южного научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии. – Керчь : ЮгНИРО, 2014. – Т. 52. − С. 131 − 148.
13. **Кухарев Н. Н.,** Корзун Ю. В., Ребик С. Т., Жук Н. Н. Современный промысел антарктического криля. // Труды Южного научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии. – Керчь: ЮгНИРО, 2014. – Т. 52. – С. 105 − 130.

14. **Ломакина Н. Б.** Эуфаузииды Мирового океана. – Л. : Наука, 1978. – 222 с.
15. **Методические** указания по сбору и первичной обработке в полевых условиях материалов по биологии и распределению криля. – М. : ВНИРО, 1982. – 48 с.
16. **Наставление** по гидрометеорологическим станциям и постам. – Л. : Гидрометеоиздат, 1964. – Вып. 9, часть II. – 367 с.
17. **Отчет** рабочей группы по экосистемному мониторингу и управлению. – АНТКОМ (Варшава, Польша, 6 − 17 июля 2015 г.). – WG-EMM-15. – 111 с.
18. **Самышев Э. З.** Антарктический криль и структура планктонного сообщества в его ареале. – М. : Наука, 1991. – 168 с.
19. **Список** действующих мер по сохранению сезон 2014/15 г. – АНТКОМ, 2015. – 311 с. (http://www.ccamlr.org).
20. **Справочник** научного наблюдателя. – АНТКОМ, 2011. – 66 с. – (http://www.ccamlr. org/ru/node/74413, Version 2012).
21. **Чурин Д. А.,** Бородин Е. В., Чернышков П. П. Научное обеспечение возобновления российского промысла в Антарктической части Атлантики и Южной части Тихого океана) // Рыбное хозяйство, 2014. – № 5. – С. 7−13.
22. **Шуст К. В.,** Бизиков В. А. Изучение и промысловое освоение биологических ресурсов антарктических вод // Вопросы рыболовства, 2010. – Т. 11. – № 4 (44). – С. 765 − 779.
23. **Atkinson A.,** Siegel, V., Pakhomov, E.A., Jessopp, M.J. and Loeb, V. A re-appraisal of the total biomass and annual production of Antarctic krill. Deep-Sea Research I 56. – 2009. – P. 727 − 740.
24. **Candy S. G.,** Kawaguchi S**.** Modelling growth of Antarctic krill // II. Novel approach to describing the growth trajectory. – Mar. Ecol. Progr. Ser., 2006. – Vol. 306. – P. 17 − 30.
25. **Catches** in the Convention Area in 2013/14 and 2014/15. SC-CAMLR-XXXIV/BG/01. (http://www.ccamlr.org).
26. **FAO** Fisheries Department, Fishery Information, Data and Statistic Unit // FISHSTAT J: Universal software for fishery statistical time series. – Version 2.12.2. – 2013. – (www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstatj/en).
27. **Fevolden S.E**. Antarktisk krill har vi nok biologisk okologisk kunnskap til a kinne for valte bestanden? // Fauna (Norv.), 1989. – V. 42. – №. 3. – P. 124 − 133.
28. **Jones C.,** Kawaguchi S. and Reid K. Krill. – Biology, ecology and fishing, 2015. – (http://www.ccamlr.org).
29. **Marr J. W. S**. The natural history and geography of the Antarctic Krill (Euphausia superba Dana) // Discovery Rep., 1962. – V. 32. – P. 33 − 464.
30. **Nicol S.**, Constable A. J., Pauly T. Estimates of circumpolar abundance of Antarctic krill based on recent acoustic density measurements. – CCAMLR Science, 2000. – Vol. 7. – P. 87 − 99.
31. **Pakhomov E. A.** Demographic studies of Antarctic krill *Euphausia superba* in the Cooperation and Cosmonaut Seas (Indian sector of the Southern Ocean). – Ecol. Prog. Ser., 1995. – Vol. 119. – P. 45 − 61.
32. **Siege l. V.,** Loeb V**.** Recruitment of Antarctic krill *Euphausia superba* and possible causes for its variability. – Mar. Ecol. Progr. Ser., 1995. – Vol. 123. – P. 45 − 56.
33. **Siege l. V**. Distribution and population dynamics of *Euphausia superba*: summary of recent findings. – Polar Biology 29, 2005. – P. 1 − 22.
34. **Sologub D.,** Remeslo A**.** Distribution and size-age composition of Antarctic krill (*Euphausia superba*) in the South Orkney Islands region (CCAMLR subarea 48.2). – CCAMLR Science, 2011. – Vol. 18. – P. 123 − 134.

УКРАЇНСЬКИЙ АНТАРКТИЧНИЙ ЖУРНАЛ
УАЖ, №15, 153—160 (2016)

УДК: 577.112.2:612.128

THE INFLUENCE OF COLLAGEN FRAGMENTS EXTRACTED FROM THE ANTARCTIC REGION FISH SCALES ON OBESITY DEVELOPMENT

O. Yu. Nagirniak, N. G. Raksha, O. M. Savchuk, L. I. Ostapchenko

Educational and Scientific Center "Institute of Biology and Medicine" Taras Shevchenko National University of Kyiv, 64/13, Volodymyrska Str., Kyiv, 01601, Ukraine, e-mail:nkudina@ukr.net

Abstract. Collagen is the most abundant protein in vertebrates, which constitutes about 30% of the total proteins and has been widely used in food, cosmetic, biomedical, and pharmaceutical industries. The conventional source of collagen is from bovine and pig. However, the outbreak of prion diseases, such as bovine spongiform encephalopathy, has resulted in anxiety among users of collagen derived from these land animals. Thus, there is need to find an alternative source of collagen. Fish is one of the candidate as such alternative sources because fish is unlikely to be associated with prion diseases. In addition, their skin, bones, scales, are rich in collagen type I. A simple method has been used for the isolation of collagen from the Antarctic region fish scales. At first, the scales were solublized using acetic acid containing EDTA. Then the solublized collagen was precipitated by using NaCl. The results of sodium dodecyl sulfate polyacrylamide gel electrophoresis confirmed the purity of extracted collagen and showed that obtained collagen was composed of two different α-chains (α1 and α2), which were in accordance with the type I collagen. β component was also found in lesser amounts in this collagen samples. Next, collagen samples were hydrolyzed with pepsin at 37^0C for 24 h. According to obtained results collagen was cleaved into low-molecular weight fragments and peptides with molecular weight ranging from 26 to 2 kDa. The effect of collagen fragments on obesity development was investigated using animal model of obesity. For this purpose, the rats were fed with a high-calorie diet, which consisted of a standard meal (60%), pork fat (10%), eggs (10%), sugar (9%), peanuts (5%), dry milk (5%) and sunflower oil (1%) for four weeks. After that the animals were orally administrated with marine collagen fragments extracted from the Antarctic region fish scales each second day for five consecutive weeks. It was shown that treatment with collagen fragments led to decrease of body weight and body mass index of the animals, which were on high-calorie diet (HCD). Found changes could be result of decrease of food intake and increase of water intake in compare with the rats in HCD group.

Key words: Antarctic fishes, scales, collagen fragments, obesity

1. Introduction

Diseases caused by metabolic dysfunction such as diabete and obesity have serious effect on human's health. Obesity is a chronic disease of multifactorial origin that develops from the interaction of social, behavioral, psychological, metabolic, cellular, and molecular factors. Obesity is acknowledged as one of the leading health care problems in the world. The prevalence of obesity over the past years has been in constant progression leading the World Health Organization (WHO) to consider it as an epidemic pathology (World Health Organization, 2015). Currently, about 1.5 billion people in the world suffer from this disease. The incidence of obesity has been increasing rapidly in Ukraine. In our country, obesity affects about 15% of the population and every year the number of new cases of this pathology is

steadily increasing. Obesity is considered as a top risk factor to develop serious pathologies. It is well-known that obesity is associated with many chronic diseases such as hyperlipidemia, hypertension, coronary heart disease, type II diabetes, cancers, and other serious diseases (Reaven, 2008). Hence, it's important to find effective functional food or drugs against metabolic dysfunction. Many drugs have been found to treat obesity. But nevertheless on many efforts directed to prevention and treatment of obesity and obesity-related complications, there is no universally satisfactory therapy (Brown et al., 2014). Therefore, the development of new therapeutic approaches and creation new drugs are of great significance.

With marine species comprising approximately one half of the global biodiversity, the ocean offers a wonderful resource for novel compounds, which may serve in improving health of the worldwide population (Grienke et al., 2014). Numerous marine-based compounds have been identified as having diverse biological activities, with some reported to interfere with the pathogenesis of diseases. It has been recognized that bioactive peptides derived from plant and animal food protein can exert of physiological or hormone-like biological activities beyond their nutritional value (Ngo et al., 2012, Takahashi, 2004). Bioactive compounds from marine sources show great potential. Marine bioactive peptides based on their structural properties, amino acid composition have been shown to display a wide range of biological activities including antioxidant, anti-hypertensive, antimicrobial, opioid agonistic, immunomodulatory, prebiotic, mineral binding, anti-thrombotic and hypocholesterolemic effects. Although search for biologically active compounds from marine sources remains a relatively new field, marine organisms represent a vast source of novel active substances and hold a promising future for new drug discoveries because of biodiversity of marine environment. Unfortunately, not all of the sea resources are adequately used. In fact, the skin, bones, scales and residual minced meat of marine animals are considered by-products of the processing industry, which usually cause wastage and pollution. However, these by-products are high in proteins, which offer a resource of functional peptides. In recent years, special attention focused on researches into biopeptides derived from the by-products. They are either thrown back in the sea or retained for production of fishmeal, fish oil, fertilizer, fish silage and animal.

Collagen is one of the key proteins in the body, which represents up to 90 percent of organic bone mass and holds together all living tissue. It provides the infrastructure of the musculoskeletal system – making it essential for increased and pain-free mobility. Collagen has been widely used in food, cosmetic, biomedical, and pharmaceutical industries due to its excellent biocompatibility and biodegradability, and weak antigenicity. In recent years, marine originated collagen earned more and more attention due to biological safety, excellent biocompatibility, low antigenicity, high biodegradability, and cell growth potential (Kaewdang et al., 2014, Shoulders et al., 2009). Traditionally, collagen is mainly isolated from the skins of land-based animals, such as cow and pig. At present, because of the risks of bovine spongiform encephalopathy and foot-and-mouth disease associated with land-based animals, the main sources of collagen in many fields are limited. In addition to that, use of livestock as the source of collagen may be limited due to religious reasons or customary practices in some parts of the world. So more and more studies turn to find new safe sources of collagen. Fish is one candidate as such alternative source. There have been many reports of collagen in aquatic animals. Aquatic animals, especially their skin, bones, scales, are rich in collagen type I. In light of the high yield of collagen from fish, fish skin provides an attractive source for collagen. Collagen tissues, including skin, bone and scale account for 30% of marine fish processing waste. Moreover, using by-products of fish processing as resources for collagen also produced extra profit for the industry. Although therapeutic drugs are currently available for the treatment of obesity, many have adverse side effects or become less effective with time. Currently, nutraceuticals or functional foods, which exhibit not only nutritional benefits but also biological activities, are attractive options for the prevention and management of obesity. Over the past decade, a variety of marine sources have been examined for bioactivity, which have therapeutic potential against several pathologies. A growing number of literatures demonstrated that collagen peptides from marine organisms had a wide spectrum of functional and biological properties. The various multifunctional properties of marine collagen peptides (MCPs) have been described already (Gómez-Guillén et al., 2011, Wang et al., 2014), including anti-microbial activity, anti-ulcer, lipid-lowering effect, wound healing, beneficial effects on skin, and bone. In addition, MCPs may regulate glucose and lipid metabolism, modulate immune function. Researchers have also found that collagen fragments could scavenge hydroxyl radical, superoxide radical, ABTS radical, and DPPH radical effectively, which led to the hypothesis that these peptides could act as a potential candidate for the therapy of diseases associated with oxidative stress, such as obesity.

On that basis, we hypothesize that treatment with MCPs may offer protection for patients with obesity by modulating the pathways involving in obesity pathogenesis. Findings from this study may be of help for potential therapeutic use of marine-derived bioactive peptides in individuals with obesity.

2. Materials and Methods

Marine collagen peptides were prepared from the Antarctic region fish scales. Briefly, wild marine fishes were caught near the island Galindez (geographical coordinates – 65°15' south latitude, 64°15' west longitude) of Argentine Islands archipelago. The materials were collected by the XVII (March 2012 – April 2013) and XVIII (March 2013 – April 2014) Ukrainian Antarctic expeditions. The scales were washed thoroughly with distilled water, and stored until used.

Extraction of collagen from fish scales was done in two steps (Zhang et al., 2011). Initially, the fish scales were washed twice in 10 % NaCl solutions (at a ratio dry scales : solution = 1 : 10) to remove unnecessary proteins on the surface by stirring the solution for 24 h. Demineralization was achieved with 0.4 M $HClO_4$ solution (at a ratio dry scales : solution = 1 : 15) for 90 min. The demineralized scales were washed three times with distilled water. Next collagen from fish scales were extracted with 0.5 M acetic acid containing 5 mM EDTA for 24 h, and the extracts were centrifuged at 10000× g for 30 min. The residues were re-extracted with the same solution for 24 h, and these extracts were centrifuged under the same conditions. The supernatants were combined and salted out by adding NaCl to a final concentration of 0.9 M. The precipitated collagens were separated by centrifugation at 10 000 × g for 30 min and redissolved in 0.5 M acetic acid to precipitate with NaCl again. The resultant precipitates were dialyzed against distilled water and lyophilized. After being dissolved in 0.1 M acetic acid (2 mg/ml), the collagen was enzymatically hydrolyzed by pepsin (3000 U/g protein) at 37^0C and for 24 h. The resultant hydrolysate was centrifuged at 26 000× g and subsequently filtered through ceramic membranes (200 mm) for purification. The purity of obtained collagen peptide fraction was analyzed by SDS-polyacrylamide gel electrophoresis. SDS-PAGE was performed according to the methods of Laemmli (1970) using 6 % resolving gel. The samples were dissolved in 0.6 M Tris-HCl buffer (pH 6.8) which contained 5% (w/v) sucrose, 2% (w/v) SDS, 5% (v/v) β-mercaptoethanol, and 0.1% (w/v) Bromophenol blue. After electrophoresis, gels were visualized with Coomassie Brilliant Blue R-250.

Experiments were carried out on white nonlinear female rats with initial weighing of 135-140 g in compliance with the standards of the Convention of Bioethics of the Council of Europe in 1997, European Convention for the protection of vertebrate animals that used for experimental and other scientific purposes, the general ethical principles of animal experiments approved by first National Congress of Bioethics of Ukraine (September 2001) and other international agreements and national legislation in this field. During the first week the rats were received rats received standard food «Purina rodent chow» and water ad libitum. After a one-week acclimation period, the rats were fed with a high-calorie diet, which consisted of a standard meal (60%), pork fat (10%), eggs (10%), sugar (9%), peanuts (5%), dry milk (5%) and sunflower oil (1%) (Shen et al., 2010) for four weeks. After that the animals were randomly divided into two. Animals of the first group were on a high-calorie diet. Animals of the second group were also on a high-calorie diet. But each second day the rats were orally administrated with marine collagen peptides for five consecutive weeks. The control animals have been fed with a standard food. In general, the study lasted for ten weeks. During the experimental period, the body weight of each animal was measured every week. Feed and water intake were recorded daily in all animal group.

3. Discussion

Collagen has a wide range of applications in pharmaceutical, leather and film industries, in cosmetic and biomedical materials, and as food. But due to the outbreak of bovine spongiform encephalopathy, transmissible spongiform encephalopathy and the foot-and-mouth disease crisis, the uses of collagen and collagen-derived products of land animal origin have become of more concern. Therefore, the alternative sources of collagen, especially from aquatic animals including freshwater and marine fish and mollusks have received increasing attention. During the processes of fish, a great amount of fish scales are dumped, which is a great waste because the scales of fish contain a large amount of collagen. It would be more beneficial and economical to use by-products of fish processing as a source of collagen (Senevirathne et al., 2012).

Thus, the objectives involved were extraction of collagen from fish scale, treating them with enzyme to generate collagen peptides fraction, and evaluate the influence of collagen peptide on obesity development using corresponding animal model.

At first, we extracted and partially characterized the collagen of fish scales for potential utilization. Because the main component of scales is type I collagen, this study was focused on extraction and isolation of collagen type I. Fig. 1 showed the molecular weight pattern of collagen extracted from the Antarctic region fish scales against the high molecular weight markers. The protein patterns were analyzed by 6 % resolving gel. It was found that the major constituents of obtained collagen consisted of α1- and α2-chains at

a ratio of approximately 2 : 1 (Kimura et al., 1987). Based on this fact extracted collagen should most likely be classified as type I collagen. Apart from α-chains, collagen also contained high molecular weight components, including β- and c-components as well as their cross-linked molecules.

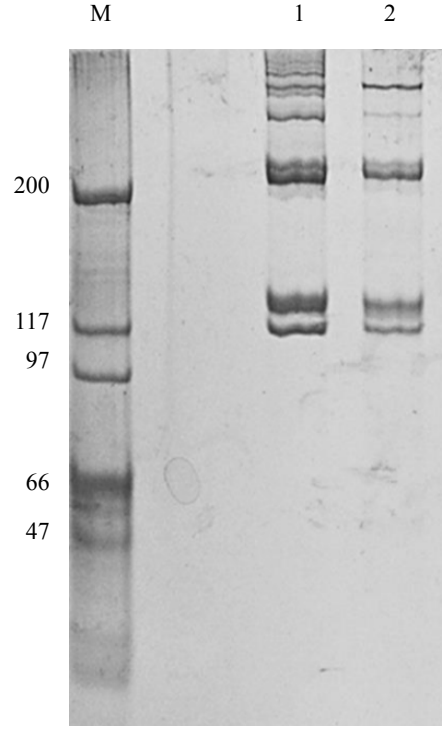


Fig. 1.Electrophoregram of collagen extracted from the Antarctic region fish scales:
M – molecular weight markers (kDa); 1-2 – the collagen samples

The prevalence of obesity over the past years has been in constant progression leading the World Health Organization to consider it as an epidemic pathology. Obesity is a chronic disease of multifactorial origin and can be defined as an increase in the accumulation of body fat. Adipose tissue is not only a triglyceride storage organ, but studies have shown the role of white adipose tissue as a producer of certain bioactive substances called adipokines. Adipokines induce the production of reactive oxygen species, generating a process known as oxidative stress, which plays critical roles in the pathogenesis of obesity as well as obesity associated complications. The hypothesis that oxidative stress is causative in the development of metabolic disorders has been supported by different studies where treatments reducing ROS production mediate therapeutic effects. Numerous researches have demonstrated that collagen peptides extracted from marine organisms provide a wide spectrum of biological activities. These bioactive properties or health-enhancing potentials have led to the use them as ingredients of functional foods or pharmaceuticals. It was found that treatment with MPCs improved insulin sensitivity in insulin-resistant individuals and reduced insulin-resistance related metabolic disorders. In addition, MCPs could reduce hyperlipidemia, modulate immune function, and provide antioxidation activity in animal models. These therapeutic effects suggest that MCPs may be used in addition to regular therapy of diabetes and obesity. Taking into account all described above the next goal of present study was to obtain marine collagen peptides and assess whether these peptides could influence the development of obesity.

There are some approaches to produce bioactive peptides from different sources. Among them enzymatic hydrolysis has been found as more suitable method to obtain functionally active peptides. In our experiment collagen samples were hydrolyzed with pepsin at 37^0C for 24 h. The obtained hydrolysates were analyzed by SDS-PAGE for estimation the degree of collagen hydrolyis. According to obtained results after digestion by pepsin (Fig. 2), collagen was cleaved into some low-molecular weight fragments and peptides with molecular weight ranging from 26 to 2 kDa. No high-molecular fragments of collagen were found at electrophoregram. Such result indicated about sufficient of applied method of hydrolysis.

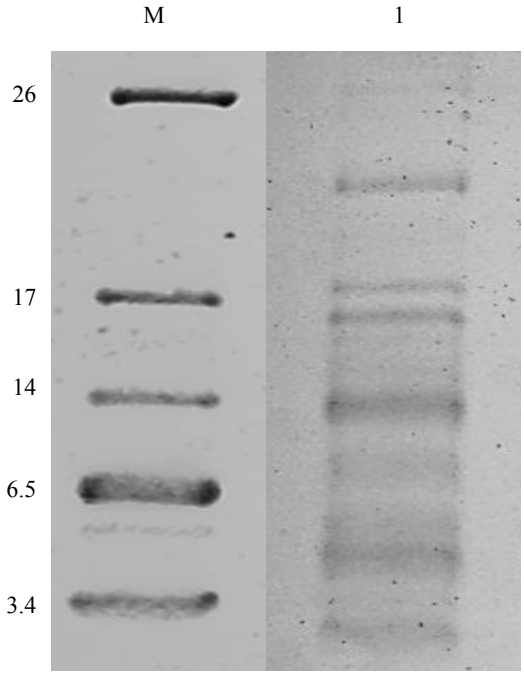


Fig. 2. Electrophoregram of collagen fragments: M – molecular weight markers (kDa);
1 – the collagen fragments sample

The data shown in Fig. 3 represented the dynamics of body weight increase in the experimental groups throughout all investigated period. The initial weight of the rats in the control group was 183.8±4.1 g. A gradual increase of body weight of the control animals was observed during ten weeks of the experiment. On the last week of study the weight of the control animals was 386.5±2.7 g, which was on 202 g more than initial value. It was found that in the rats that were on high-calorie diet the body weight at the end of the investigation period was on 272 g higher than their initial weight (171.1±3.2 g). Body weight of rats which were orally administrated with MCPs was 172.4±2.9 g and increased on 229 g.

Summarizing, the body weight of control animals after ten weeks of experiments increased on 110.2 % in compare with the initial weight. Initial weight of the animals on high-calorie diet and animals treated with MCPs increased on 161.3 % and 132.7 %, respectively (Fig. 4).

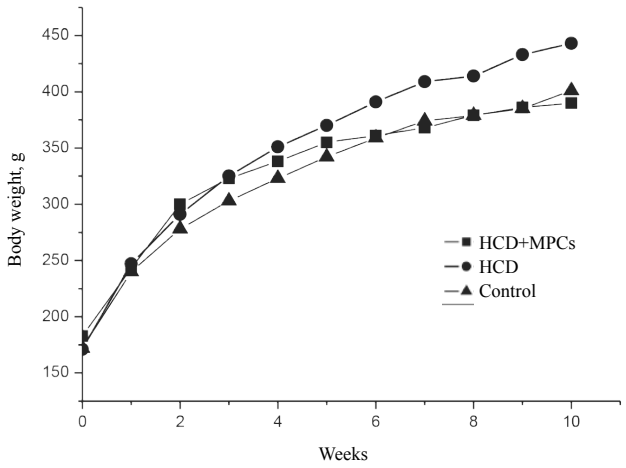


Fig. 3. Body weight of the rats in the "HCD" and "HCD+MPCs" groups (M ± m; n = 10)

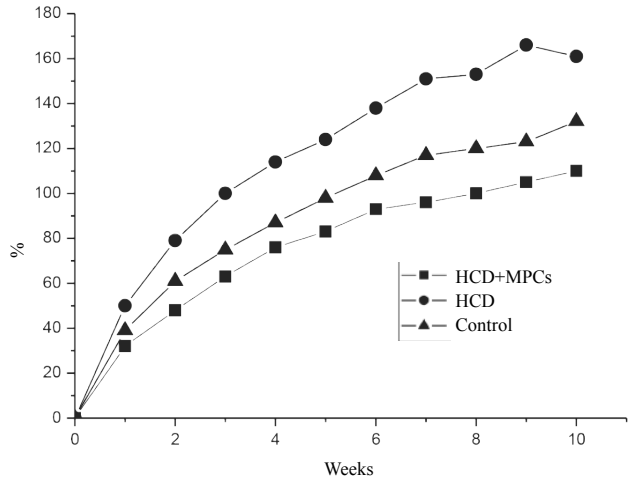


Fig. 4. The dynamics of body mass increase of the rats in the "HCD" and "HCD+MPCs" groups (M ± m; n = 10)

It has been recently recognized that protein is the most satiating macronutrient. Moderate intake of protein diet plays a crucial role in body weight loss and weight maintenance. The proposed mechanisms for weight loss include increased satiety and thermogenesis, accretion of fat free mass and lowering food intake, resulting in decreased body weight (Seale, 2009). Collagen peptides have been shown to have a higher satiating effect in comparison to other proteins. A randomized experimental study has found that those individuals who consumed a breakfast in which 10 to 25 percent of the energy was provided by collagen peptides, or collagen peptides enriched with tryptophan, reduced their energy intake by around 20 percent during the following lunch, demonstrating 30 to 50 percent more satiation than casein, soy and whey.

It should be noted that increased of body weight, by itself, cannot be considered as direct confirmation of obesity. One of the most commonly used ways of estimating whether an individual person is overweight or obese is calculating of body mass index (BMI). BMI is defined as weight in kilograms divided by height in meters squared. In general, the higher the number, the more body fat a person has. Therefore, for conformation the obesity development we calculated BMI for all experimental groups. According to obtained results (Table) BMI of the control animals after ten weeks of experiment was 0.7 g/cm^2, which was within the range for rats of corresponding age (Novelli et al., 2007). We have revealed an increase of BMI of the animals on high-calorie diet by 1.12 times compared with the control level after ten weeks of experiments. Studies shown that BMI in the MPCs treatment group also increased, but this value was lower than those for on high-calorie diet.

Table

General characteristics of the rats which were on a high-calorie diet (HCD) and the rats orally administrated with collagen fragments from the Antarctic region fish scales (HCD+MPCs) (M±m, n=10)

	Control	HCD+MPCs	HCD
BMI (g/cm^2)	0.7	0.74	0,78
Food intake (g/day)	28±1.2	25±1.3	31±1.5*
Water intake (ml/day)	38±2.1	34±1.9	32±2.3*

*p<0.05 significantly different from the control group

At the next stage of our work we studied food intake by rats of all experimental groups. Obtained changes were shown in Table. According to our results, the control group of animals consumed an average of 28±1.2 g standard food per day. The rats which were on high-calorie diet ate approximately

31 g of food. It was in 1.2 times higher than ate rats of the control group. These results suggest the development of obesity in rats on high-calorie diet. Increased body weight of the rats of this is probably associated with the accumulation of adipose tissue. This accumulation may be the result of an imbalance between the amount of energy consumed by rats and the amount of energy spent, because alongside with the increasing amount of consumed feed by the animals of the experimental group, the amount of energy received was increased either due to high caloric content of food. Based on these data, it can be argued that the development of obesity in rats of experimental group arises from the phenomenon of hyperphagia. We found a slight inhibition effect of MPCs treatment on food intake. Animals, which were orally administrated with MPCs consumed about 25±1.3 g high-calorie feed per day. This value did not differ significantly from the control animals but was lower in compare with the animals of HCD group.

Such result partly could be explained from the position of MPCs influence on cholecystokinin – a biomarker associated with satiety, which inhibit food intake. It has been established that low molecular weight peptides (1–1.5 kDa) could be an effective agent for stimulation of cholecystokinin release in STC-1 cells (Moran, 2000). Thus, these peptides are suggested as a promising functional food against obesity via regulation of cholecystokinin release.

In addition, changes in water intake were analyzed during the experiment. In the course of these studies it was not found significant differences between group of animals on high-calorie diet and those administrated with MPCs compared with the control. The value of water intake was 38±2.1, 32±2.3 and 34±1.9 ml per day for the control group, animals, which were on high-calorie diet and animals treated with MPCs, respectively.

Thus, our results demonstrated the ability of collagen fragments extracted from Antarctic region fish scales to influence the development of obesity, in particular, to reduce the amount of consumed food, which were accompanied by decrease of body mass index and body weight in compare with those for animals, which were on high-calorie diet.

This research was supported by National Antarctic Scientific Center of Ukraine Ministry of Education and Science of Ukraine.

References

1. **Brown W.,** Bays H., Bray G. JCL Round table: Clinical managementof individuals with obesity // Journal of Clinical Lipidology. – 2014. – № 8. – P. 237–248.
2. **Gómez-Guillén M. C.,** Giménez B., López-Caballero M. E. et al. Functional and bioactive properties of collagen and gelatin from alternative sources: A review. Food Hydrocolloids. – 2011. – № 25. – P. 1813–1827.
3. **Grienke U.**, Silke J., Tasdemir D. Bioactive compounds from marine mussels and their effects on human health// Food Chemistry. – 2014. – № 142. – P. 48–60.
4. **Kaewdang O.,** Benjakul S., Kaewmanee T. et al. Characteristics of collagens from the swim bladders of yellowfin tuna (Thunnusalbacares) // Food Chemistry. – 2014. – 15(155). – P. 264–270.
5. **Kimura S.,** Ohno Y., Miyauchi Y. et al. Fish Skin Type I Collagen: Wide Distribution of an a3 Subunit in Teleosts // *Comparative Biochemistry and Physiology*. – 1987. – Vol. 88B, № 1. – P. 27-34.
6. **Laemmli K**. Cleavageofstructuralproteinsduringtheassemblyoftheheadofbacteriophage T4 / Laemmli K. // Nature. – 1970. – Vol.227, №1 – P. 680-685.
7. **Moran T. H**. Cholecystokinin and satiety: current perspectives // Nutrition. – 2000. – 16(10). – P. 858-865.
8. **Ngo D-H.,** Vo T-S., Ngo D-N. et al. Biological activities and potential health benefits of bioactive peptides derived from marine organisms // International Journal of Biological Macromolecules. – 2012. – № 51. – P. 378– 383.
9. **Novelli E**., Diniz Y., Galhardi C. Anthropometrical parametersand markersof obesityin rats // LaboratoryAnimals. – 2007. – № 41. – P. 111–119.
10. **Reaven G. M.** Insulin resistance: the link between obesity and cardiovascular disease // Endocrinol Metab Clin North Am. – 2008. – 37. – P. 581–601.
11. **Seale P.,** Lazar M. Brown Fat in Humans: Turning up the Heat on Obesity // Diabetes. – 2009. – Vol. 58, №7. – P. 1482–1484.
12. **Senevirathne M.,** Kim S. K. Utilization of seafood processing by-products: Medicinal applications // Advances in Food and Nutrition Research. –2012. – № 65. – P. 495–512.
13. **Shen X.,** Tang Q., Huang J. et al. Vitamin E regulates adipocytokine expression in a rat model of dietary-induced obesity // Experimental Biologyand Medicine. – 2010. – № 235. – P. 47-51

14. **Shoulders M. D.,** Raines R.T. Collagen structure and stability // Annual Review of Biochemistry. – 2009. – №78. – P.929–958.
15. **Takahashi K.** Translational medicine in fish-derived peptides: from fish endocrinology to human physiology and diseases // Endocr J. – 2004. – №51. – P. 1–17.
16. **Wang H.,** Fu Z., Han C. The Potential Applications of Marine Bioactives Against Diabetes and Obesity // American Journal of Marine Science. – 2014. – Vol. 2, № 1. – P. 1-8.
17. **World** Health Organization. Obesity and overweight [Електронний ресурс] /. World Health Organization // WHO Fact sheet. – 2015. – Режим доступу до ресурсу: http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/.
18. **Zhang F.,** Wang A., Li Z. et al. Preparation and Characterisation of Collagen from Freshwater Fish Scales // Food and Nutrition Sciences. – 2011. – № 2. – P. 818–823

УКРАЇНСЬКИЙ АНТАРКТИЧНИЙ ЖУРНАЛ
УАЖ, №15, 161—169 (2016)

УДК 595.3.574

ВПЛИВ НИЗЬКОМОЛЕКУЛЯРНИХ ФРАГМЕНТІВ КОЛАГЕНУ, ОДЕРЖАНИХ З ЛУСКИ РИБ АНТАРКТИЧНОГО РЕГІОНУ, НА РОЗВИТОК ОЖИРІННЯ

О. Ю. Нагірняк, Н. Г. Ракша, О. М. Савчук, Л. І. Остапченко

Навчально-науковий центр «Інститут біології та медицини» Київського національного університету імені Тараса Шевченка, вул. Володимирська, 64/13, Київ 01601, Україна, e-mail:nkudina@ukr.net

Реферат. В результаті проведених досліджень було оптимізовано метод екстракції колагену з луски риб Антарктичного регіону. Це дозволило скоротити час його одержання до трьох днів, що не вплинуло на кінцевий вихід продукту. Результати диск електрофорезу в поліакриламідному гелі за присутності додецилсульфату натрію свідчать про чистоту екстрагованого колагену та його належність до колагенів першого типу. В ході подальших досліджень було підібрано умови для ферментативного гідролізу колагену та одержано фракцію низькомолекулярних фрагментів з молекулярною масою від 2 до 26 кДа. Було досліджено вплив даних фрагментів на розвиток ожиріння на моделі висококалорійної дієти у щурів. Відповідно до одержаних результатів, фрагменти колагену, одержані з луски риб Антарктичного регіону, за їх перорального введення обумовлювали менш виражене збільшення маси тіла експериментальних тварин у порівнянні з щурами, що перебували на висококалорійній дієті. Так, приріст маси тіла щурів на 10-й тиждень експерименту становив 132% від початкового показника, що є на 22% більшим за значення контролю та на 28% меншим, ніж аналогічний показник для тварин, що споживали висококалорійну їжу. Група щурів, яка отримувала розчин фрагментів колагену, одержаних з луски риб Антарктичного регіону, з'їдала за добу менше корму як у порівнянні з групою тварин, що перебували на висококалорійній дієті, так і в порівнянні з контрольними щурами, що опосередковано свідчить про здатність фрагментів колагену впливати на відчуття насичення.

Влияние низькомолекулярних фрагментов коллагена, полученных из чешуи рыб антарктического региона, на развитие ожирения
О. Ю. Нагирняк, Н. Г. Ракша, О. М. Савчук, Л. И. Остапченко

Реферат. В результате проведенных исследований был оптимизирован метод экстракции коллагена из чешуи рыб Антарктического региона, что позволило сократить время его получения до трех дней без потери при этом количества конечного продукта. Результаты диск электрофореза в полиакриламидном геле в присутствии додецилсульфата натрия свидетельствуют о чистоте полученного коллагена и его принадлежности к коллагену первого типа. В ходе дальнейших исследований было подобрано условия для ферментативного гидролиза коллагена и получено фракцию низкомолекулярных фрагментов с молекулярной массой от 2 до 26 кДа. Было исследовано влияние данных фрагментов на развитие ожирения у крыс на модели высококалорийной диеты. Фрагменты коллагена из чешуи рыб Антарктического региона при их пероральном введении обусловливали менее выраженное увеличение массы тела животных по сравнению с животными, которые находились на высококалорийной диете. Так, прирост массы тела на 10-й неделе эксперимента составлял 132 % от первоначального показателя, что было на 22 % выше значения контроля и на 28 % ниже, чем аналогичный показатель для живот-

ных, употреблявших высококалорийную пищу. Группа крыс, которая получала раствор фрагментов коллагена, полученых из чешуи рыб Антарктического региона, съедала за сутки меньше корма как по сравнению с группой животных на высококалорийной диете, так и по сравнению с контрольными крысами, что косвенно свидетельствует о способности фрагментов коллагена влиять на чувство насыщения.

The influence of collagen fragments extracted from the Antarctic region fish scales on obesity development

O. Yu. Nagirniak, N. G. Raksha, O. M. Savchuk, L. I. Ostapchenko

Abstract. Collagen is the most abundant protein in vertebrates, which constitutes about 30% of the total proteins and has been widelyused in food, cosmetic, biomedical, and pharmaceutical industries. The conventional source of collagen is from bovine andpig. However, the outbreak of prion diseases, such as bovine spongiform encephalopathy, has resulted in anxiety among users of collagen derived from these land animals. Thus, there is need to find an alternative source of collagen. Fish is one of the candidate assuch alternative sources because fish is unlikely to be associated with prion diseases. In addition, their skin, bones, scales, are rich in collagen type I. A simple method has been used for the isolation of collagen from the Antarctic region fish scales. At first, the scales weresolublized using acetic acid containing EDTA. Then the solublized collagen was precipitated by using NaCl. The results of sodium dodecyl sulfate polyacrylamide gel electrophoresis confirmed the purity of extracted collagen and showed that obtained collagen wascomposed of two different α-chains (α1 and α2), which were in accordance with the type I collagen. β component was also found in lesser amounts in this collagen samples. Next, collagen samples were hydrolyzed with pepsin at 37^0C for 24 h. According to obtained results collagen was cleaved into low-molecular weight fragments and peptides with molecular weight ranging from 26 to 2 kDa. The effect of collagen fragments on obesity development was investigated using animal model of obesity. For this purpose, the rats were fed with a high-calorie diet, which consisted of a standard meal (60%), pork fat (10%), eggs (10%), sugar (9%), peanuts (5%), dry milk (5%) and sunflower oil (1%) for four weeks. After that the animals were orally administrated with marine collagen fragments each second day for five consecutive weeks. It was shown that treatment with collagen fragments led to decrease of body weight and body mass index of the animals, which were on high-calorie diet (HCD). Found changes could be result of decrease of food intake and increase of water intake in compare with the rats in HCD group.

Key words: Antarctic fishes, scales, collagen fragments, obesity

1. Вступ

Біоресурси Світового океану, зокрема морські гідробіонти, є не лише цінним відновлюваним харчовим ресурсом, а й можуть слугувати унікальним джерелом для одержання різноманітних за хімічною будовою і біологічною активністю сполук (Grienke et al., 2014). Серед продуктів життєдіяльності морських організмів виділяють ряд біологічно активних сполук, що становлять певний інтерес для клініцистів та представників фарміндустрії. Одним з перспективних напрямків у даній області є розробка препаратів на основі пептидів (Ngo et al., 2012, Takahashi, 2004). Сьогодні у медичному арсеналі вже є низка фармакологічних препаратів, діючою складовою яких є біологічно активні пептиди. Однією з головних переваг пептидних препаратів є те, що, будучи аналогами ендогенних сполук, вони значно рідше викликають розвиток побічних реакцій і у більшості випадків виявляють виражений терапевтичний ефект за порівняно невеликих доз.

Ключовими факторами, що обумовлюють доцільність використання морських гідробіонтів як джерела для одержання пептидів є економічна рентабельність, розповсюдженість та висока відтворюваність даних організмів, що на фоні невпинно зростаючого дефіциту сировини і, відповідно, постійно зростаючої ціни на нові фармакологічні препарати, основу яких складають досить коштовні біологічно активні сполуки з рослинної сировини та теплокровних тварин, набуває особливого значення. Переоцінка традиційних підходів щодо експлуатації біоресурсів Світового океану, а також тенденції сучасного світового макроекономічного розвитку потребують залучення технологій комплексної переробки біологічної сировини з максимальним використанням цінних компонентів, вилучених на всіх етапах переробки. Натепер при переробці промислових видів гідробіонтів до 70% від їх маси становлять відходи, які можуть бути цінною сировиною для одержання біологічно активних сполук різної хімічної природи.

Тому розробку науково-обгрунтованих методичних підходів щодо одержання нових сполук із морських гідробіонтів можна розглядати як один з ключових напрямків розвитку науково-технічного прогресу у сфері медицини та біології. Ще одним важливим аргументом на користь використання морських гідробіонтів як джерела сировини білкового походження є відсутність так званих «спожи-

вчих ризиків» – «коров'ячого сказу», «ящуру», «пташиного грипу» та їх генетичних модифікацій, на відміну від сировини тваринного походження. На додачу, сировина тваринного походження може бути контамінована пріонами, інфекційними агентами, проонкогенами, нуклеїновими кислотами та іншими потенційно небезпечними для здоров'я речовинами, що потребує додаткових етапів очистки та контролю чистоти кінцевої продукції.

Ожиріння – системне гетерогенне захворювання, яке нині набуває масштабу глобальної епідемії. За даними ВОЗ, на надмірну вагу страждають близько 1,9 мільярда людей у віці 18 років та старших, з них понад 600 мільйонів хворі на ожиріння (World Health Organization, 2015). Згідно з офіційною статистикою, в Україні на ожиріння страждає близько 15% населення і з кожним роком кількість новодіагностованих випадків цієї хвороби невпинно зростає. Ожиріння є мультифакторним захворюванням, етіологія і патогенез якого пов'язані із сумарним впливом багатьох чинників і супроводжуються порушенням у функціонуванні більшості систем організму (Reaven, 2008). Окрім того, ожиріння і надлишкова маса тіла є основними факторами ризику для розвитку низки супутніх захворювань та ускладнень. Так, до ускладнень, обумовлених ожирінням, належать серцево-судиннні захворювання, гіпертонія, цукровий діабет 2 типу, онкологічні захворювання, дисліпідемія, жирова дистрофія та цироз печінки, остеоартрит і різні психічні розлади. Окрім, власне, проблем зі здоров'ям, ожиріння призводить до значних соціальних, економічних та психологічних проблем, що в кінцевому підсумку нерідко обумовлює передчасну смерть та слугує однією з причин ранньої інвалідизації працездатного населення. Враховуючи багатофакторність даного захворювання, лікування ожиріння є комплексним та базується на ступінчастій стратегії, яка включає поєднання немедекаментозних підходів (дієтотерапія, фізичні навантаження, корекція поведінки та режиму харчування) із застосуванням певних лікарських засобів та у крайньому випадку хірургічного втручання (Brown et al., 2014). Відсутність в арсеналі сучасних лікарських засобів достатньо ефективних та безпечних препаратів актуалізує проблему розробки препаратів, що характеризуються ефективною профілактичною та терапевтичною дією і можуть бути використані для профілактики ожиріння та викликаних ним супутніх порушень.

У цьому плані значний інтерес викликають колаген та препарати на основі колагену, які сьогодні широко використовуються в різних сферах людської діяльності, зокрема, у медицині, біотехнології, косметичній та харчовій промисловостях. Висока гомологічність молекули колагену у різних видів тварин, а отже, низька імуногенність значно полегшують його застосування (Kaewdang et al., 2014, Shoulders et al., 2009). Завдяки ендогенному походженню, низькій видоспецифічності, малому розміру та наявності високоспецифічних рецепторів, пептиди та низькомолекулярні фрагменти колагену є потенційно перспективними сполуками для терапевтичного використання. На додачу, проблема дослідження ефектів пептидів колагену чи його фрагментів, окрім прикладного аспекту, має і важливе теоретичне значення, оскільки дослідження біологічних ефектів цього класу речовин є актуальним для більш глибокого та всебічного розуміння механізмів розвитку різноманітних фізіологічних та патологічних процесів, що протікають як в організмі в цілому, так і на рівні окремих його систем. Відповідно до наведених у літературі уривчастих даних препарати на основі низькомолекулярних фрагментів колагену здатні впливати на функціонування різних ланок метаболізму та характеризуються широким спектром біологічної дії. Так, виявлено їх антигіпертонічний, антитромботичний, гепатопртекторний, антиоксидантний, протизапальний, протипухлинний, ранозаживляючий вплив (Gómez-Guillén et al., 2011). Аналіз літературних джерел дозволяє стверджувати, що дані фрагменти впливають на вміст глюкози в крові, рівень глікозильованого гемоглобіну, індекс чутливості до інсуліну та індекс секреції інсуліну (Wang et al., 2014).

Це дозволяє розглядати препарати на основі низькомолекулярних фрагментів колагену як потенційно ефективні сполуки для профілактики захворювань, пов'язаних із порушенням ліпідного та вуглеводневого обміну, зокрема, ожиріння. Отже, розробка нових ефективних препаратів з потенційною профілактично-лікувальною дією на розвиток ожиріння залишається актуальною проблемою сьогодення, оскільки кількість людей, що страждають на дане захворювання та супутні розлади, продовжує невпинно зростати.

Вище зазначене обумовило мету даного дослідження, яка полягала у вивченні впливу низькомолекулярних фрагментів колагену, одержаних з луски риб Антарктичного регіону, на розвиток ожиріння.

Для досягнення цієї мети необхідно було оптимізувати методику екстракції колагену з луски риб Антарктичного регіону, одержати фракцію низькомолекулярних фрагментів колагену та оцінити їх вплив на розвиток ожиріння у щурів.

2. Матеріали та методи дослідження

Об'єкти для дослідження було люб'язно надано Національним антарктичним науковим центром. Зразки були зібрані біля острова Галіндез (географічні координати - 65° 15' південної широти, 64° 15' західної довготи) архіпелагу Аргентинських островів. Солоність води біля острова становила 28.4-32.2 ‰, температура 1.1-0.8°C. Матеріал було зібрано в рамках XVII, XVIII Українських антарктичних експедицій у березні 2012 − квітні 2013 року та березні 2013 − квітні 2014 відповідно. Зразки були доставлені у лабораторію у замороженому вигляді.

Екстракцію колагену з луски риб проводили в два етапи (Zhang et al., 2011). Спочатку луску промивали холодною проточною водою. Далі проводили висолювання неколагенових білків за допомогою 10 % NaCl із розрахунку 1:10 маси сировини до об'єму розчину. Етап висолювання тривав 24 години, після чого розчин зливали, а луску на 90 хв поміщали у 0.4 М $HClO_4$ з розрахунку 1:15. Даний етап необхідний для видалення апатитів кальцію, які присутні у колагенових фібрилах з луски. Після цього луску промивали холодною дистильованою водою до нейтральних значень pH. Власне екстракцію колагену із сухої луски проводили з використанням 0.5 М оцтової кислоти із додаванням 5 мМ EDTA з розрахунку 1:10 (маса:об'єм) упродовж 24 годин. Після чого луску переводили у такий же розчин оцтової кислоти із ЕДТА та залишали ще на один день для подальшої екстракції. Висолювання колагену здійснювали шляхом додавання до одержаних розчинів колагену NaCl до кінцевої концентрації 0.9 М. Отриманий після центрифугування при 10 000 g (30 хв) осад розчиняли у 0.5 М оцтовій кислоті для подальшого осадження NaCl. Після чого проби знову центрифугували за вище зазначених умов. Одержаний на кінцевому етапі осад ліофілізували. На кожному етапі від зразків відбирали аліквоту для перевірки ефективності процедури екстракції.

Низькомолекулярні фрагменти колагену отримували шляхом ферментативного гідролізу пепсином. Сухий колаген, отриманий після ліофілізації, розчиняли в 0.1 М оцтовій кислоті з розрахунку 2 мг/мл. Колаген з пепсином (3000 U/gprotein) інкубували впродовж 24 год при 37^0C. Отриманий зразок аналізували за допомогою методу диск-електрофорезу у поліакриламідному гелі за присутності додецилсульфату натрію відповідно до(Laemmli, 1970).

Дослідження впливу колагенових фрагментів на розвиток ожиріння проводили на білих нелінійних щурах-самках з початковою масою 135−140 г. Робота була виконана з дотриманням міжнародних рекомендацій щодо проведення медико-біологічних досліджень з використанням тварин згідно з Європейською конвенцією про захист хребетних тварин, що використовуються для експериментальних та інших наукових цілей. Експериментальні роботи з щурами були проведені у віварії ННЦ «Інститут біології та медицини» Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Стан ожиріння моделювали з використанням висококалорійної дієти, яка складалась зі стандартної їжі (60%), свинячого жиру (10%), курячих яєць (10%), сахарози (9%), арахісу (5%), сухого молока (5%) та рослинної олії (1%) (Shen et al., 2010). Упродовж першого тижня всі щури отримували стандартну їжу «Purina rodent chow» та воду ad libitum. Наступні 4 тижні від початку експерименту тварини утримувались на висококалорійній дієті, після чого рандомізовано були поділені на 2 групи. Щури першої групи (ВКД) знаходились на висококалорійній дієті. Щури другої групи (ВКД+ФК) перебували на висококалорійній дієті, але кожен другий день їм перорально вводили розчин фрагментів колагену з луски риб Антарктичного регіону у концентрації 2 мг/мл упродовж наступних 5 тижнів. Щури контрольної групи впродовж усього експерименту отримували стандартну їжу. Тварини всіх груп мали вільний доступ до води.

У всіх досліджуваних групах масу тіла реєстрували 1 раз на тиждень, споживання корму та води визначали щоденно. Індекс маси тіла (ІМТ) (відношення маси тіла (г) до квадрату довжини тіла ($см_2$)) було розраховано в кінці експерименту.

3. Результати дослідження та їх обговорення

Сьогодні при переробці промислових видів риб від 30 до 70 % від загальної маси становлять відходи, які зазвичай викидаються, зважаючи на нерентабельність їх транспортування (Senevirathne et al., 2012). Це призводить не лише до втрати значної кількості потенційно цінної сировини, а й до забруднення навколишнього середовища. Зростання попиту на використання продукції на основі колагену актуалізує пошук нових джерел сировини. З огляду на те, що луска риб містить до 30% колагену, належить до відходів рибної промисловості, а отже, є доволі необмежним ресурсом низької вартості та містить менше домішок порівняно з традиційними джерелами колагену, саме луску риб Антарктичного регіону було використано як сировину для екстракції колагену.

Чистоту екстрагованого колагену перевіряли методом диск електрофорезу у 6 % поліакриламідному гелі. Відповідно до результатів, наведених на рис.1, одержаний нами колаген не містив ніяких сторонніх домішок та неколагенових білків.

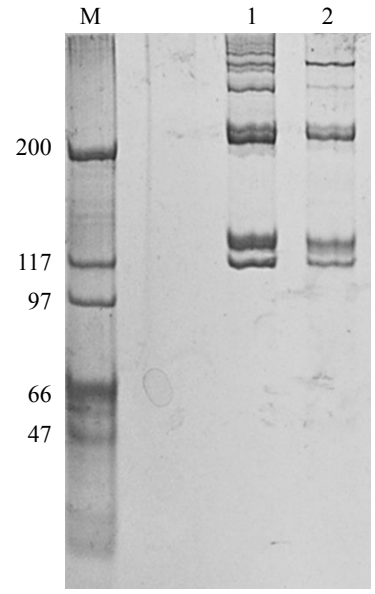


Рис.1. Електрофореграма зразків колагену, одержаних з луски риб Антарктичного регіону:
М - маркери молекулярних мас (кДа); 1−2 –зразки колагену

Присутність в аналізованих зразках фрагментів з молекулярною масою 117 та 107 кДа, що відповідають молекулярним масам α1- та α2-ланцюгів колагену I типу дозволяє говорити про належність екстрагованого колагену саме до даного типу (Kimura et al., 1987). Додатковим підтвердженням цього слугує присутність ідентифікованих α-ланцюгів у співвідношенні 2:1 (α1:α2), що цілком узгоджується з даними літератури. Незначна кількість білка з молекулярною масою близько 200 кДа може бути результатом димеризації α-ланцюгів.

Ожиріння − це захворювання, яке набуває глобального характеру. За даними ВОЗ, понад 30% населення планети страждає від зайвої ваги і частота новодіагностованих випадків даної патології продовжує невпинно зростати. Ожиріння як мультифакторне захворювання супроводжується підвищеним ризиком розвитку ряду клінічно тяжких супутніх захворювань. Це все у поєднанні з відсутністю серед арсеналу сучасних лікарських засобів відносно недорогих та ефективних препаратів профілактичної дії обумовлює актуальність пошуку нових методів лікування даного захворювання. Одним з перспективних напрямків сучасної фарміндустрії є створення препаратів на основі біологічно активних сполук, зокрема, пептидів чи низькомолекулярних фрагментів колагену. Сукупність експериментальних даних щодо широкого спектру їх біологічної активності, безпечності при довготривалому застосуванні та певних терапевтичних ефектів навіть за незначних доз обумовлює перспективи використання пептидів колагену як основи для створення засобів профілактично-лікувальної дії на розвиток системних захворювань, обумовлених метаболічними порушеннями, зокрема, ожиріння.

Тому наступним нашим завданням було одержати фракцію низькомолекулярних фрагментів колагену та перевірити їх можливий терапевтичний вплив на розвиток ожиріння. Існує декілька підходів для одержання з вихідної білкової сировини пептидів та низькомолекулярних фрагментів − то кислотний, лужний гідроліз та гідроліз за дії протеолітичних ферментів. Зважаючи на необхідність одержання фрагментів зі збереженням їх біологічної активності, оптимальним видається метод ферментативного гідролізу. Гідролітичне розщеплення колагену було проведено з використанням пепсину. Ступінь гідролізу оцінювали методом диск електрофорезу у 18 % поліакриламідному гелі відбираючи аліквоти для аналізу через різні часові проміжки та порівнюючи їх склад з вихідним зразком колагену. В результаті було встановлено, що через 24 год інкубації молекула колагену розщеплювалася на ряд низькомолекулярних фрагментів з молекулярною масою від 2 до 26 кДа (рис. 2.), які і було використано для оцінки їх впливу на розвиток експериментального ожиріння

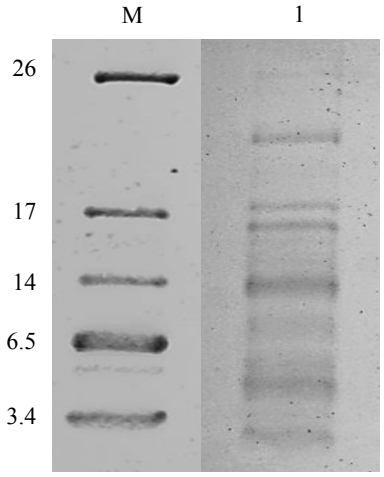


Рис.2. Електрофореграма фрагментів колагену, одержаних з луски риб Антарктичного регіону:
М - маркери молекулярних мас (кДа); 1 –зразок фрагментів колагену

Оскільки розвиток ожиріння супроводжується збільшенням загальної маси жирової тканини, що призводить до надмірної ваги у хворих на ожиріння, першочерговим нашим завданням було дослідити вплив фрагментів колагену, одержаних з луски риб Антарктичного регіону, на масу тіла тварин за умов розвитку даного захворювання. На рис. 3 наведено динаміку збільшення маси тіла щурів, що знаходились на висококалорійній дієті і отримували перорально розчин фрагментів колагену (ВКД+ФК), та щурів, які перебували лише на висококалорійній дієті (ВКД) впродовж 10 тижнів експерименту. На початку дослідження середня маса тварин контрольної групи, які перебували на стандартному раціоні, становила 183,8±4,1 г і за час експерименту зросла на 202 г.

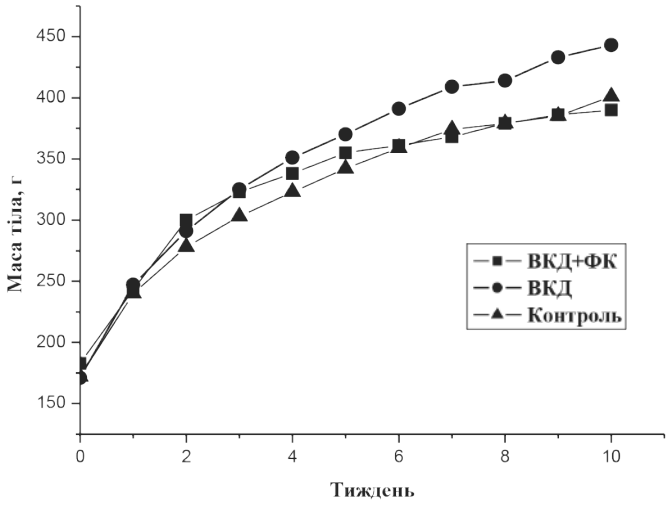


Рис. 3. Маса тіла щурів, що знаходились на висококалорійній дієті «ВКД», та щурів, яким перорально вводили розчин низькомолекулярних фрагментів колагену, одержаних з луски риб Антарктичного регіону «ВКД+ФК» (M±n, n=10)

У групі щурів, що перебували на висококалорійній дієті мало місце більш виражене зростання значень даного показника і на останньому тижні дослідження середня маса тварин була більшою за початкову вагу на 272 г. Застосування розчину фрагментів колагену з луски риб Антарктичного регіону обумовлювало менш виражене збільшення маси тіла у порівнянні з тваринами, що перебу-

вали лише на висококалорійній дієті. У відсотковому співвідношенні приріст маси тіла щурів на 10-й тиждень експерименту складав 110.2 %, 161.3 % та 132.7 % від початкового значення відповідно для тварин контрольної групи, тварин, що перебували на висококалорійній дієті та тварин, що отримували розчин фрагментів колагену (рис. 4). Таким чином, отримані нами результати вказують на певний терапевтичний ефект фрагментів колагену, одержаних з луски риб Антарктичного регіону, на розвиток ожиріння за їх перорального введення.

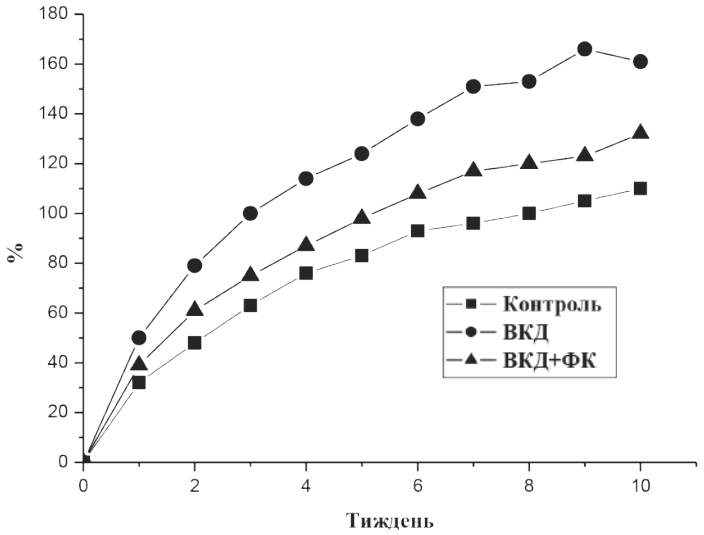


Рис. 4. Приріст маси (% від початкової маси) тіла щурів, що знаходились на висококалорійній дієті «ВКД» та щурів, яким перорально вводили розчин низькомолекулярних фрагментів колагену, одержаних з луски риб Антарктичного регіону «ВКД+ФК» (M±n, n=10)

Оскільки збільшення маси тіла саме по собі не є достатнім критерієм для діагностування стану ожиріння, було визначено індекс маси тіла (ІМТ) – показник, який дозволяє оцінити ступінь відповідності маси тіла до зросту, й тим самим оцінити, чи є маса недостатньою, нормальною, або надмірною. Окрім того, ІМТ використовується як інтегральний показник, що дозволяє охарактеризувати композицію тіла та ступінь відкладання жирової маси. Відповідно до наших даних (таблиця) на 10-й тиждень експерименту індекс маси тіла контрольних тварин становив 0.7 г/см^2, що знаходиться в межах норми для щурів даної вікової категорії (Novelli etal., 2007).

Таблиця

Споживання корму та рідини у групі тварин, що перебували на висококалорійній дієті (ВКД) та тварин, яким перорально вводили розчин низькомолекулярних фрагментівколагену, одержаних з луски риб Антарктичного регіону (ВКД+ФК) (M±m, n=10)

	Контроль	ВКД+ФК	ВКД
ІМТ (г/см2)	0.7	0.74	0,78
Споживання корму (г/день)	28±1.2	25±1.3	31±1.5*
Споживання води (мл/день)	38±2.1	34±1.9	32±2.3*

Примітка: * - p <0.05 різниця достовірна у порівнянні з контрольною групою

ІМТ тварин, які перебували на висококалорійній дієті, зростав у 1.12 рази у порівнянні зі значенням для групи контрольних тварин і складав 0.78 г/см^2. Варто зазначити, що у щурів, які одержували розчин фрагментів колагену з луски риб Антарктичного регіону, індекс маси тіла зростав дещо повільніше і на кінець експерименту становив 0.74 г/см^2, що у 1.05 рази більше за значення контролю, але менше за аналогічний показник для щурів, які перебували на висококалорійній дієті.

Для того щоб встановити першочергові механізми виявленого нами ефекту зниження маси тіла за вживання фрагментів колагену, одержаних з луски риб Антарктичного регіону, на наступному етапі роботи було досліджено їх вплив на споживання корму та рідини щурами всіх експериментальних груп, адже відомо, що розвиток ожиріння внаслідок порушення узгодженої координації між роботою ряду нейромедіаторних та гормональних систем супроводжується розвитком явища гіперфагії − стану, за якого спостерігається надмірне споживання поживних речовин, енергетичний еквівалент яких більший за енергетичні потреби організму.

Як видно з представленої таблиці, група щурів, яка отримувала розчин фрагментів колагену з луски риб Антарктичного регіону, з'їдала в середньому 25±1.3 г корму за добу, що було нижче показника (28±1.2 г), визначеного для тварин контрольної групи. Щури, які перебували на висококалорійній дієті, з'їдали у середньому 31±1.5 г висококалорійного корму, що у 1.2 рази більше, ніж група, яка отримувала фрагменти колагену.

Отже, розвиток ожиріння у щурів, що перебували на висококалорійній дієті, супроводжувався гіперфагією, яка є не лише наслідком прогресуючого дисбалансу у нейромедіаторно-гормональній ланці, а й слугує важливим чинником, що значно ускладнює патогенез даного захворювання. З огляду на одержані нами дані, можна говорити про здатність фрагментів колагену, одержаних з луски риб Антарктичного регіону, впливати на відчуття насичення. Подібний ефект фрагментів колагену частково можна пояснити описаною в літературі здатністю даних фрагментів здійснювати стимулюючий вплив на вивільнення холецистокініну – пептидного гормону гастроінтестинального тракту, що залучений у регуляцію відчуття насичення (Moran, 2000). З іншого боку, добре відомо, що помірна дієта на основі білків та пептидів має виражений ефект, особливо на початкових стадіях розвитку ожиріння, за рахунок, зокрема, посилення відчуття ситості та посилення посталіментарного термогенезу (Seale, 2009).

Відповідно до результатів, наведених у таблиці, тварини, які знаходилися на висококалорійній дієті, споживали в середньому 32 мл води за добу. В той же час група тварин, яка знаходились на висококалорійній дієті з суміжним споживанням фрагментів колагену, одержаних з луски риб Антарктичного регіону, споживала 34 мл води, що також не є достовірним значенням.

Отже, одержані нами результати свідчать про здатність фрагментів колагену, одержаних з луски риб Антарктичного регіону, впливати на розвиток ожиріння, спричиненого вживанням висококалорійної їжі, зокрема, знижувати кількість спожитої за добу їжі, що супроводжується зниженням маси тіла та індексу маси тіла у порівнянні з аналогічними показниками для тварин, які перебували лише на висококалорійній дієті.

Подяка. *Автори висловлюють подяку Державній установі Національний антарктичний науковий центр МОН України за надання зразків для досліджень і за підтримку.*

Список літератури

1. **Brown W.,** Bays H., Bray G. JCL Roundtable: Clinical management of individuals with obesity // Journal of Clinical Lipidology. – 2014. – № 8. – P. 237–248.
2. **Gómez-Guillén M. C.,** Giménez B., López-Caballero M. E. et al. Functional and bioactive properties of collagen and gelatin from alternative sources: A review. Food Hydrocolloids. – 2011. − № 25. – P. 1813–1827.
3. **Grienke U.,** Silke J., Tasdemir D. Bioactive compounds from marine mussels and their effects on human-health // Food Chemistry. − 2014. − № 142. − P. 48–60.
4. **Kaewdang O.,** Benjakul S., Kaewmanee T. et al. Characteristics of collagens from the swim bladders of yellowfin tuna (Thunnus albacares) // Food Chemistry. – 2014. − 15(155). – P. 264–270.
5. **Kimura S.,** Ohno Y., Miyauchi Y. et al. Fish Skin Type I Collagen: Wide Distribution of an a3 Subunit in Teleosts // *Comparative Biochemistry and Physiology*. – 1987. − Vol. 88B, № 1. − P. 27 − 34.
6. **Laemmli K**. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4 / Laemmli K. // Nature. − 1970. – Vol. 227, № 1. − P. 680 − 685.
7. **Moran T. H.** Cholecystokinin and satiety: current perspectives // Nutrition. – 2000. - 16(10). – P. 858 − 865.

8. **Ngo D-H.,** Vo T-S., Ngo D-N. et al. Biological activities and potential health benefits of bioactive peptides derived from marine organisms // International Journal of Biological Macromolecules. – 2012. − № 51. – P. 378– 383.
9. **Novelli E**., Diniz Y., Galhardi C. Anthropometrical parameters and markers of obesity in rats // Laboratory Animals. – 2007. – № 41. – P. 111–119.
10. **Reaven G.M**. Insulin resistance: the link between obesity and cardiovascular disease // Endocrinol Metab Clin North Am. – 2008. – 37. – P. 581–601.
11. **Seale P.,** Lazar M. Brown Fat in Humans: Turning up the Heat on Obesity // Diabetes. – 2009. – Vol. 58, №7. – P. 1482 – 1484.
12. **Senevirathne M.,** Kim S. K. Utilization of seafood processing by-products: Medicinal applications // Advances in Food and Nutrition Research. − 2012. – № 65. – P. 495–512.
13. **Shen X.,** Tang Q., Huang J. et al. Vitamin E regulates adipocytokine expression in a rat model of dietary-induced obesity // Experimental Biology and Medicine.− 2010. − № 235. − P. 47− 51
14. **Shoulders M. D**., Raines R.T. Collagen structure and stability // Annual Review of Biochemistry. – 2009. −№78. – P.929–958.
15. **Takahashi K**. Translational medicine in fish-derived peptides: from fish endocrinology to human physiology and diseases // Endocr J. − 2004. −№51. – P. 1–17.
16. **Wang H.,** Fu Z., Han C. The Potential Applications of Marine Bioactives Against Diabetes and Obesity // American Journal of Marine Science. – 2014. − Vol. 2, № 1. − P. 1 − 8.
17. **World** Health Organization. Obesity and overweight [Електронний ресурс] /. World Health Organization // WHO Fact sheet. – 2015. – Режим доступу: http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/.
18. **Zhang F.,** Wang A., Li Z. et al. Preparation and Characterisation of Collagen from Freshwater Fish Scales // Food and Nutrition Sciences. – 2011. – № 2. – P. 818 − 823

УКРАЇНСЬКИЙ АНТАРКТИЧНИЙ ЖУРНАЛ

УАЖ, №15, 170—175 (2016)

УДК 631.484:574.43

ИНИЦИАЛЬНОЕ ПОЧВООБРАЗОВАНИЕ В ПРИБРЕЖНОЙ АНТАРКТИКЕ: СУЩЕСТВУЮТ ЛИ НЕ ОРНИТОГЕННЫЕ ПОЧВЫ?

Н. В. Заименко[1], Т. Ю. Бедерничек[1], В. В. Швартау[2], Л. Н. Михальская[2], П. Б. Хоецкий[3]

[1] Национальный ботанический сад им. Н. Н. Гришко НАН Украины, г. Киев, E-mail: zaimenkonv@ukr.net, bedernichek@nas.gov.ua
[2] Институт физиологии растений и генетики НАН Украины, г. Киев, E-mail: victorschwartau@gmail.com, mykhalskaya_l@ukr.net
[3] Национальный лесотехнический университет Украины, г. Львов, E-mail: hpb@ua.fm

Реферат. Примитивные тундровые почвы сформировались и функционируют в суровых климатических условиях. Их изучение позволяет количественно оценить инициальные стадии почвообразования, что крайне важно как для понимания процесса в целом, так и для создания искусственных почв в будущем. Рассмотрена целесообразность использования с этой целью примитивных почв островов Галиндез и Скуа (архипелаг Вильгельма). В условиях Прибрежной Антарктики наблюдается мощный биогенный (орнитогенный) поток вещества по схеме: планктон + микробентос → *N. concinna* → *L. dominicanus* → гуано + погадки (раковины *N. concinna*), что оказывает существенное влияние на условия формирования примитивных почв. Обоснована индикаторная роль цезия и кадмия для определения следов орнитогенного процесса в почвах: высокое содержание этих химических элементов в почве, даже в случае отсутствия в профиле видимых остатков раковин моллюсков, может свидетельствовать об их орнитогенном происхождении. Содержание кальция, цезия и кадмия в почвах островов Галиндез и Скуа, сформированных на раковинах *N. concinna,* значительно выше, чем в материнских породах. В почвах, сформированных на риолитах и их измененных разностях, содержание Sr и Cd было значительно ниже, чем в материнских породах. Однако, в них также сохранилась сильная линейная зависимость содержания этих химических элементов в почве от содержания в ней кальция, что может свидетельствовать о проявлениях орнитогенного почвообразовательного процесса.

Ініціальне ґрунтоутворення в Прибережній Антарктиці: чи існують неорнітогенні ґрунти?
Н. В. Заіменко, Т. Ю. Бедернічек, В. В. Швартау, Л. М. Михальська, П. Б. Хоєцький

Реферат. Примітивні тундрові ґрунти сформувались і функціонують у суворих кліматичних умовах. Їхнє вивчення дозволяє кількісно оцінити ініціальні стадії ґрунтоутворення, що вкрай важливо як для розуміння процесу в цілому, так і для створення штучних ґрунтів в майбутньому. Розглянуто доцільність використання з цією метою примітивних ґрунтів островів Галіндез і Скуа (архіпелаг Вільгельма). В умовах Прибережної Антарктики спостерігається потужний біогенний (орнітогенний) потік речовини за схемою: планктон + мікробентос → *N. concinna* → *L. dominicanus* → гуано + погадки (мушлі *N. concinna*), що чинить істотний вплив на умови формування примітивних ґрунтів. Обґрунтована індикаторна роль цезію та кадмію для визначення слідів орнітогенного процесу у ґрунтах: високий вміст цих хімічних елементів у ґрунті, навіть у разі відсутності в профілі наявних

слідів мушель молюсків, може свідчити про його орнітогенне походження. Вміст кальцію, цезію і кадмію в ґрунтах островів Галіндез і Скуа, сформованих на мушлях *N. concinna,* значно вищий, ніж у материнських породах. У ґрунтах, сформованих на ріолітах, міст Ca, Sr і Cd був значно нижчим, ніж в материнських породах. Проте, у них також збереглася сильна лінійна залежність вмісту цих мікроелементів в ґрунті від вмісту кальцію в ньому, що може свідчити про прояви орнітогенного процесу ґрунтоутворення.

Initial soil formation in coastal Antarctica: do non-ornithogenic soils exist?

N. Zaimenko, T. Bedernichek, V. Schwartau, L. Mykhalska, P. Khoyetskyy

Abstract. Tundra soils were formed in a cold environment with harsh winters and short growing season. Most of them are primitive in terms of their profile differentiation and depth. Therefore, studying these soils is important for understanding the initial stages of pedogenesis. Many studies in this field have been carried out in arctic and alpine environments, but there is still some lack of information about Antarctic soils. However, primitive soils of Antarctic tundra and other cold environments may be incomparable because of their different genesis. Impact of ornithogenic products on tundra soils and habitats in Southern Hemisphere is much stronger than in Arctic or alpine environments; but many soils in the coastal Antarctica have no visible signs of ornithogenic influence. In this study we hypothesized that the high content of trace elements in soils may prove their ornithogenic origin. It may be caused by an intensive biogenic flux of chemical elements from marine to terrestrial ecosystems: plankton + microbenthos → *N. concinna* → *L. dominicanus* → guano + pellets (*N. concinna* shells). In this study we investigated the content of trace elements in soils of Galindez Island and Skua Island (Wilhelm Archipelago). It was found that the content of Ca, Sr and Cd in soils formed on *N. concinna* shells (ornithogenic soils) was significantly higher than in parent rock. Contents of Sr and Cd in soil have strongly correlated with content of Ca, which is the main component of mollusk shells. In some soils formed on rhyolites, the content of these elements in soil was much lower than in parent rock; but linear correlation between Ca and Sr (R^2=0.997, p≤0.001) as well as between Ca and Cd (R^2=0.963, p≤0.001) contents was as strong as in soils formed on *N. concinna* shells. These results support the idea of ornithogenic origin of Ca, Sr and Cd in the Antarctic soils. A further study with a focus on the isotopic composition of these elements is therefore suggested.

Key words: tundra, cold environments, primitive soils, permafrost, ornithogenic

1. Вступление

На протяжении последнего десятилетия процессы первичного (инициального) почвообразования оказались в фокусе исследований многих ученых – от почвоведов и экологов до геохимиков, ботаников и физиологов растений. По мнению А. И. Морозова (2007), этот шаг является очень своевременным, и без понимания сути процессов превращения неживой материи в биокосное тело – почву − не может быть и речи ни о фундаментальности почвоведения как науки, ни о будущих достижениях в направлении создания искусственных почв.

В этом контексте особое место занимают тундровые, или криогенные, экосистемы. В силу компактности размеров и простоты трофических связей их первыми стали изучать в микрокосмных условиях (фитотронах); на сегодняшний день о них накопилось достаточно много информации (Карелин, Замолодчиков, 2008). Однако классические исследования тундровых экосистем в большинстве своем проводились в Арктике и частично в альпийском высокогорье. В значительно меньшей степени исследованы экосистемы и почвы антарктической тундры, которая существенно отличается от других криогенных экосистем, прежде всего сильным влиянием орнитофауны на процессы почвообразования (Абакумов, 2010).

Термин «орнитопочвы» или «орнитосоли» используется преимущественно для характеристики почвенного покрова, сформировавшегося на месте бывших колоний птиц со значительными отложениями гуано (Pereira et al., 2013). Понятие «орнитогенной почвы» значительно шире и включает все почвы, которые сформировались под воздействием орнитофауны, а их в Антарктике подавляющее большинство (Абакумов, 2014).

В недавних исследованиях И.Ю. Парникозы и др. (2014, 2015) обнаружены закономерности распространения щучки антарктической (*Deschampsia antarctica* Desv.) в местах гнездовой и кормовой активности доминиканской чайки (*Larus dominicanus* Licht.) и южнополярного поморника (*Stercorarius maccormicki* Saunders) на острове Галиндез. Авторы предполагают, что в современных многочисленных популяциях *D. antarctica* участки с максимальной плотностью этого вида соответствуют бывшим гнездам чаек, а перенос гнездового материала, в ходе которого теряются

отдельные фрагменты, является одним из основных способов распространения *D. antarctica*. Ранее (Парникоза и др., 2014) было установлено, что 41 локалитет *D. antarctica*, что составляет 58% от общего числа локалитетов, обнаруженных на острове, находится на или в непосредственной близости от мест гнездования и кормовых столиков чаек. Следовательно, и почву, сформированную под растениями *D. antarctica* в пределах таких локалитетов, также можно считать орнитогенной.

Существенное влияние орнитофауны на почвообразование в Прибрежной Антарктике посредством накопления гуано, россыпей раковин *Nacella concinna*, распространения эдификаторов и прежде всего *D. antarctica* дает основания усомниться в возможности формирования в таких условиях иных, кроме как орнитогенных, почв. Если это предположение окажется верным, целесообразность использования примитивных антарктических почв в качестве модельных объектов для изучения процессов первичного почвообразования вызывает сомнение.

Целью данного исследования было: i) обнаружить не орнитогенные почвы на островах Галиндез и Скуа; ii) обосновать индикаторную ценность кальция, стронция и кадмия для определения следов орнитогенного процесса почвообразования. Такой выбор химических элементов обусловлен тем, что кальций является основным элементом раковин моллюсков, а стронций – его аналогом. Что касается кадмия – он представлен в материнских породах в незначительных количествах, а моллюски *N. concinna* способны его эффективно накапливать.

Материалы и методы

Образцы почвы (субстрата) отбирали в марте 2016 года (XX Украинская антарктическая экспедиция) в пятикратной повторности на островах Галиндез и Скуа, архипелаг Вильгельма (рис. 1). Места отбора образцов почвы были подобраны таким образом, чтоб максимально полно охватить почвенное разнообразие территории исследования и включали: почвы подо мхами и *D. antarctica,* сформированные на россыпях раковин *Nacella concinna*, инициальные почвы на зарастающих гнездах *Larus dominicanus,* почвы сформированные на оторфованных остатках мхов.

Образцы помещали в герметичные полиэтиленовые пакеты, охлаждали до температуры 5°С и в таком виде транспортировали в лабораторию. Там их высушивали и для проведения дальнейших исследований использовали уже воздушно-сухую почву, введя поправку на содержание гигроскопичной влаги.

Рис. 1. Схема отбора образцов почвы (субстрата) на островах Галиндез и Скуа
(желтым цветом обозначены места отбора проб, красным – станция Академик Вернадский) (Заименко и др., 2016)

Содержание кальция, кадмия и стронция в образцах примитивных почв определяли на масс-спектрометре ICP-MS Agilent 7700x (Agilent Technologies) с ICP-MS Mass Hunter Work Station. Результаты представлены в пересчете на массу абсолютно сухой почвы.

2. Результаты и обсуждение

В работах С. М. Недогибченка и др. (2013) и Э. Я. Жовинского и др. (2014) приведен детальный анализ распространения микроэлементов в коре выветривания коренных пород и поверхностных отложениях острова Галиндез. Высокие концентрации стронция в поверхностных отложениях авторы объяснили поступлением этого элемента из атмосферы, а кадмия – вулканической активностью и подвижностью его соединений. Такое объяснение нам показалось недостаточно убедительным, объясняющим этот феномен лишь частично.

L.S. Peck et al. (1996) установили, что моллюски *Nacella concinna,* формируя раковины, способны аккумулировать стронций, частично замещая на него кальций. Также известно, что этот вид эффективно аккумулирует тяжелые металлы и широко используется по этой причине для биомониторинга (Suda et al., 2015). Учитывая эти факты, мы предположили, что одним из существенных путей накопления стронция и кадмия в почвах островов Галиндез и Скуа может быть трофическая аккумуляция этих элементов из водной среды по схеме:

планктон + микробентос → *N. concinna* → *L. dominicanus* → гуано + погадки (раковины).

Если это предположение верно, то в местах значительного накопления раковин *Nacella concinna*, прежде всего в пределах кормовых столиков (рис. 2 А) и гнезд (рис. 2 В) доминиканской чайки концентрации кадмия и стронция должны быть значительно выше, чем в других биотопах. *N. concinna* составляет 15−27% дневного рациона доминиканской чайки, а популяция из двухсот особей способна потреблять свыше 4500 моллюсков ежедневно (Favero et al., 1997). Учитывая тот факт, что размер употребляемых в пищу моллюсков может достигать 45 мм (Suda et al., 2015), а масса погадок зачастую превышает 20−25 г, биогенный поток вещества в Прибрежной Антарктике с морских экосистем в наземные становится одним из важнейших факторов почвообразования.

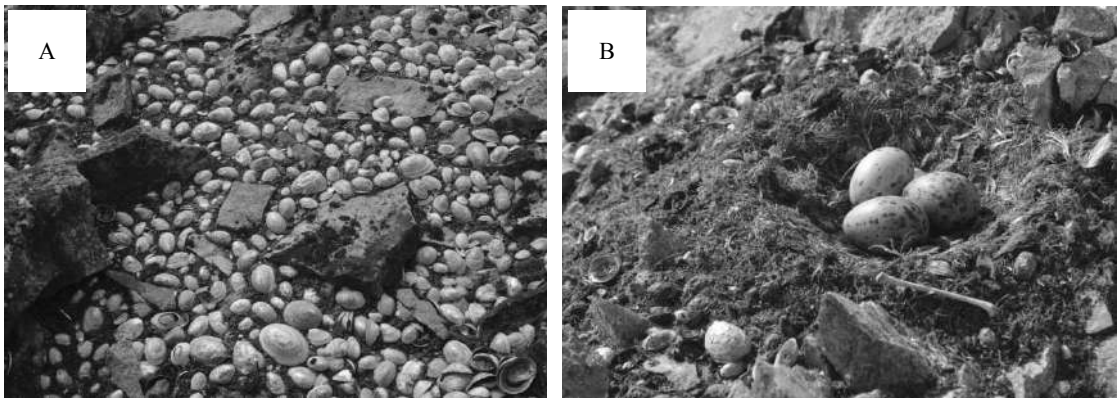


Рис. 2. Кормовой столик (А) и гнездо (В) *Larus dominicanus* (фото П. Б. Хоецкого, о. Галиндез, 2016 г.)

Среди всех исследованных нами почв самое высокое содержание стронция (508.36±11.79 мг·кг$^{-1}$) и кадмия (14.61±1.5 мг·кг$^{-1}$) было обнаружено в почве, сформировавшейся на старом гнезде доминиканской чайки. Оно было выше в несколько раз, чем в остальных вариантах, и существенно превышало максимальные возможные содержание этих элементов в материнских породах – в 1,7 раза по стронцию и 48,7 раз по кадмию (Недогибченко и др., 2013). Полученные данные дают основания предположить орнитогенный характер накопление стронция и кадмия в почвах островов Галиндез и Скуа.

Как правило, раковины моллюсков на 95−98% состоят из карбоната кальция и, следовательно, сильная зависимость содержания стронция и кадмия в почве от содержания в ней кальция может быть косвенным подтверждением проявления орнитогенного типа почвообразования. Обнаружены сильные линейные зависимости содержания стронция (R^2=0.997, $p \leq 0.001$) и кадмия (R^2=0.963, $p \leq 0.001$) от содержания кальция в почве (рис. 3). Заметим, что только в трех

вариантах из десяти почвы были непосредственно сформированы на частично разложившихся раковинах моллюсков и в одном из десяти – на оторфованных слаборазложившихся остатках бриофитов с различимыми фрагментами раковин. В остальных случаях – ни при отборе образцов, ни при их дальнейшем препарировании – видимых следов раковин *Nacella concinna* не было. Тем не менее, обнаруженные тренды указывают на возможную орнитогенную природу также и этих почв.

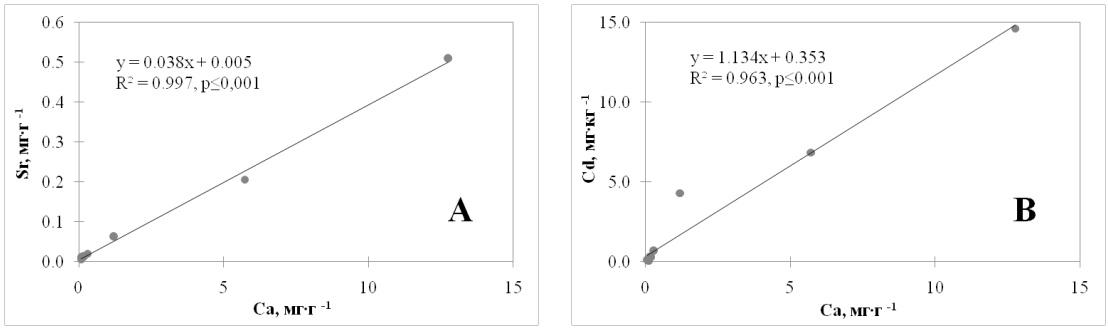


Рис. 3. Зависимость между содержанием кальция и стронция (A), а также кальция и кадмия (B) в почвах островов Галиндез и Скуа (n=10)

К интерпретации полученных в этом исследовании результатов следует подходить осторожно, учитывая косвенный характер подтверждения рабочей гипотезы. В дальнейших исследованиях следует провести оценку изотопного состава материала, из которого состоят раковины *Nacella concinna,* и сравнить его с составом соответствующих химических элементов в почвах. Это позволит прямо подтвердить или опровергнуть обнаруженные в этом исследовании закономерности.

Возвращаясь к поставленному вначале вопросу: могут ли быть в Прибрежной Антарктике не орнитогенные почвы – мы склонны ответить на него отрицательно, по крайней мере, для исследованных нами островов. Активность орнитофауны здесь столь высока, что все почвы в той или иной степени трансформированы под влиянием жизнедеятельности птиц. Тем не менее, даже в пределах соседних островов Галиндез и Скуа обнаружены существенные различия в содержании индикаторных элементов в почвах, что может свидетельствовать о меньшем воздействии орнитофауны на формирование инициальных почв острова Скуа. В будущем целесообразно степень «орнитогенности» почвы отобразить в ее названии на уровне типа или подтипа.

3. Выводы

1. Почвы острова Галиндез и в меньшей степени острова Скуа подвержены ощутимому воздействию орнитофауны посредством накопления гуано, россыпей раковин моллюска *Nacella concinna*, распространения эдификаторов и прежде всего *D. antarctica.*

2. В большинстве исследованных инициальных (примитивных) почв содержится много стронция и кадмия; большего всего – на почве под *D. antarctica,* сформированной на месте старого гнезда *L. dominicanus*: 508.36±11.79 мг·кг$^{-1}$и 14.61±0.5 мг·кг$^{-1}$ соответственно.

3. Обнаружены сильные линейные зависимости содержания стронция (R^2=0.997, p≤0.001) и кадмия (R^2=0.963, p≤0.001) от содержания кальция в почве, что может свидетельствовать об орнитогенном происхождении исследованных почв даже в случае отсутствия следов раковин моллюсков.

4. В связи с ощутимым влиянием орнитофауны на почвы островов Галиндез и Скуа будет некорректным экстраполировать полученные результаты и обнаруженные закономерности на не орнитогенные тундровые почвы.

Благодарности

Авторы выражают благодарность Государственному учреждению Национальный антарктический научный центр МОН Украины за содействие в проведении исследований.

Список литературы

1. **Абакумов Е. В.** Источники и состав гумуса некоторых почв Западной Антарктики // Почвоведение. – 2010. – № 2. – С. 538−547.
2. **Абакумов Е. В.** Зоогенный педогенез как основной биогенный почвенный процесс в Антарктиде // Русский орнитологический журнал. – 2014. – № 23 (972). – С. 576−584.
3. **Жовинский Э. Я.,** Недогибченко С. М., Крюченко Н. О. Микроэлементы в коре выветривания коренных пород оазиса острова Галиндез (Западная Антарктика) / Криосфера Земли. – 2014. – №. XVIII (3). – С. 77−81.
4. **Заименко Н. В.,** Бедерничек Т. Ю., Хоецкий П. Б. Аллелопатическая активность луговика антарктического (*Deschampsia antarctica* Desv.) в контексте глобальных изменений климата / Бюллетень Ботанического сада-института. – 2016. – № 15. – С. 26−28
5. **Карелин Д. В.,** Замолодчиков Д. Г. Углеродный обмен в криогенных экосистемах. – М. : Наука, 2008. – 344 с.
6. **Морозов А. И.** О почве и почвоведении (взгляд со стороны). М. : ГЕОС, 2007. – 286 с.
7. **Недогибченко С. М.,** Крюченко Н. О., Жовинский Э. Я. Особенности распределения микроэлементов в поверхностных отложениях острова Галиндез (Западная Антарктика) / Украинский антарктический журнал. – 2013. – № 12. – С. 39−44.
8. **Парникоза И. Ю.,** Абакумов Е. В., Дикий И. В. и др. Орнитогенные локалитеты *Deschampsia antarctica* в районе Аргентинских островов (Прибрежная Антарктика) / Русский орнитологический журнал. – 2014. – Т. 23, Экспресс-выпуск № 1056. – С. 3095-3107.
9. **Парникоза И. Ю.,** Абакумов Е. В., Дикий И. В. и др. Влияние птиц на пространственное распределение *Deschampsia antarctica* Desv. острова Галиндез (Аргентинские острова, Прибрежная Антарктика) // Вестник Санкт-Петербургского университета серия 3: биология. – 2015. – № 1. – С. 78−97.
10. **Favero M.,** Silva P., Ferreyra G. Trophic relationships between the kelp gull and the Antarctic limpet at King George Island (South Shetland Islands, Antarctica) during the breeding season / Polar Biology. – 1997. – № 17. – P. 431−436.
11. **Peck L. S.,** Baker A. C., Conway L. Z. Strontium labeling of the shell of the Antarctic limpet *Nacella concinna* (Strebel1908). / Journal of Molluscan Studies. – 1996. – № 62. – P. 315-325.
12. **Pereira T. T.,** Schaefer C. E. G., Ker J. C**.** et al. Micromorphological and microchemical indicators of pedogenesis in ornithogeniccryosols (Gelisols) of Hope Bay, Antarctic Peninsula / Geoderma. –2013. – № 193. – P. 311−322.
13. **Suda C. N.,** Vani G. S., de Oliveira M. F. et al. The biology and ecology of the Antarctic limpet *Nacella concinna* / Polar Biology. – 2015. – № 38 (12). – P. 1949−1969.

УАЖ, №15, 176—182 (2016)

УДК 579.26+579.22

DIVERSITY OF ANTARCTIC MICROORGANISMS – POTENTIAL PRODUCERS OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES

T. O. Kondratiuk, T. V. Beregova, L. I. Ostapchenko

Taras Shevchenko National University of Kiev, Ukraine, Volodimirsjka str. 64/13, e-mail: takbiofak@ukr.net

Abstract. Search for new producers of biologically active compounds that can be widely used in various fields of human activity is intense among the variety of organisms, habitats of which are connected with the extreme conditions of existence, including Antarctica. The purpose of this work was conducting relevant research on this topical issue. 25 isolation of pure cultures of microscopic fungi (species of *Mortiriella, Mucor, Eurotium, Cladosporium, Fusarium, Geotrichum, Pseudogymnoascus, Penicillium, Phoma, Rhodotorula* etc.) were obtained from the samples of mosses, lichens, soil and stones obtained from 18-20th Ukrainian Antarctic expedition (Galindez, Pitterman, and Yalur Islands). Among them *Pseudogymnoascus pannorum* and *Mucor circinelloides* are characterized by a pronounced activity to the synthesis of complex of biologically active lipids. 8 pure cultures of bacteria were also isolated that synthesize biologically active substances which can inhibit the growth of other microorganisms (pronounced antagonistic properties were observed). Collection of technologically advanced microorganisms replenished with new srains of microscopic fungi and bacteria – producers of biologically active compounds.

Різноманіття антарктичних мікроорганізмів – потенційних продуцентів біологічно-активних сполук
Т. О. Кондратюк, Т. В. Берегова, Л. І. Остапченко

Реферат. Пошук нових продуцентів біологічно-активних сполук, які можуть широко застосовуватися в різних галузях людської діяльності, інтенсивно ведеться серед різноманіття мікроорганізмів, місця існування яких пов'язані з екстремальними умовами існування, зокрема в Антарктиді. Проведення відповідних досліджень з цього актуального питання становило мету даної роботи. Із досліджених зразків мохів, лишайників, ґрунту та каміння, отриманих у 18–20-й Українських антарктичних експедиціях (о. Галіндез, о. Піттерман, о. Ялур), ізольовано 25 чистих культур мікроскопічних грибів (види родів *Mortiriella, Mucor*, *Eurotium, Cladosporium, Fusarium, Geotrichum, Pseudogymnoascus, Penicillium, Phoma*, *Rhodotorula* та ін.). Серед них *Pseudogymnoascus pannorum* та *Mucor circinelloides* характеризуються яскраво вираженою активністю до синтезу комплексу біологічно активних ліпідів. Ізольовано також 8 чистих культур бактерій, що синтезують біологічно-активні речовини, здатні пригнічувати ріст інших мікроорганізмів (проявляють яскраво виражені антагоністичні властивості). Колекцію технологічно перспективних штамів мікроорганізмів поповнено новими видами мікроскопічних грибів бактерій – продуцентів біологічно активних сполук.

Разнообразие антарктических микроорганизмов – потенциальных продуцентов биологически-активных соединений
Т. А. Кондратюк, Т. В. Береговая, Л. И. Остапченко

Реферат. Поиск новых продуцентов биологически-активных соединений, которые могут широко использоваться в разных сферах человеческой деятельности, интенсивно ведется среди разнообразия микроорганизмов, места

существования которых связаны с экстремальными условиями, в частности в Антарктиде. Проведение соответствующих научных исследований в этом актуальном направлении составляло цель данной работы. Изучение образцов мхов, лишайников, грунта и камней с антарктических островов Галіндез, Піттерман, Ялур (18–20-я Украинские антарктические экспедиции) позволило выделить 25 чистых культур микроскопических грибов (виды родов *Mortiriella, Mucor*, *Eurotium, Cladosporium, Fusarium, Geotrichum, Pseudogymnoascus, Penicillium, Phoma*, *Rhodotorula* и др.). Среди них *Pseudogymnoascus pannorum* и *Mucor circinelloides* характеризуются ярко выраженной активностью синтезировать комплекс липидов. Ізолировано также 8 чистых культур бактерий, которые синтезируют биологически-активные вещества, способные угнетать рост других микроорганизмов (проявляют ярко выраженные антагонистические свойства). Коллекцию технологически перспективных штаммов микроорганизмов пополнено новыми видами микроскопических грибов и бактерий – продуцентов биологически-активных соединений.

Key words: Antarctic microorganisms, collection of technologically advanced microorganisms

1. Introduction

The development of biotechnology, which is based on the potential of microorganisms in obtaining biologically active substances (BAS), is one of the strategic directions of the modern world science. The strategy of finding new producers of BAS is based on the following principles: specificity (extreme) species (strain) locality, including those belonging to the region, which had previously been allocated to producers; taxonomic position of species (strain), its cultural-morphological, physiological, biochemical and molecular genetic features. These features microscopic fungi from extreme envinroement that can help them to survive and develop in conditions of extreme environmental factors, including Antarctica, are investigated to determine the mechanisms of microbial adaptation to the living conditions of their production and BAS [Kostadinova et al., 2009; Margesin et al., 2005; Nai et al., 2013]. Thus, among microscopic fungi, producers of BAS special attention deserve those that can remain viable and grow in extreme conditions, especially in Antarctica [Henriquez et al., 2013; Svahn et al., 2015], as they are powerful sources of potential metabolites with *antimicrobial and antifungal activity* that may be subject to the pharmaceutical industry. It was found that metabolites of the mycelium of fungi of Antarctic are capable of inhibiting the growth of Staphylococcus aureus [Henriquez et al., 2013]. Swedish researchers received new antifungal metabolite (amfoteritsyn) that exhibits activity against yeast fungus Candida albicans. The filamentous fungus Penicillium nalgiovense Laxa, derived from Antarctic samples is producer of amphotericin B [Svahn et al., 2015]. It was also established that 12 species of fungi of the genus Penicillium, isolated ecological niches of Arctic and Antarctic are producers of BAS of different structural types (including alkaloids), which found to have inherent antibacterial, antifungal, anticancer and others properties [Антипова, 2009]. Increased lithogenic activity was shown for microscopic mycelium fungus Geomyces pannorum, isolated from Antarctic habitats. This feature of these micromycetes metabolism thought to be associated with survival strategy under conditions of stress (extreme) environmental factors [Konova et al., 2009]. Broad prospects are accepted on undergoing ability of fungi to «super synthesis» of lipids in technical fields, including for biodiesel using waste of agriculture, food industry, etc. [Феофилова, 2007; Ткачевская и др., 2007]. Capacity of exhibit antibacterial and antifungal activity to synthesize a series of compounds found to be present in bacteria isolated from Antarctic samples can be used in the biotechnology industry (pharmaceutical, food industries, etc.). Exopolysaccharides of these microorganisms can be used as biological agents in the processes of detoxification of soils contaminated by petroleum or oil products [Poli et al., 2010; Anitori, 2012; Papa et al., 2013; Asencio et al., 2014].

So, given the urgency of issues highlighted above, the purpose of our work is to search producers of BAS among diversity of Antarctic organisms (bacteria, yeasts, filamentous fungi), to establish their biological characteristics and to replenish the collection of technologically advanced microorganisms by new taxa.

2. Materials and methods of research

The examples of mosses, lichens, soil and stones (the Galindez, Pitterman, Yalur Islands) obtained during 18-20th Ukrainian Antarctic expeditions were used as material for our research (Fig. 1).

Fig. 1. Samples of moss, lichens and soil that was used for research

Standard microbiological methods for culturing on agar and liquid nutrient media: Malt extract agar (MEA), Malt extract broth (MEB), Nutrient Agar (Na), Nutrient broth (NB), agar Chapek-Dox, potato-dextrose agar (PDA) [Samson et al., 2004], Saburo environment, Tryptic Soy broth (TSB) and others (Production of «Farmaktyv», Ukraine; Merck KGaA, Germany; HiMedia Laboratories, India and others.) were performed for getting pure cultures of microorganisms from Antarctic samples. Evaluation of growth on agar media was performed visually (pronounced presence or absence of colonies of microorganisms in batch culture). Modern methods of identification of isolated microorganisms and determination of their characteristics (cultural-morphological and physiological-biochemical) were used. Determining physiological and biochemical characteristics and identity of cultures of bacteria was conducted using appropriate ID-cards and microbiological analyzer «Vitek-2» («Bio Merieux», France). Morphological features of microorganisms (the study of cells and spores) was done using binocular microscopes Primo Star Company carl Zeiss. Trinocular microscope Primo Star company Carl Zeiss (equipped with the appropriate video camera) was also used for photographing and the preparations required measurement parameters (diameter of the cells and spores of microorganisms, the distance between cells, etc). Morphometric Computer program AxioVision 4.8 (Carl Zeiss) was performed. Scanning electron microscopy (SEM JSM-6060LA, Japan) was also used.

3. Results and Discussion

25 pure cultures of microscopic fungi that referred to the divisions Zygomycota (species of *Mortiriella, Mucor*), Ascomycota (*Eurotium* sp.) And a group Anamorphic fungi (the genera *Cladosporium, Fusarium, Geotrichum, Geomyces, Penicillium, Phoma, Rhodotorula*) were isolated from the samples of mosses, lichens, soil and stones obtained from 18-20th Ukrainian Antarctic expeditions. Among them microscopic fungi with a pronounced activity to the synthesis of complex bioactive lipids, fatty acids deserve special attention. The following taxa, i.e.: *Geomyces pannorum* (Link) Sigler & J. W. Carmich. (today it is a synonym of *Pseudogymnoascus pannorum* (Link) Minnis & D.R. Lindner)) and a representative of the order Mucorales *Mucor circinelloides* Tiegh. found to be present among cultures isolated (Fig. 2.3).

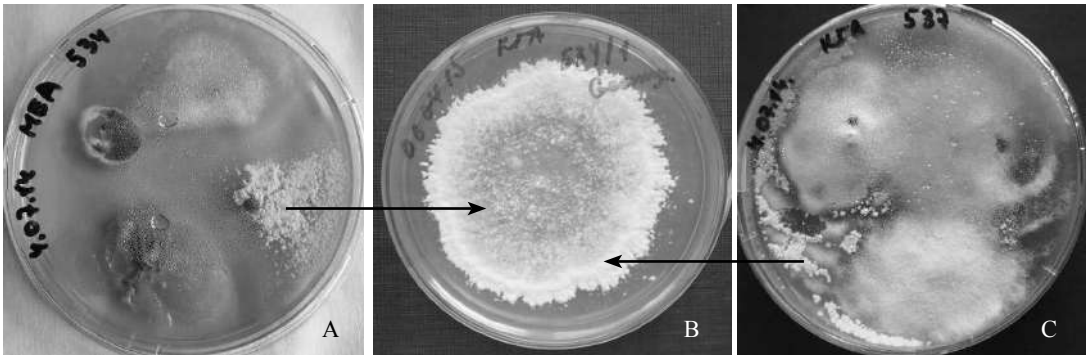


Fig. 2. Microscopic fungus *Pseudogymnoascus pannorum* (A, C – in batch culture, B – pure culture), isolated from Antarctic moss samples.

The microscopic fungi *Mucor circinelloides and Pseudogymnoascus pannorum* found to have ability to synthesize and accumulate lipids in lipid hyphae in the form of granules, particles (Fig. 3). The optimal conditions for the synthesis of biologically important lipids can be established by identifying the fatty acid composition of lipids of these fungi on different nutrient media. The latter can be used for the synthesis of antibiotics as energy sources (biodiesel) to create medicines that contain of essential fatty acids and ubiquinone Q-9. The possibility of cultivation of microorganisms in the waste of agricultural and food industry makes them convenient and cost-effective in the usage [Tauk-Tornisielo et al., 2009; Bhanja et al., 2014].

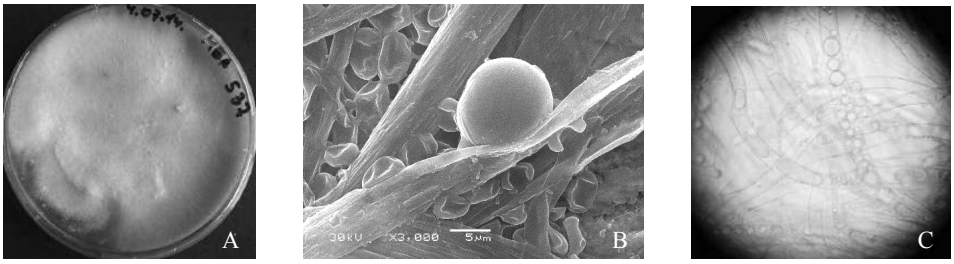


Fig. 3. Microscopic fungus *Mucor circinelloides* (A, B) from Antarctic moss samples,
C – lipid granules in hyphae of *M. circinelloides*, × 400

The microscopic fungi of the genus *Penicillium*, which known that they are producers of 380 secondary metabolites with biological activity, were isolated from Antarctic samples studied too (Fig. 4). The alkaloids pruducing by fungi of the genus *Penicillium*, which widely used in medicine [Антипова, 2009] have particular practical interest.

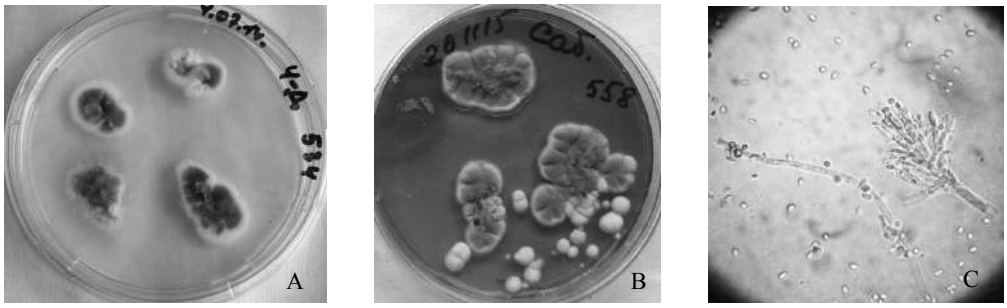


Fig. 4. Fungi of the genus *Penicillium*, isolated from Antarctic soil samples (A) and mosses (B and C). C – × 400

Visually clearly visible sterile zone around the microorganisms in batch culture (Fig. 5) were registered during the study of the Antarctic samples. Among the samples studied we selected 8 pure cultures of bacteria that synthesize biologically active substances that can inhibit the growth of other microorganisms (they show pronounced antagonistic properties).

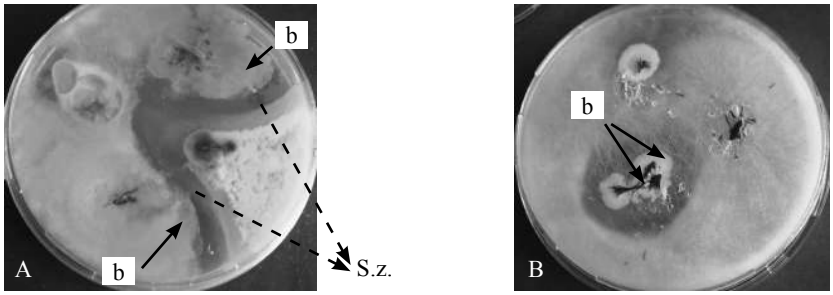


Fig. 5. Bacteria from Antarctic samples in batch cultures (A, B – the other side of Petri dishes);
b – colonies of bacteria that inhibit the growth of the mycelium of fungi;
S. z. – Sterile zones that are formed around colonies of bacteria antagonists.

Gram-positive and gram-negative bacilli, and spore producing species found to be present among the selected bacteria (Fig. 6).

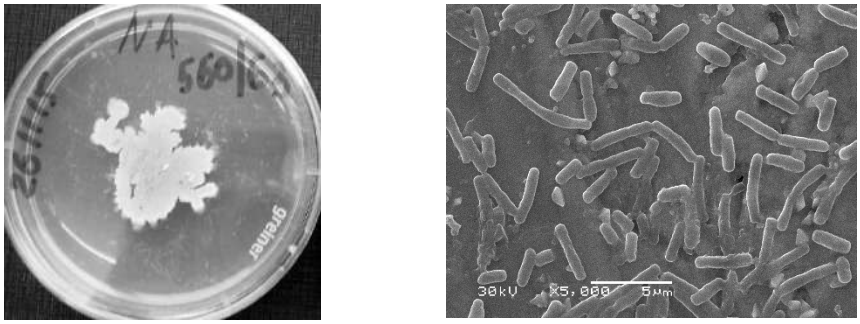


Fig. 6. Pure culture of spore producing bacteria from Antarctic samples

A number of physiological and biochemical characteristics of isolated bacterial cultures were revealed using microbiological analyzer Vitek-2 (table).

Table

Physiological and biochemical characteristics of bacteria isolated from Antarctic samples

The enzymes produced by bacteria isolated		Bacteria cultures isolated (numbers of isolates)			
		537/1B	537/1B*	534/1B	534/2B
β-glucosidase		+	+	–	–
glycine arylamidase		+	–	–	–
β-glucosidase		+	+	+	+
γ-glutamyl-transferase		–	–	+	–
urease		–	–	+	+
phosphatase		–	–	+	+
Substrates that assimilated by isolated bacteria					
D-Maltose	–	–	+	–	
pyruvate	+	+	–	–	
D-mannitol	+	+	+	–	
D-trehalose	+	+	+	–	
phosphorylcholine	–	+	–	–	
D-ribose	–	+	–	–	
Production H_2S	–	–	+	+	
Growth at 6,5% NaCl	+	+	–	–	

Taxonomic identity of the two cultures of bacteria, i.e.: *Bacillus* sp. (Isolate 537/1B) and *Sphingobacterium thalpophilum* (isolate 534/2B) was proved by established morphological and physiological-biochemical features.

Our data on the properties of antagonistic bacteria of the genus *Bacillus* are consistent with the results of other authors who studied members of this genus of bacteria isolated from different environments with extreme conditions of existence [Ali et al., 2014]. Bacteria of the genus *Sphingobacterium*, isolated from Antarctic samples are of interest as potential producers of carotenoids, including beta-carotene, and sphingophospholipids [Jagannadham, et al., 2000; Kaneshiro et al., 1996]. Established that bacteria psyhrotolerant *Sphingobacterium antarcticus* are able to synthesize carotenoids in much larger quantities

at temperature 5°S than mesophilic *S. multivorum* at the temperature 25°S [Jagannadham, et al., 2000]. Thus, the genus *Sphingobacterium*, isolated us from Antarctic samples is of interest as potential producers BAS.

4. Conclusions

As a result of our studies collection of technologically advanced microorganisms is replenished with new species of microscopic fungi and bacteria – producers of BAS.

Our results and literature data indicate the need for further research to establish the chemical structure of BAS of isolated microorganisms.

Acknowledgement

The authors thank V. I. Sapsay (Kyiv) for help in conducting research on the scanning electron microscope, P.P. Zelena and O.O. Morgaienko – for help in conducting research using microbiological analyzer Vitek-2 and Gram staining procedure; National Antarctic center of MES of Ukraine for financial support to research (Contract number 15DF036-06 / H / 12-2015).

References

1. **Антипова Т. В.** Штаммы-реликты грибов рода Penicillium как продуценты вторичных метаболитов // Автореф. дис. к.б.н. – 2009. – 22 с.
2. **Феофилова Е. П.** Новые биотехнологии получения биологически активних веществ из мицелиальных грибов //Успехи медицинской микологии. – 2007. – T.IX. – С. 195 − 196.
3. **Ткачевская Е. П.,** Конова И. В., Сергеева Я. С. и др. Новые направления практического использования олеагенных грибных микроорганизмов (р. Cuningamella и др.) в получении биодизеля и для модификации синтетических полимеров //Успехи медицинской микологии. – 2007. – Т. IX. – С. 190 − 194.
4. **Ali S.,** Hameed S., Imran A. et al. Genetic, physiological and biochemical characterization of *Bacillus* sp. strain RMB7 exhibiting plant growth promoting and broad spectrum antifungal activities // Microb. Cell Fact. – 2014. – V. 13. – P. 144 − 159.
5. **Asencio Geraldine,** Lavin Paris, Alegría Karen et al. Antibacterial activity of the Antarctic bacterium *Janthinobacterium* sp. SMN 33.6 against multi-resistant Gram-negative bacteria //Electron. J. Biotechnol. – 2014. – V. 17. – no.1. – P. 1 – 5.
6. **Bhanja A.,** Minde G., Magdum S., Kalyanraman V. Comparative studies of oleaginous fungal strains (*Mucor circinelloides* and *Trichoderma reesei*) for effective wastewater treatment and bio-oil production // Biotechnol. Res. Int. – 2014. – Vol. (2014). – P. 1 − 7.
7. **Henriquez M.,** Cháves R., Vaga I.Antarctic fungi: Sources of new chemical substances with antibacterial properties //Chilean Antarctic Bulletin. – 2013. – 13 (1– 2). – P. 12.
8. **Jagannadham M. V.,** Chattopadhyay M.K., Subbalakshmi C. et al. Carotenoids of an Antarctic psychrotolerant bacterium, Sphingobacterium antarcticus, and a mesophilic bacterium, Sphingobacterium multivorum // Arch. Microbiol. – 2000. – 173 (5−6). – P. 418 − 24.
9. **Kaneshiro T.,** Nakamura L. K., Bagby M. O. Oleic acid transformations by selected strains of Sphingobacterium thalpophilum and Bacillus cereus from composted manure //Current microbiology –1996. – V. 31, Is.1. – P. 62 – 67.
10. **Konova I. V.,** Sergeeva Ia. E., Galanina L. A. et al. Lipid synthesis by Geomyces pannorum under the impact of stress factors // Mikrobiologiia. – 2009 – V. 78 (1). – P. 52 − 58.
11. **Kostadinova N.,** Krumova E., Tosi S. et al. Isolation and Identification of Filamentous Fungi from Island Livingston, Antarctica // Biotechnology and Biotechnological Equipment, Special Issue: XI Anniversary scientific conference. – 2009. – V. 23, Supplement 1. – P. 267 − 270.
12. **Margesin R.,** Fauster V., Fonteyne P.A. Characterization of cold-active pectate lyases from psychrophilic Mrakia frigida. // R. Margesin, // Lett. Appl. Microbiol. – 2005. – 40(6). – P. 453 – 459.
13. **Nai C.,** Wong H. Y., Pannenbecker A. et al. Nutritional physiology of a rock-inhabiting, model microcolonial fungus from an ancestral lineage of the Chaetothyriales (Ascomycetes) // Fungal Genet. Biol. – 2013. – 56. – P. 54 − 66.
14. **Papa R.,** Parrilli E., Sannino F. et al. Anti-biofilm activity of the Antarctic marine bacterium Pseudoalteromonas haloplanktis TAC125 // Res. Microbiol. – 2013. – 164 (5). – P. 450 − 456.

15. **Poli Annarita,** Anzelmo Gianluca, Nicolaus Barbara Bacterial Exopolysaccharides from Extreme Marine Habitats: Production, Characterization and Biological Activities // Mar Drugs. – 2010. – 8(6). – P. 1779 – 1802.
16. **Roberto** Paul Anitori Extremophiles: Microbiology and Biotechnology. – 2012. – 300 p.
17. **Samson R. A.,** Hoekstra E. S., Frisvad J. C. Introduction to food and airborne fungi. 7th edit. – Wageningen, the Netherlands, printed by Ponsen and Looyen, 2004. – 389 p.
18. **Svahn S. K.,** Olsen B., Bohlin L. et al. *Penicillium nalgiovense* Laxa isolated from Antarctica is a new source of the antifungal metabolite amphotericin B //Fungal Biology and Biotechnology. – 2015. – 1. – P. 2 − 11.
19. **Tauk-Tornisielo S. M.,** Arasato L. S., de Almeida A. F. et al. Lipid formation and γ-linolenic acid production by *Mucor circinelloides* and *Rhizopus sp*., grown on vegetable oil // Brazilian Journal of Microbiology. – 2009. – Vol. 40. – P. 342 − 345.

УКРАЇНСЬКИЙ АНТАРКТИЧНИЙ ЖУРНАЛ
УАЖ, №15, 183—189 (2016)

УДК 579.26+579.22

РІЗНОМАНІТТЯ АНТАРКТИЧНИХ МІКРООРГАНІЗМІВ – ПОТЕНЦІЙНИХ ПРОДУЦЕНТІВ БІОЛОГІЧНО-АКТИВНИХ СПОЛУК

Т. О. Кондратюк, Т. В. Берегова, Л. І. Остапченко

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Володимирська, 64/13, e-mail: takbiofak@ukr.net

Реферат. Пошук нових продуцентів біологічно-активних сполук, які можуть широко застосовуватися в різних галузях людської діяльності, інтенсивно ведеться серед різноманіття мікроорганізмів, місця існування яких пов'язані з екстремальними умовами, зокрема в Антарктиді. Проведення відповідних досліджень з цього актуального питання становило мету даної роботи. Із досліджених зразків мохів, лишайників, ґрунту та каміння, отриманих у 18–20-й Українських антарктичних експедиціях (о. Галіндез, о. Піттерман, о. Ялур), ізольовано 25 чистих культур мікроскопічних грибів (види родів *Mortiriella, Mucor*, *Eurotium, Cladosporium, Fusarium, Geotrichum, Pseudogymnoascus, Penicillium, Phoma*, *Rhodotorula* та ін.). Серед них *Pseudogymnoascus pannorum* та *Mucor circinelloides* характеризуються яскраво вираженою активністю до синтезу комплексу ліпідів. Ізольовано також 8 чистих культур бактерій, що синтезують біологічно-активні речовини, здатні пригнічувати ріст інших мікроорганізмів (проявляють яскраво виражені антагоністичні властивості). Колекцію технологічно перспективних штамів мікроорганізмів поповнено новими видами мікроскопічних грибів та бактерій – продуцентів біологічно активних сполук.

Разнообразие антарктических микроорганизмов – потенциальных продуцентов биологически-активных соединений
Т. А. Кондратюк, Т. В. Береговая, Л. И. Остапченко

Реферат. Поиск новых продуцентов биологически-активных соединений, которые могут широко использоваться в разных сферах человеческой деятельности, интенсивно ведется среди разнообразия микроорганизмов, места существования которых связаны с экстремальными условиями, в частности в Антарктиде. Проведение соответствующих научных исследований в этом актуальном направлении составляло цель данной работы. Изучение образцов мхов, лишайников, грунта и камней с антарктических островов Галіндез, Піттерман, Ялур (18–20-я Украинские антарктические экспедиции) позволило выделить 25 чистых культур микроскопических грибов (виды родов *Mortiriella, Mucor*, *Eurotium, Cladosporium, Fusarium, Geotrichum, Pseudogymnoascus, Penicillium, Phoma*, *Rhodotorula* и др.). Среди них *Pseudogymnoascus pannorum* и *Mucor circinelloides* характеризуются ярко выраженной активностью синтезировать комплекс липидов. Ізолировано также 8 чистых культур бактерий, которые синтезируют биологически-активные вещества, способные угнетать рост других микроорганизмов (проявляют ярко выраженные антагонистические свойства). Коллекцию технологически перспективных штаммов микроорганизмов пополнено новыми видами микроскопических грибов и бактерий – продуцентов биологически-активных соединений.

Diversity of Antarctic microorganisms – potential producers of biologically active substances

T. O. Kondratiuk, T. V. Beregova, L. I. Ostapchenko

Abstract. Search for new producers of biologically active compounds that can be widely used in various fields of human activity is intense among the variety of organisms, habitats of which are connected with the extreme conditions of existence, including Antarctica. The purpose of this work was conducting relevant research on this topical issue. 25 isolation of pure cultures of microscopic fungi (species of *Mortiriella, Mucor, Eurotium, Cladosporium, Fusarium, Geotrichum, Pseudogymnoascus, Penicillium, Phoma, Rhodotorula* etc.) were obtained from the samples of mosses, lichens, soil and stones obtained from 18-20th Ukrainian Antarctic expedition (Galindez, Pitterman and Yalur Islands). Among them *Pseudogymnoascus pannorum* and *Mucor circinelloides* are characterized by a pronounced activity to the synthesis of complex of biologically active lipids. 8 pure cultures of bacteria were also isolated that synthesize biologically active substances which can inhibit the growth of other microorganisms (pronounced antagonistic properties were observed). Collection of technologically advanced microorganisms replenished whith new srains of microscopic fungi and bacteria - producers of biologically active compounds.

Key words: Antarctic microorganisms, collection of technologically advanced microorganisms

1. Вступ

Розвиток біотехнології, що заснована на використанні потенціалу мікроорганізмів в отриманні біологічно активних сполук (БАС), є одним із стратегічних напрямків сучасної світової науки. В основу стратегії пошуку нових продуцентів БАС покладено наступні принципи: специфічність (екстремальність) місцеіснування виду (штаму), в тому числі приналежність до регіону, з якого раніше вже було виділено продуценти; таксономічне положення виду (штаму), його культурально-морфологічні, фізіологічні, біохімічні та молекулярно-генетичні особливості. Вказані особливості мікроскопічних грибів екстремальних місцеіснувать, які зберігають життєздатність та розвиваються за умов дії екстремальних факторів довкілля, зокрема Антарктики, досліджуються з метою з'ясування адаптаційних механізмів цих мікроорганізмів до умов існування та продукування ними БАС [Kostadinova et al., 2009; Margesin et al., 2005; Nai et al., 2013]. Отже, серед мікроскопічних грибів, продуцентів БАС, на особливу увагу заслуговують ті, які можуть зберігати життєздатність і розвиватися в екстремальних умовах, зокрема в Антарктиці [Henriquez et al., 2013; Svahn et al., 2015], оскільки вони є потужними потенційними джерелами метаболітів із протимікробною та антифунгальною активністю, що можуть бути об'єктами фармацевтичної індустрії. З'ясовано, що метаболіти міцеліальних грибів Антарктики здатні інгібувати ріст *Staphylococcus aureus* [Henriquez et al., 2013]. Шведськими дослідниками отримано новий антифунгальний метаболіт амфотеріцин, який проявляє активність щодо дріжджоподібних грибів *Candida albicans*. Продуцентом амфотеріцинуВ є міцеліальний гриб *Penicillium nalgiovense Laxa*, отриманий з антарктичних зразків [Svahn et al., 2015]. Встановлено також, що 12 видів грибів роду *Penicillium,* ізольованих з екологічних ніш Арктики та Антарктики, є продуцентами БАС різних структурних типів (зокрема, ергоалкалоїдів), яким притаманні антибактеріальні, антифунгальні, протипухлинні та інші властивості [Антипова, 2009]. Для мікроскопічних міцеліальних грибів *Geomyces pannorum,* виділених із біотопів Антарктики, показана підвищена ліпогенна активність. Таку особливість метаболізму цих мікроміцетів пов'язують із стратегією виживання в умовах дії стресових (екстремальних) факторів довкілля [Konova et al., 2009]. Широких перспектив зазнає здатність грибів до «суперсинтезу» ліпідів у технічних галузях, зокрема для отримання біодизелю з використанням відходів сільського господарства, харчової промисловості тощо [Феофилова, 2007; Ткачевская и др., 2007]. Для бактерій, виділених з антарктичних зразків, встановлена здатність проявляти антибактеріальну та антифунгальну активність, синтезувати ряд сполук, перспективних для використання у біотехнологічній індустрії (фармацевтичній, харчовій галузях тощо). Екзополісахариди цих мікроорганізмів можуть використовуватися як біосурфактанти в процесах детоксикації грунтів, забруднених нафтопродуктами [Poli et al., 2010; Anitori, 2012; Papa et al., 2013; Asencio et al., 2014]. Отже, з огляду на актуальність висвітлених вище питань, метою нашої роботи є пошук продуцентів БАС серед різноманіття антарктичних мікроорганізмів (бактерій, дріжджів, міцеліальних грибів), встановлення їх біологічних особливостей та поповнення колекції технологічно перспективних штамів мікроорганізмів новими видами.

2. Матеріали та методи досліджень

Матеріалом для проведення наших досліджень слугували зразки мохів, лишайників, ґрунту та каміння (з островів Галіндез, Піттерман, Ялур), отриманих у 18–20-й Українських антарктичних експедиціях (рис. 1).

Рис. 1. Зразки моху, ґрунту та лишайників, що використовували для досліджень

Виділення чистих культур мікроорганізмів з антарктичних зразків здійснювали із застосуванням стандартних мікробіологічних методів культивування на агаризованих та рідких живильних середовищах: Malt extract agar (MEA), Malt extract broth (MEB), Nutrient Agar (NA), Nutrient broth (NB), агар Чапека–Докса, картопляно-глюкозний агар (КГА) [Samson et al., 2004], середовище Сабуро, триптіказо-соєвий бульон (ТСБ) та ін. (виробництва «Фармактив», Україна; Merck KGaA, Німеччина; Hi Media Laboratories, Індія та ін.). Оцінку росту на агаризованих середовищах проводили візуально (констатували наявність або відсутність колоній мікроорганізмів в накопичувальних культурах). Застосовували сучасні методи ідентифікації ізольованих мікроорганізмів та визначення їх особливостей (культурально-морфологічних та фізіолого-біохімічних). Визначення фізіолого-біохімічних характеристик та ідентифікацію культур бактерій проведено з використанням відповідних ID-карток та мікробіологічного аналізатору «Vitek-2» («Bio Merieux», Франція). Морфологічні особливості мікроорганізмів (дослідження клітин та спор) визначали із застосуванням бінокулярних мікроскопів Primo Star компанії Carl Zeiss. Використовували також тринокулярний мікроскоп Primo Star компанії Carl Zeiss (оснащений відповідною відео-фотокамерою) для фотографування препаратів, вимірювання необхідних параметрів (діаметру клітин та спор мікроорганізмів, відстані між клітинами тощо) здійснювали за допомогою морфометричної комп'ютерної програми AxioVision 4.8 (Carl Zeiss). Застосовували також сканувальну електронну мікроскопію (CEM JSM-6060 LA, Японія).

3. Результати та обговорення

Із досліджених зразків мохів, лишайників, ґрунту та каміння, отриманих у 18–20-й Українських антарктичних експедиціях, ізольовано 25 чистих культур мікроскопічних грибів, що віднесено до відділів Zygomycota (види родів *Mortiriella, Mucor*), Ascomycota (*Eurotium* sp.) та групи *Anamorphic-fungi* (представники родів *Cladosporium, Fusarium, Geotrichum, Geomyces, Penicillium, Phoma*, *Rhodotorula*). Серед них на особливу увагу заслуговують мікроскопічні гриби із яскраво вираженою активністю до синтезу комплексу біологічно активних ліпідів, жирних кислот. Це – *Geomyces pannorum* (Link) Sigler & J.W. Carmich. (сьогодні входить як синонім до *Pseudogymnoascus pannorum* (Link) Minnis & D.R. Lindner)) та представник порядку Mucorales *Mucor circinelloides* Tiegh. (рис. 2, 3).

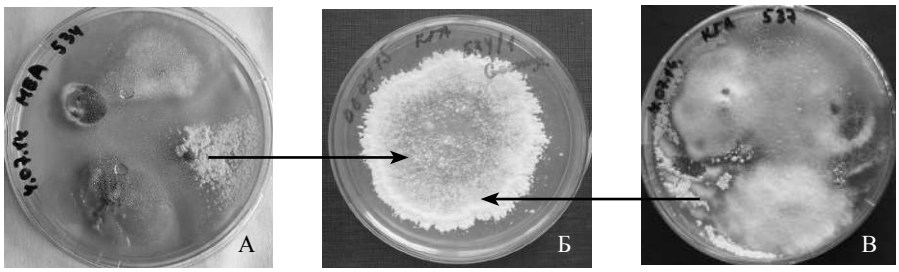


Рис. 2. Мікроскопічні гриби *Pseudogymnoascus pannorum* (А, В – в накопичувальній культурі, Б – чиста культура), ізольовані із антарктичних проб мохів.

Встановлено, що мікроскопічні гриби *Mucor circinelloides* та *Pseudogymnoascus pannorum* виявили здатність синтезувати та накопичувати ліпіди у гіфах у вигляді ліпідних гранул, включень (рис. 3). Встановивши жирнокислотний склад ліпідів цих грибів на різноманітних живильних середовищах, можна визначити оптимальні умови для синтезу біологічно важливих ліпідів. Останні можуть використовуватися для синтезу антибіотиків, як енергетичні джерела (біодізель), для створення медичних препаратів, що вміщують ессенціальні жирні кислоти та убіхінон Q-9. Можливість культивування цих мікроорганізмів на відходах сільськогосподарської та харчової промисловості робить їх застосування зручним та економічно вигідним [Tauk-Tornisielo et al., 2009; Bhanja et al., 2014].

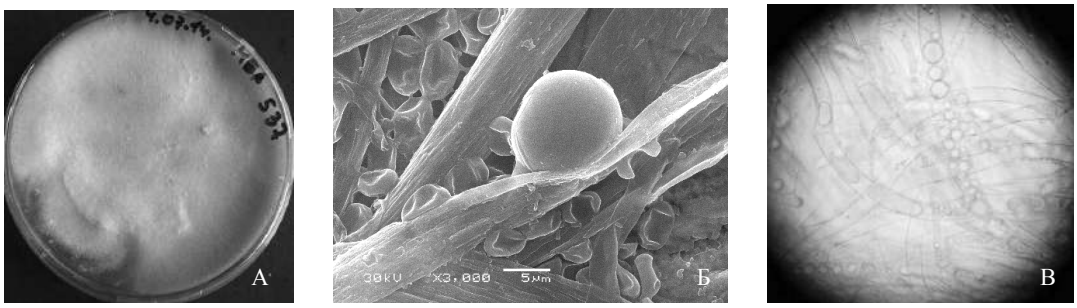


Рис. 3. Мікроскопічні гриби *Mucor circinelloides* (А, Б) із антарктичних проб мохів,
В – гранули ліпідів в гіфах *M. circinelloides*, ×400

Із досліджених антарктичних зразків ізольовано також мікроскопічні гриби роду *Penicillium,* відомі, зокрема, тим, що є продуцентами 380 вторинних метаболітів з біологічною активністю (рис. 4). Особливий практичний інтерес представляють алкалоїди грибів роду *Penicillium*, які знайшли широке застосування в медицині [Антипова, 2009].

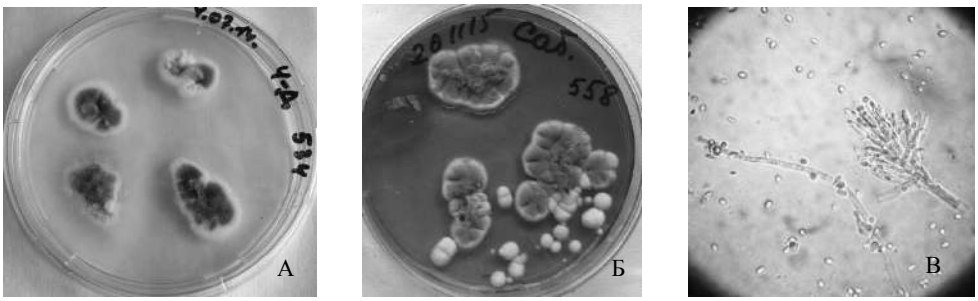


Рис. 4. Гриби роду *Penicillium*, ізольовані із антарктичних проб грунту (А) та мохів (Б). В - ×400

У процесі роботи із антарктичними зразками ми враховували візуально добре помітні стерильні зони навколо мікроорганізмів в накопичувальних культурах (рис. 5).

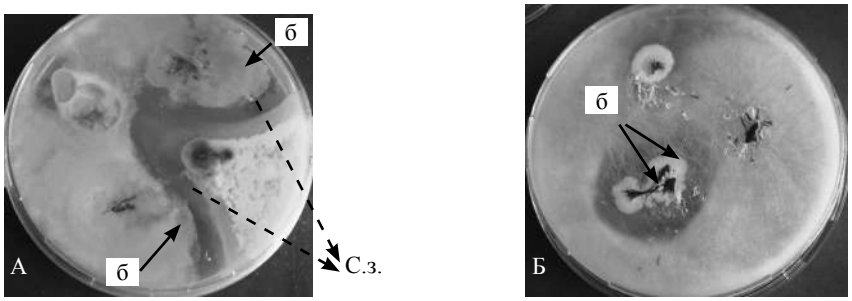


Рис. 5. Бактерії із антарктичних зразків у накопичувальних культурах (А, Б – зворотній бік чашок Петрі);
б – колонії бактерій, що пригнічують ріст міцеліальних грибів; *С. з* . – стерильні зони,
які утворились навколо колоній бактерій-антагоністів.

Із досліджених зразків нами виділено 8 чистих культур бактерій, що синтезують біологічно-активні речовини, здатні пригнічувати ріст інших мікроорганізмів (проявляють яскраво виражені антагоністичні властивості). Встановлено, що серед виділених бактерій є грампозитивні та грамнегативні палички, спороутворювальні види (рис. 6).

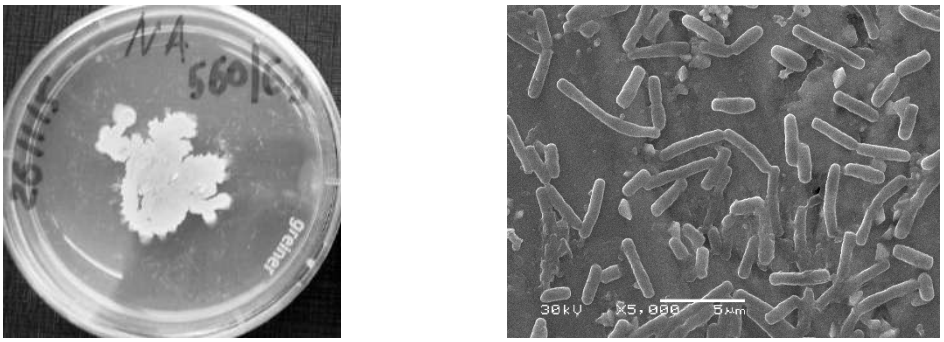


Рис. 6. Чиста культура спороутворювальних бактерій, ізольованих з антарктичних зразків

За допомогою мікробіологічного аналізатора Vitek-2 в ізольованих бактеріальних культурах виявлено низку фізіолого-біохімічних особливостей (таблиця).

Таблиця

Фізіолого-біохімічні особливості бактерій, ізольованих з антарктичних зразків

Ферменти, що продукують ізольовані бактерії	Виділені культури бактерій (№№ ізолятів)			
	537/1B	537/1B*	534/1B	534/2B
β-ксилозидаза	+	+	–	–
гліцин-ариламідаза	+	–	–	–
β-глюкозидаза	+	+	+	+
γ-глютаміл-трансфереза	–	–	+	–
уреаза	–	–	+	+
фосфатаза	–	–	+	+
Здатність до асиміляції субстратів				
D-мальтоза	–	–	+	–
піруват	+	+	–	–
D-маніт	+	+	+	–
D-трегалоза	+	+	+	–
фосфорилхолін	–	+	–	–
D-рибоза	–	+	–	–
Продукування H_2S	–	–	+	+
Ріст при 6,5% NaCl	+	+	–	–

Встановлені морфологічні та фізіолого-біохімічні особливості дозволили охарактеризувати таксономічну приналежність двох культур бактерій: *Bacillus sp*. (ізолят 537/1B) та *Sphingobacterium thalpophilum* (ізолят 534/2B).

Отримані нами дані щодо антагоністичних властивостей бактерій роду *Bacillus* узгоджуються з результатами досліджень інших авторів, які вивчали представників цього роду бактерій, ізольованих з різних середовищ з екстремальними умовами існування [Ali et al., 2014]. Щодо представників роду *Sphingobacterium*, виділених із екстремальних місцеіснувань, то дані бактерії представляють інтерес як потенційні продуценти каротиноїдів, зокрема бета-каротину, та сфінгофосфоліпідів [Jagannadham et al., 2000; Kaneshiro et al., 1996]. Встановлено, що психротолерантні бактерії *Sphingobacterium antarcticus* за температури 5° С синтезують каротиноїди в значно більших кількостях, ніж мезофільні *S. multivorum* за температури 25° С [Jagannadham et al., 2000]. Отже, представники роду *Sphingobacterium*, виділені нами із антарктичних зразків, представляють інтерес як потенційні продуценти БАС.

4. Висновки

У результаті проведених нами досліджень колекцію технологічно перспективних штамів мікроорганізмів поповнено новими видами мікроскопічних грибів та бактерій – продуцентів БАС.

Отримані нами результати та дані літератури вказують на необхідність проведення подальших досліджень із встановлення хімічної структури БАС ізольованих мікроорганізмів.

Подяки. *Автори висловлюють подяку В. І. Сапсаю (Київ) за допомогу в проведенні досліджень на скануючому електронному мікроскопі, П. П. Зеленій та О. О. Моргаєнко – за допомогу в проведенні досліджень з використанням мікробіологічного аналізатора Vitek-2 та в процедурі фарбування за Грамом; Національному Антарктичному центу МОН України – за фінансову підтримку в проведенні досліджень (Договір № 15ДФ036-06/Н/12-2015).*

Список літератури

1. **Антипова Т. В.** Штаммы-реликты грибов рода *Penicillium* как продуценты вторичных метаболитов // Автореф. дис. к.б.н.– 2009. – 22 с.
2. **Феофилова Е. П.** Новые биотехнологии получения биологически активних веществ из мицелиальных грибов //Успехи медицинской микологии. – 2007. – Т. IX. – С. 195 − 196.
3. **Ткачевская Е. П.**,Конова И. В., СергееваЯ. С. и др. Новые направления практического использования олеагенных грибных микроорганизмов (р. *Cuningamella* и др.) в получении биодизеля и для модификации синтетических полимеров // Успехи медицинской микологии. – 2007. – Т. IX. – С.190 − 194.
4. **Ali S.**, Hameed S., Imran A. et al.Genetic, physiological and biochemical characterization of *Bacillus* sp. strain RMB7 exhibiting plant growth promoting and broad spectrum antifungal activities // Microb. Cell Fact. – 2014. – V. 13. – P. 144 − 159.
5. **Asencio Geraldine,** Lavin Paris, Alegría Karenetal. Antibacterial activ it yof the Antarctic bacterium Janthinobacterium sp. SMN 33.6 against multi-resistant Gram-negative bacteria // Electron. J. Biotechnol. **– 2014. –** http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-34582014000100001 - calibre_link-54V.17.– no.1. –P.1–5.
6. **Bhanja A.**, Minde G., Magdum S., Kalyanraman V. Comparative studies of oleaginous fungal strains (*Mucor circinelloides* and *Trichoderma reesei*) for effectiv ewastewater treatment and bio-oilproduction// Biotechnol. Res. Int. – 2014. – Vol. (2014). – P. 1 − 7.
7. **Henriquez M.**, *Cháves R., VagaI.* Antarctic fungi: Sources of new chemical substances with antibacterial properties // Chilean Antarctic Bulletin. – 2013. – 13 (1– 2). – P. 12.
8. **Jagannadham M. V.**, Chattopadhyay M. K., Subbalakshmi C. et al. Carotenoids of an Antarctic psychrotolerant bacterium, Sphingobacterium antarcticus and a mesophilic bacterium, Sphingobacterium multivorum **//** Arch. Microbiol. –2000. –173 (5−6). – P. 418 − 24.
9. **Kaneshiro T.**, Nakamura L.K., Bagby M.O**.** Oleic acid transformations by selected strains of Sphingobacterium thalpophilum and Bacillus cereus from composted manure // Current microbiology – 1996. –V. 31, Is.1.–P. 62–67.
10. **Konova I. V**.,SergeevaIa.E., Galanina L.A. et al. Lipid synthesisby Geomyces pannorum under the impact of stress factors // Mikrobiologiia. – 2009 – V. 78 (1). – P. 52 − 58.

11. **Kostadinova N.**, Krumova E., Tosi S. et al. Isolation and Identification of Filamentous Fungi from Island Livingston, Antarctica // Biotechnology and Biotechnological Equipment, Special Issue: XI Anniversary scientific conference. – 2009. –V. 23, Supplement 1. – P. 267 − 270.
12. **Margesin R.**, Fauster V., Fonteyne P. A. Characterization of cold-active pectate lyases from psychrophilic *Mrakia frigida*. // R. Margesin, // Lett. Appl. Microbiol. – 2005. – **40** (6). – P. 453 – 459.
13. **Nai C.**,Wong H. Y., Pannenbecker A. et al. Nutritional physiology of a rock-inhabiting, model microcolonial fungus from an ancestral lineage of the Chaetothyriales (Ascomycetes) // Fungal Genet. Biol. – 2013. – 56. – P. 54 − 66.
14. **Papa R.**, Parrilli E., Sannino F. et al. Anti-biofilmactivity of the Antarctic marine bacterium *Pseudoaltero - monas haloplanktis* TAC125 http: //www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-34582014000100001 - calibre_link-54// Res. Microbiol.– 2013. –164 (5). – P. 450 − 456.
15. **Poli Annarita**, Anzelmo Gianluca, Nicolaus Barbara. Bacterial Exopolysaccharides from Extreme Marine Habitats: Production, Characterization and Biological Activities // Mar Drugs. – 2010. – 8(6). – P. 1779 – 1802.
16. **Roberto Paul** Anitori. Extremophiles: Microbiology and Biotechnology. – 2012. – 300 p.
17. **Samson R. A.**, Hoekstra E. S., Frisvad J. C. Introduction to food and airborne fungi. 7 th edit. – Wageningen, the Netherlands, printed by Ponsen and Looyen, 2004. – 389 p.
18. **Svahn S. K**.,Olsen B., Bohlin L. et al. *Penicillium nalgiovense* Laxa isolated from Antarctica is a new-source of the antifungal metabolit eamphotericin B // *Fungal Biology and Biotechnology*. – 2015. – 1. – P. 2 − 11.
19. **Tauk-Tornisielo S.M.**, Arasato L.S., de Almeida A.F. et al. Lipid formation and γ-linolenic acidproductionby *Mucor circinelloides* and *Rhizopus sp*., grown on vegetable oil // Brazilian Journal of Microbiology. – 2009. – Vol. 40. – P. 342 − 345.

УКРАЇНСЬКИЙ АНТАРКТИЧНИЙ ЖУРНАЛ
УАЖ, №15, 190—195 (2016)

УДК 159.9, 612.821

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ ЦВЕТОДИНАМИЧЕСКОЙ КОМПОЗИЦИИ ТАБЛИЦЫ С.-А. МАДЯРА И ОКУЛОМОТОРИКА ЗРИТЕЛЬНОГО ВОСПРИЯТИЯ ЦВЕТНОСТЕЙ

С.- А. И. Мадяр, Е. В. Моисеенко, Е. Э. Ковалевская

Государственное учреждение Национальный антарктический научный центр МОН Украины, г. Киев, б. Шевченко, 16, 01601,
e-mail: moiseyenkoev@gmail.com; stefan-madyar@ukr.net

Реферат. В работе рассматриваются концептуальные основы построения цветодинамической таблицы С.-А. Мадяра с учетом закономерностей динамики цветового восприятия. Выполнены пилотные исследования двигательной функции глазного яблока человека при зрительном восприятии цветового спектра. Показано, что индивидуальные преференции зрительного восприятия табличных цветностей характеризуются объективными показателями окуломоторики, которые позволяют оценивать динамическую устойчивость зрачков в зонах преференциальных цветностей. Выявлена зависимость цветовой преференции от вариантов уровней тонуса психофизиологического статуса (интеллектуальный, эмоциональный, физический) и возраста человека. Предполагается, что выяснение особенностей активации двигательной функции глазного яблока человека при зрительном восприятии цветодинамических композиций открывает возможность целенаправленного адресного использования таблиц С.-А. Мадяра для оценивания психофизиологического статуса и биорегуляции.

Концептуальні основи кольородинамічної композиції таблиці С.-А. Мадяра та окуломоторика зорового сприйняття колірностей
С.-А. Й. Мадяр, Є. В. Моісеєнко, О. Е. Ковалевська

Реферат. У роботі розглядаються концептуальні засади побудови кольородинамічної таблиці С.-А. Мадяра з урахуванням закономірностей динаміки колірного сприйняття. Виконано пілотні дослідження рухової функції людського очного яблука при зоровому сприйнятті колірного спектра. Показано, що індивідуальні преференції зорового сприйняття табличних колірностей характеризуються об'єктивними показниками окуломоторної активності, які дозволяють оцінювати динамічну стійкість зіниць у зонах преференційних колірностей. Виявлено залежність колірної преференції від варіантів рівнів тонусу психофізіологічного статусу (інтелектуальний, емоційний, фізичний) і віку людини. Очікується, що з'ясування особливостей активації рухової функції очного яблука людини в процесі зорового сприйняття кольородинамічних композицій відкриває можливість цілеспрямованого адресного використання таблиць С.-А. Мадяра для оцінювання психофізіологічного статусу і біорегуляції.

Conceptual basis of color-dynamic composition of table by *S*.-A. Madyar and oculomotor of the visual perception of chromaticity
S.-A. I. Madyar, E. V. Moiseyenko, O. E. Kovalevska

Abstract . The paper examines the conceptual bases of construction of color-dynamic table by S.-A. Madyar, taking into account the laws of color perception dynamics. Were conducted the pilot studies of the motor function of the

human eyeball in the process of the visual perception of the color spectrum. It has been shown that the individual preferences of visual perception chromatic tables characterized by objective indicators of oculomotor activity that allow to evaluate the dynamic stability of the pupils in the preferred sectors of color. Was found that color preferences are depend on the options psychophysiological state of levels of tonus (intellectual, emotional, physical) and the person's age. It is expected that the identification features of activation of motor function of the human eyeball with the visual perception of color-dynamic compositions opens up the possibility of purposeful use of the tables by S.-A. Madyar for assessment of psycho-physiological status and bio-regulation.

Key words: color spectrum, color preference, visual perception, Oculography, psychophysiological status, bioregulation.

1. Введение

Известно, что окуломоторика активируется структурами ЦНС и включает функции непосредственного отношения к процессам психической деятельности, а анализ характеристик движений глаз позволяет выяснять закономерности восприятия внешнего мира и оценивать личностные характеристики человека [1].

Вопросы движений глаз в процессе зрительного восприятия рассматривались А. Беном (Bain,1855) [12], В. Вундтом (1880) [2], Г. Гельмгольцем (Helmholtz,1925) [14], И. М. Сеченовым (1952) [10], в наибольшей степени были освещены на рубеже XIX-XX веков, в середине и в конце XX века. Важнейшие проблемы взаимодействия сенсорных и моторных компонентов зрения рассматриваются в коллективной монографии «*Движение глаз и зрительное восприятие*». [3].

В настоящее время интерес к исследованиям значительно возрос из-за обнаруженных дополнительных возможностей интерпретации результатов окулографии, которые позволяют углубить изучение центральных механизмов восприятия, объективизировать результаты психологической и психофизиологической диагностики, а также обосновать эффективность применения технологии зрительной биорегуляции.

Цель работы – на основе существующих закономерностей динамики цветового восприятия концептуально обосновать алгоритмы композиционного построения цветовых спектров цветодинамической таблицы С.-А. Мадяра и показать возможность выявления новых объективных критериев оценивания индивидуальных цветовых преференций по характеристикам двигательной функции глазного яблока человека в процессе зрительного восприятия цветовых гармоний.

2. Материалы и методы

В исследованиях принимали участие 7 испытуемых. Возраст испытуемых: 5 человек 20 лет, один – 31, один − 60 лет (из них 3 − мужского пола).

Регистрация двигательной функции глазного яблока осуществлялась на установке RED 250 mobile System (Senso Motoric Instruments (SMI) Ltd). Точность определения направления взора: 0,4°; частота видеорегистрации: 50/60 Гц (RED); 60/120/250 Гц (RED 250); (монокулярный и бинокулярный режимы); стабильность: 0,03°; диапазон регистрации движений глаз: 20° (влево, вправо, вверх); 40° (вниз); диапазон свободного перемещения головы: 40×20 см на дистанции 70 см; расстояние от глаз наблюдателя до экрана: 60–80 см [1]. Это система видеослежения за темным зрачком, использующая инфракрасное освещение и компьютерную обработку изображений в реальном масштабе времени. В процессе обработки вычисляются координаты центра зрачка, которые после калибровки переводятся в данные о направлении взора. Кроме того, регистрирующая система отслеживает роговичный рефлекс, чтобы скомпенсировать изменения позиций видеокамеры по отношению к голове. Перед каждым окулографическим исследованием выполнялась стандартная процедура калибровки.

При обследовании цветовой преференции испытуемых использовалась гармоническая цветодинамическая композиция № 4 из набора 14 цветодинамических релаксационных картин-таблиц «БИОКОЛОР» С.-А. И. Мадяра [16, 5]. Отслеживание цветопреференциальной динамики при визуальном восприятии цветодинамической картины-таблицы оказалось наиболее эффективным в связи с максимальной насыщенностью выбранных цветностей и нейтральной формой квадрата, которая не вызывает предметно-образных ассоциаций (не возникает смысловых интерпретаций).

В качестве демонстрации особенностей окуломоторики при восприятии образного изображения использовалась картина собаки на фоне пейзажа (рис. 3, б).

Регистрацию показателей окулографии у всех испытуемых проводили в исходном состоянии, в течение 20−30-секундного визуального восприятия цветовых композиций и после сеанса.

3. Результаты исследований и их обсуждение

Композиционный цветовой алгоритм цветодинамической картины-таблицы построен в соответствии с законами цветовой гармонии и цветодинамики на антагонистичности процессов ощущения и восприятия, что связано с изменениями чувствительности к цветовым образам «*...поступающее излучение одного волнового диапазона изменяет чувствительность другого диапазона*». [13, 15]. В свою очередь, индивидуальные особенности цветовой преференции могут зависеть от состояния тонуса психофизиологических функций человека (эмоционального, интеллектуального, физического) [7, 9].

Динамика смены цветовых преференций подтверждается взаимосвязями комплементарных и последовательных (сукцессивных) законов цветовых контрастов [12, 15, 6].

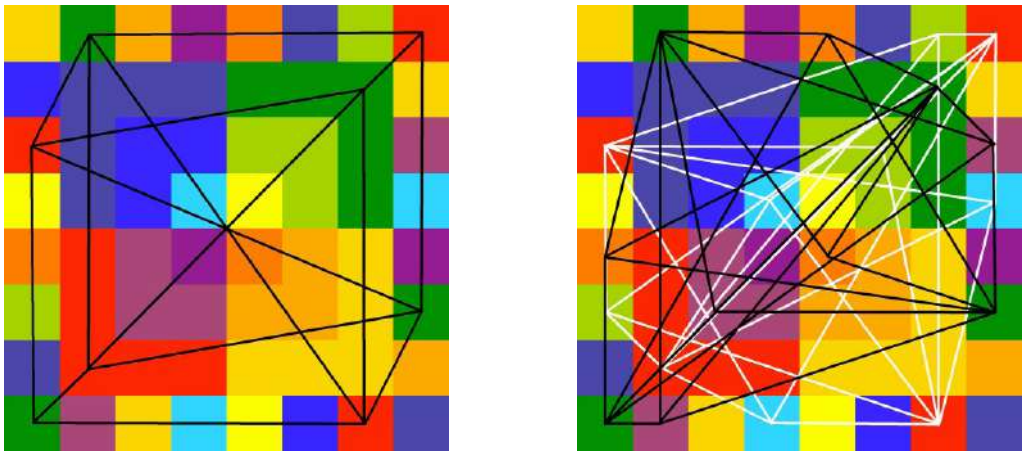
Комплементарный и последовательный выбор цветностей базируется на психофизических и психофизиологических свойствах цветоощущения и цветовосприятия и прослеживается во всех цветодинамических композициях.

Алгоритм цветовых выборов в процессе визуального восприятия цветодинамических картин-таблиц:

− преференциальный выбор цветности;

− адаптация к этой цветности;

− после адаптации к цветности – выбор цветности, которая является противоположной (комплементарной) к предыдущей выбранной цветности (таким образом каждый раз создается промежуточное равновесие) (рис.1, а);



а б

Рис. 1. Концептуальный алгоритм цветовых выборов: а) линии, соединяющие комплиментарные цветности: красную и зеленую, создают пространственное равновесие цветодинамической картины-таблицы; б) линиями обозначена последовательность восприятия по законам сукцессивного контраста: черными – от зеленого к красному, белыми – от красного к зеленому.

− каждый последующий выбор – это, как правило, цветность, вступающая в последовательный (сукцессивный) контраст к комплементарной цветности (рис.1, б);

− согласно проводимым ранее цветорпреференциальным исследованиям [5, 8, 13, 15, 16] последовательность сукцессивного контраста зависит от колебаний уровней физического, эмоционального и интеллектуального тонуса, что отражается на индивидуальной последовательности и направлении перемещений взора по цветовой таблице. Перемещение взора (рис. 1, б) может происходить по часовой стрелке (обозначено белой линией), против часовой стрелки (обозначено черной линией).

Важным элементом гармоничности цветовой стимуляции картин-таблиц является их эстетическая составляющая – совокупность триадных цветовых гармоний. Согласно классической цветовой теории [15, 16] из 12 цветностей цветоряда можно составить 4 цветовые триады. Полихроматическая гармония системы цветовых триад используемой таблицы (*композиции № 4) – пример* пространственно-временной цветодинамической стимуляции (рис. 2)

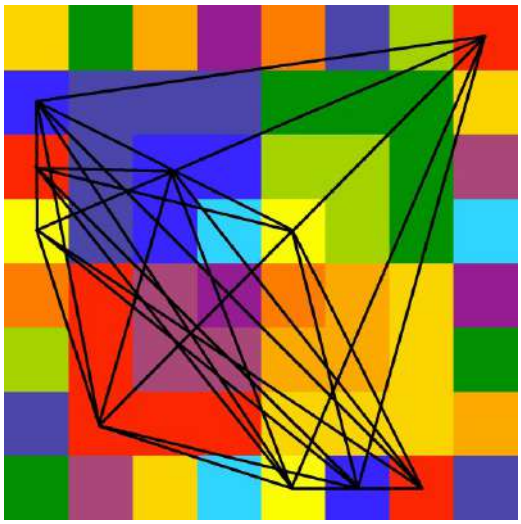
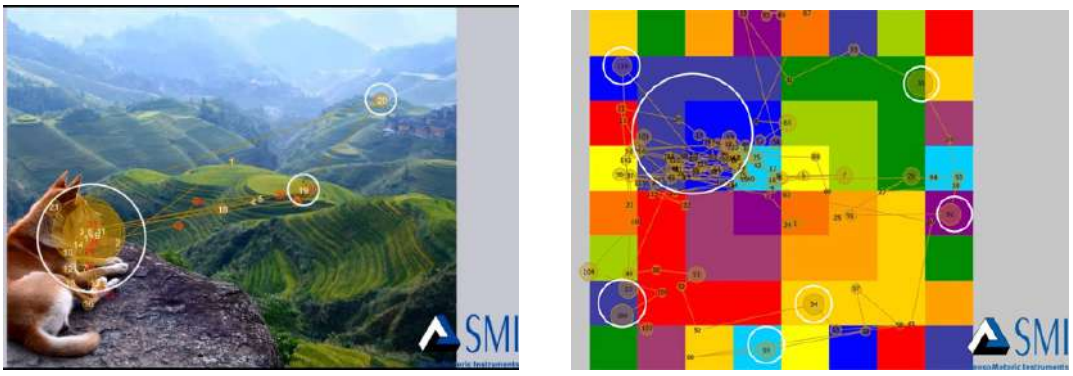


Рис. 2. Полихроматическая гармония системы цветовых триад. Линии соединяют цветности первичной цветовой триады: красную, желтую, синю. Образуемые таким образом большие и малые треугольники обозначают соответственно большое (расширенное) и малое (сжатое) цветотриадные пространства.

Гармоническая цветовая среда картины-таблицы, построенной с помощью квадратов, информационно нейтральна и не создает образов в процессе зрительного восприятия. Такой порядок построения универсален, не требует анализа образного содержания в процессе ощущения и восприятия.

Положение о первоочередном восприятии конкретных участков демонстрируемых цветовых сочетаний в зависимости от превалирования компонентов жизненного тонуса основывается на адаптационных свойствах зрительного анализатора, которые реализуются в соответствии с текущим уровнем психофизиологического статуса человека. Известно, что цветности красной зоны цветового спектра связаны с активизацией физического фактора (дают прилив энергии, усиливают работоспособность); желтой – эмоционального (повышают эмоциональный тонус), синей – интеллектуального (успокаивают, способствуют умственной деятельности) [8, 11]. Влияние цветностей на психофизиологический статус человека изложено в фундаментальных трудах Кравкова (1953) [6], Немчича (1990) [16], Измайлова и др. (1989) [4].

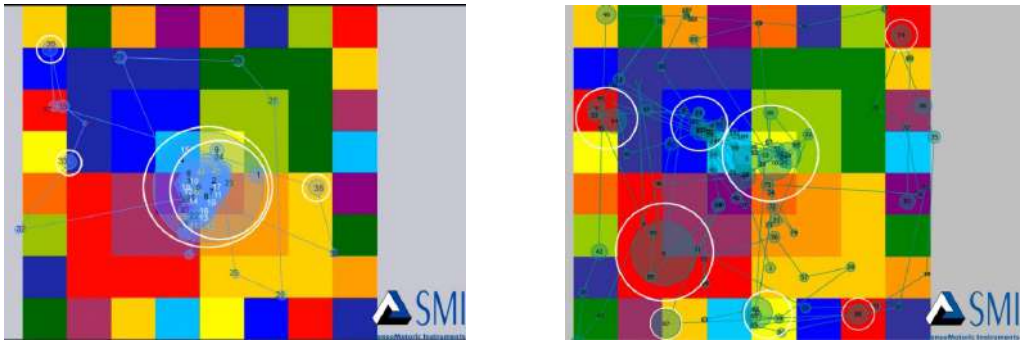
С целью выявления объективных критериев индивидуальной цветовой преференции при восприятии композиции и определения особенностей центральной регуляции психофизиологических функций выполнялись исследования функции глазодвигательной системы.



а *б*

Рис. 3. Карты фиксации взора испытуемого, 31 год: а) контрольное изображение; б) тестовое изображение. Малыми белыми окружностями обведены зоны адаптации согласно порядку выбора цветностей. Большой белой окружностью обозначена преференциальная зона (синие цветности).

Результаты окулографии в ходе рассматривания контрольной картины показали наличие двух центров концентрации взора при рассматривании изображения, где основное внимание обращено на образ (изображение собаки), и второстепенное – рассматривание пейзажа в динамике (рис. 3, а). Была подтверждена связь показателей окуломоторики с закономерностями цветовых контрастов.



а б

Рис. 4. Карты фиксации взора испытуемых: а) 60 лет; б) 20 лет.
Цифрами указана последовательность фиксации взгляда на изображении. Размер окружности на этих картах отражает продолжительность фиксации взора в соответствующем месте

При окулографии испытуемых в процессе зрительного восприятия предъявляемой цветовой композиции получена динамика двигательной функции глаз, которая представлена на рис. 4, а, б.

Зрительное восприятие цветовой композиции испытуемым, у которого определялся сниженный тонус интеллектуального фактора, характеризовалось наиболее длительной устойчивостью зрачков в положении восприятия синих цветностей (большая белая окружность) и кратковременными блуждающими движениями (малые белые окружности), которые отражают закономерности восприятия цветовых контрастов. Таким образом, при отсутствии образного восприятия с помощью окулографии подтверждается преференциальный цветовой выбор данного испытуемого и выявляются цветовые зоны второстепенной преференции, что согласуется с теоретическими предпосылками построения композиции.

Известно, что у людей со сбалансированным психофизиологическим статусом цветовая преференция имеет возрастные особенности, которые также можно объективно оценивать при помощи окулографии. К примеру, результаты окулографии испытуемого в возрасте 60 лет показали его четкую преференциальную зону в исследуемой цветовой композиции, что характеризовалось превалированием времени устойчивости зрачка в центральных отделах таблицы (комплементарные цветности: желтая, фиолетовая, голубая, оранжево-красная) и малыми по времени перемещениями в другие цветовые зоны. У молодого человека 20 лет двигательная активность глазного яблока характеризовалась фиксацией зрительного восприятия в нескольких цветовых областях и блуждающими движениями по всей плоскости таблицы. При этом заметно экспрессируется тенденция к превалированию выбора цветностей физического фактора.

Результаты окулографии показали наличие множества центров концентрации взора в ходе рассматривания основной цветовой композиции, и подтвердили, что окуломоторика непосредственно связана с закономерностями цветовых контрастов (обозначено малыми окружностями). Компактность – степень более длительной концентрации взора на наиболее востребованном, индивидуальном для каждого испытуемого участке композиции обозначена большими окружностями. Полученные результаты позволяют углубить понимание биологических свойств цветовых сочетаний, цветовые преференции которых могут отражать индивидуальные вариации тонуса психофизиологических функций.

4. Выводы

1. Дана концептуальная характеристика композиционного построения цветовых спектров цветодинамической таблицы С.-А. Мадяра с учетом закономерностей динамики цветового восприятия.

2. Выяснены особенности активации двигательной функции глазного яблока человека при изучении психофизиологических процессов зрительного восприятия гармонической цветодинамической композиции С.-А. Мадяра.

3. При отсутствии образного восприятия с помощью окулографии подтверждается преференциальный цветовой выбор испытуемого и выявляются цветовые зоны второстепенной преференции, что согласуется с теоретическими предпосылками построения композиции С.-А. Мадяра.

4. У людей со сбалансированным психофизиологическим статусом цветовая преференция имеет возрастные особенности, которые можно объективно оценивать при помощи окулографии.

5. Предполагается, что выяснение особенностей активации двигательной функции глазного яблока человека при зрительном восприятии цветодинамических композиций открывает возможность целенаправленного использования таблиц С.-А. Мадяра для оценивания психофизиологического статуса и цветовой биорегуляции.

Список литературы

1. **Барабанщиков В. А**., Жегалло А. В. Айтрекинг: Методы регистрации движений глаз в психологических исследованиях и практике. – М. : Когито-Центр, 2014. – 128 с.
2. **Вундт В.** Основания физиологической психологии, тт. 1–2. С-Пб., 1880 – 1881.
3. **Ломов Б. Ф**. Отв. ред. и др. Движение глаз и зрительное восприятие. М. : Наука, 1978. – 277 с.
4. Измайлов Ч. А., Соколов Е. Н., Черноризов А. М. Психофизиология цветового зрения. – М. : МГУ, 1989. – 206 с.
5. **Иттен** Иоханнес. Искусство цвета. – М. : Изд. Д. Аронов, 2001. – 96 с.
6. **Кравков С. В**. Цветовое зрение. – М. : АН СССР, 1951 – 176 с.
7. **Мадяр С.-А. Й.** Наукова розробка «Біоколор – спосіб корекції психофізіологічного стану людини». Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір №7043 від 30.01.2003.
8. **Мадяр С.-А. Й.,** Моісеєнко Є. В. Пишнов Г. Ю. і співавт. / Методика поліхромно-адаптаційної біорегуляції психофізіологічного стану людини (методичні рекомендації) / МОЗ України, АМН України, Український центр наукової медичної інформації і патентно-ліцензійної роботи: Київ–2006. – 32 с.
9. **Мадяр С.-А. И.,** Ковалевская Е. Э., Моисеенко Е. В. Изучение динамики цветовой преференции человека и разработка биорегуляторной технологии с использованием таблиц БИОКОЛОР. Український Антарктичний Журнал № 10−11 / 2011−2012. – С. 375 − 389.
10. **Сеченов И. М.** Избранные произведения. Том 1. Физиология и психология. М. : И-во Академии Наук СССР, 1952. (7).
11. **Тюнин В. Л.,** Павленко В. Б. Коррекция неблагоприятных эффектов напряженной работы на компьютере с помощью электроэнцефалографической обратной связи // Пробл, достижения и перспективы развития мед.-биол. наук и практ. здравоохранения, 2005. − № 3 – С. 174−178.
12. **Bain** Aleksander. The senses and the intellect, London 1855.
13. **Guth L. S.** The effect of wavelength of visual perception latency. Vis. Res. 4, 567, 1964.
14. **Helmholtz H**. Handbuch der physiologischen Optik. p. 470. Opt. Soc. Am. New York, 1925.
15. **Magyar Á**. Nemcsics A. Szinpreferencia viszonyok. Budapest. MODUS COLORIS Társadalmi Akadémia, 2011. – 304 p.
16. **Nemcsics** Anta**l**. Szindinamika. Akadémiai Kiadó, Budapest 2004. 512 old.

УКРАЇНСЬКИЙ АНТАРКТИЧНИЙ ЖУРНАЛ
УАЖ, №15, 196—203 (2016)

УДК 316.6

ДОСЯГНЕННЯ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ДОСЛІДЖЕННЯ ПСИХОЛОГІЧНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ МІЖОСОБИСТІСНОЇ ВЗАЄМОДІЇ ЗИМІВНИКІВ У АНТАРКТИЧНИХ ЕКСПЕДИЦІЯХ

Л. М. Бахмутова

Державна установа Національний антарктичний науковий центр МОН України, 01601, Київ, бульв. Тараса Шевченка, 16, E-mail: bakhml@meta.ua

Реферат. У статті розглядається понятійний апарат процесу міжособистісних відносин зимівників в умовах довготривалих полярних експедицій. При цьому основна увага зосереджена на факторах, пов'язаних з ізоляцією та з фізичним середовищем Антарктики. Особливу роль відведено дослідженню сумісності кандидатів у полярники шляхом вивчення їх міжособистісної взаємодії при комплектуванні команди полярників з метою забезпечення надійності та ефективності її функціонування в екстремальних умовах.

Ключові слова: особистість, зимівник, міжособистісні відносини, відносно ізольована група, екстремальні умови, соціальна депривація, психологічна сумісність, Антарктика.

Достижения и перспективы изучения психологических особенностей межличностных отношений зимовщиков в антарктических экспедициях
Л. М. Бахмутова

Реферат. В статье рассматривается понятийный аппарат процесса межличностных отношений зимовщиков в условиях длительных полярных экспедиций. При этом основное внимание сосредоточено на факторах, связанных с изоляцией и с физической средой Антарктики. Особая роль придается исследованию совместимости кандидатов в полярники путем изучения их межличностного взаимодействия при комплектовании команды полярников с целью обеспечения надежности и эффективности ее функционирования в экстремальных условиях.

Ключевые слова: личность, зимовщик, межличностные отношения, относительно изолированная группа, экстремальные условия, социальная депривация, психологическая совместимость, Антарктика.

An achievements and a prospects of psychological behaviors studies in interpersonal interactions of the Antarctic expeditions wintering teams
L. M. Bahmutova

Abstract. The conceptual framework of the process of interpersonal relationships in wintering team of long polar expeditions is presented. We stress attention on the factors in the associated with isolation and Antarctic environment. The special role in this study has the interpersonal interactions during recruitment of polar team. This is important of ensure the reliability and efficiency of team operation in extreme conditions.

Key words: personality, wintering team, interpersonal relationships, relatively isolated group, extreme conditions, social deprivation, psychological compatibility, Antarctica.

1. Вступ

Психологічні дослідження в Антарктиці мають важливе значення для розуміння того, як люди (окремі особи і малі групи) функціонують в ізольованому екстремальному середовищі. Ключову роль при цьому відіграє початковий етап – підбір персоналу для роботи і сумісного проживання протягом тривалого періоду часу (не менше 12 місяців) в Антарктиці, процеси адаптації до умов та психологічні наслідки (як корисні, так і шкідливі) пролонгованого перебування там у відносно ізольованому колективі. Однак акцент на індивідуальній адаптивності і психофізіологічному аналізі не виключає соціальну перспективу. Не дивно, що міжособистісні відносини розглядаються як критичний чинник в полярних зимівельних колективах, оскільки соціальне середовище може сильніше впливати на процеси адаптації і психологічне благополуччя, ніж екстремальність навколишнього середовища. Характер керівництва, відповідність груповим нормам можуть мати додаткове значення в ізольованій групі, що перебуває в екстремальних умовах.

Важливість цих питань була підтверджена ще першопрохідцями Антарктики, актуальні вони й понині. На сучасному етапі психологічна наука намагається використовувати довкілля Антарктики як аналог для підготовки груп спеціалістів, які виконують роботу в екстремальних умовах довготривалої відносної ізоляції. Це і групи зимівників антарктичних експедицій, і екіпажі кораблів дальнього плавання, підводних човнів, космічних кораблів, команд альпіністів і різноманітних наукових експедицій тощо [20].

Традиційно екстремальними умовами життєдіяльності людини в Антарктиці вважаються низькі температури повітря, знижений атмосферний тиск, штормові вітри, підвищений фон сонячної радіації, геомагнітні збурення, ефекти полярного дня і полярної ночі, гіподинамія. З іншого боку, на організм полярників впливають особливості побуту і трудової діяльності: одноманітність обстановки і ландшафту, тривале перебування в невеликому чоловічому колективі. Проте, тривала у просторі та часі ізольованість від зовнішнього світу в умовах малочисельного колективу антарктичних станцій і польових баз, відсутність звичайних для повсякденного життя зовнішніх подразників та комфортних умов проживання, відірваність від традиційних засобів масової інформації, сім'ї і близьких – все це викликає емоційне напруження, яке значно більше впливає на фізичний, фізіологічний і психологічний стани людини, ніж важкі природні умови.

Як відзначає відомий вчений-полярник Г. М. Яковлєв, учасник дрейфу декількох станцій «Південний полюс», умови життя на полярних станціях істотно впливають на поведінку і самопочуття людини в групі. Так, вже через три-чотири місяці у частини полярників відзначається зниження психологічного тонусу, з'являються ознаки замкнутості, неврівноваженості настрою і дратівливість, слабкість. З середини зимівлі різко зростає число міжособистісних конфліктів [19].

Держави, що проводять дослідження в Антарктиці, мають національні програми щодо заходів психологічного супроводу антарктичних експедицій. Проте остаточного вирішення проблем симптомокомплексу «антарктичного синдрому», збереження нормального психологічного «клімату» та взаємовідносин у колективі антарктичних станцій ще не досягнуто. Саме тому дослідження психологічних особливостей міжособистісної взаємодії зимівників у полярних експедиціях надзвичайно важливе для максимального забезпечення ефективності роботи експедиції в цілому, нормальної життєдіяльності людини, її психічного і фізичного здоров'я. Особливого значення при цьому набуває проблема відбору учасників полярних експедицій і психологічні аспекти цього відбору. У процесі відбору необхідно враховувати безліч різних чинників − від віку і професійної компетентності фахівців до їх сімейного і соціального стану, але не останніми в цьому ряду стоять особистісно-психологічні особливості членів експедицій та їх роль у процесі міжособистісної взаємодії зимівників протягом тривалої експедиції.

Отже, мета дослідження полягала у ґрунтовному аналізі сучасних уявлень про психологічні особливості міжособистісної взаємодії у середовищі малочисельної спільноти фахівців при тривалій діяльності в екстремальних умовах та визначенні психологічних проблем, що при цьому виникають, для запобігання виникненню конфліктних ситуацій. Такі дослідження надзвичайно важливі для підвищення ефективності психологічного супроводу українських антарктичних експедицій.

2. Досягнення психологічних досліджень при роботі малих колективів в екстремальних умовах

Психологічні особливості фахівців і умов роботи, що впливають на стан психологічного комфорту в полярних експедиціях, залишаються поки що маловивченими. Найбільш відомі дослідження у цьому напрямку належать П. В. Бундза, 1969, Н. Р. Деряпа, А. Л. Матусов, 1981; та ін.

А. Л. Матусов (1984) вказує, що труднощі психологічної та соціальної адаптації співробітників в зимівельних колективах спричиняють більший, порівняно з природними чинниками, вплив на їх (співробітників) фізичний і психічний стан.

Серед малочислених сучасних українських дослідників даного питання можна виділити вчених, які тісно співпрацюють з Державною установою Національний антарктичний науковий центр МОН України і є учасниками сезонних Українських антарктичних експедицій, де проводили психологічні дослідження безпосередньо в екстремальних експедиційних умовах (В. М. Ільїн, В.Д. Кузовик, С-А. І. Мадьяр, О. А. Мірошниченко, Є. В. Моїсеєнко, Н. Н. Привалова, В. І. Сухоруков) [2, 3, 4, 11,12, 13, 14,].

Доволі часто у колі науковців виникає питання: чому полярників називають словом «зимівники»»? Для кваліфікованого пояснення ми звернулися до тлумачного словника української мови (1970—1980), де пояснюється: «**ЗИМІ́ВНИК**, а, чол. Той, хто залишається зимувати де-небудь з певною метою». [16, с.566] Слово «полярник» має більш широке значення, а саме: «Учасник полярних експедицій» [17, с. 109], але при цьому полярник не обов'язково має перебувати на полюсі протягом усієї довготривалої зими, а може бути там протягом короткого часу від 3-х днів до 3-х місяців і не відчути психологічних особливостей міжособистісних відносин.

На сьогоднішній день діяльність команди зимівників Української антарктичної станції «Академік Вернадський» представляє унікальне явище серед інших колективів, що працюють у надзвичайних умовах. До факторів, що шкідливо впливають на функціональний стан зимівників та їхнє здоров'я, як було зазначено вище, відносяться такі, як умови ізольованості від навколишнього світу, соціальної депривації, зміненої фотоперіодики, незвичні умови підвищеної активності явищ навколишнього середовища. Це негативно впливає на психофізіологічний стан людини, що проявляється у симптомокомплексі «антарктичного синдрому». У працівників станції зростає кількість випадків порушень нормального режиму сну, безпідставного виникнення головного болю і вегето-судинних реакцій, погіршення настрою і самопочуття, особливо впродовж антарктичної зими. На психологічному кліматі в колективі негативно позначається спілкування з обмеженою кількістю осіб чоловічої статі, що перебувають там протягом 12–14 місяців. При цьому розвиваються ознаки хронічного стресу та втоми, уповільнюються процеси адаптації психофізіологічних функцій. Це сприяє зростанню ризику психоемоційних розладів та порушень взаємовідносин у малочисленому колективі [13].

Головною особливістю міжособистісних стосунків полярників у довготривалих експедиціях є *діяльність малочисельного колективу в екстремальних умовах відносної ізоляції*. Розглядаючи умови діяльності полярних експедицій, екіпажів космічних кораблів, підводних човнів і т. д., вчені як одну з характеристик, що об'єднують всі ці умови, виділяють *ізоляцію* [2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 19,]. Професійна діяльність таких груп (колективів) пов'язана з умовами різного ступеня *групової ізоляції*.

3. Психологічні особливості формування колективу зимівників

Теоретичні аспекти психологічного аналізу групової діяльності фахівців в групах досить глибоко описані в дослідженнях Г. М. Андрєєвої (1996), А. І. Донцова (1984), Р. Л. Кричевського (1985), В. Д. Паригіна (1976), А. В. Петровського (1982), Ю. П. Платонова (1990) та інших авторів.

Оскільки кожна група полярників у той чи інший момент знаходиться на певному етапі свого розвитку, розглянемо критерії, за якими визначають рівень її соціальної зрілості. А. Лутошкін та Л. Уманський пропонують для цього використовувати такі показники, *як організаційна єдність, психологічна єдність, підготовленість групи, моральна спрямованість* [10].

Організаційна єдність групи полягає у її здатності до ділового об'єднання для розв'язання групових практичних завдань. Ознаками організаційної єдності є узгоджена взаємодія і взаємодопомога членів групи, що особливо важливо в умовах довготривалих експедицій.

Психологічна єдність – це загальний настрій, тон групи, який створює ефект захищеності для кожного її члена. Трьома складовими психологічної єдності групи полярників є інтелектуальна, емоційна і вольова. Інтелектуальна складова виявляється у здатності знаходити спільну мову, приходити до однакових суджень і висновків з найважливіших питань групової та позагрупової діяльності, розуміти спільну відповідальність за неї; емоційна складова характеризує загальну атмосферу взаємовідносин, рівень дружелюбності, взаємної толерантності до недоліків інших; вольова складова психологічної єдності групи віддзеркалює здатність її членів долати перешкоди, наполегливо просуватися до мети, мобілізувати сили у важкі моменти в інтересах групи свої почуття.

Підготовленість групи включає досвід спільної діяльності, який накопичила група, набуті нею уміння діяти разом. Зрозуміло, що підготовленість групи як інтегральне утворення органічно поєднує особистий досвід, знання та уміння усіх її членів.

Моральна спрямованість групової діяльності є однією з найважливіших характеристик рівня соціальної зрілості групи. Група зимівників може бути згуртованою, підготовленою до спільної діяльності, зосереджувати зусилля на подоланні труднощів, але назвати її колективом можна буде лише тоді, коли її спрямованість буде збігатися з її моральними нормами і соціальними нормами в цілому. Для цього слід проаналізувати її моральні цінності та провідні мотиви діяльності.

Коли група незнайомих фахівців різного профілю формує групу полярників, яким доведеться протягом року жити і працювати в екстремальних умовах Антарктики, то спочатку вона є дифузною. В процесі підготовки до зимівлі група починає розвиватися. Залежно від того, як і якою мірою представлені в групі зимівників описані вище показники, можна зробити висновок про рівень, якого вона досягла у своєму розвитку.

Номінальна група. Вона вже має певну назву, але існує тільки формально, оскільки її члени не вступили у спільну діяльність, яка здатна опосередковувати відносини між ними.

Група-асоціація. На цій стадії починається спільна життєдіяльність групи, виникають перші ознаки створення колективу. В такій групі вже існує офіційна структура, спільна мета діяльності, але діяльність окремих її членів має переважно індивідуальний характер, у них ще відсутня потреба працювати разом, спільно розв'язувати групові завдання.

Група-корпорація. Характеризується більш чітко окреслено спільною метою та єдністю дій. Співпраця, активна взаємодія членів групи створюють груповий досвід спілкування, підготовленість у певному виді діяльності, проте психологічної єдності ще немає.

Спільна діяльність фахівців різного профілю в умовах полярних експедицій характеризується наступними обов'язковими компонентами:

— колективною відокремленістю (ізоляцією);

— спільними цілями і завданнями;

— чітким розподілом виконуваних функцій між учасниками спільної діяльності;

— суміщенням розподілених функцій в просторі і часі, тобто одночасним їх виконанням різними учасниками;

— узгодженням розподілених і об'єднаних функцій, тобто суворою послідовністю їх виконання за певною програмою, яка враховує діяльність кожного фахівця. При цьому узгодження зазвичай стосується просторових, тимчасових та інших (темп, інтенсивність, ритмічність і т.п.) характеристик діяльності.

Як відомо, розподіл, поєднання і узгодження функцій здійснюється в процесі постійної взаємодії фахівців у сумісній діяльності. При цьому наявність групової згуртованості створює середовище, що сприяє позитивній взаємодії між членами групи. Група стає більш ефективною і охоплює членів, які легко та ефективно спілкуються один з одним. Значення спілкування для групової згуртованості в зимівельних колективах описує Р. Робертс: «Гармонія постає, коли ви по-справжньому прислухаєтеся до інших та коли вони вас слухають, коли вас хвилюють їхні тривоги, а їх – ваші, коли ви сприймаєте їхню унікальність, а вони сприймають вашу, та коли ви допомагаєте їм, а вони надають допомогу вам» [20].

Слід виділити низку перешкод груповій згуртованості:

— зіткнення особистостей у групі;

— конфлікт завдань або соціальних ролей членів групи;

— порушення спілкування між членами групи або між керівником групи та її членами;

— боротьба за владу одного або кількох членів групи;

— незгода з груповими цілями.

Активізація спілкування має круговий зв'язок із підвищенням групової згуртованості. Зі збільшенням спілкування стосовно завдань та соціальних проблем розвивається згуртованість, що веде до розвитку міжособистісної взаємодії.

Колектив – наступний рівень розвитку міжособистісних відносин у групі зимівників. Вона може стати колективом, якщо взаємодії і взаємовідносини членів групи опосередковуватимуться загальними цілями, завданнями спільної діяльності, особистісно-значущим змістом цієї діяльності. Якщо група полярників у своєму розвитку досягає рівня колективу, то вона стає *референтною* для її членів, тобто такою, на думку якої вони зважають в першу чергу, та характеризується позитивним взаємозв'язком із вдоволеністю, підпорядкованістю та стабільністю міжособистісної взаємодії зимівників у довготривалих полярних експедиціях.

Особливістю формування колективу зимівників в полярній експедиції є те, що він утворюється з осіб, які раніше один одного не знали, що характеризується проходженням таких фаз його розвитку, як взаємне знайомство, орієнтація в системі цінностей один одного (в інтересах, напрямках, мотивах), а також фаз, всередині яких формується індивідуальна і колективна думка про роль і місце кожної людини в структурі міжособистісних відносин (розподіл психологічних ролей). Виробляються

внутрішньо-групові форми і методи заохочень і покарань. Окрім того, до колективу включені як досвідчені зимівники, так і фахівці, які будуть зимувати вперше.

По мірі того, як група зимівників проходить шлях свого розвитку, в ній з'являються формальні і неформальні лідери. Роль формального лідера виконує начальник станції, який призначений адміністрацією ДУ НАНЦ та на якого покладено виконання встановлених обов'язків. В ролі неформальних лідерів виступають члени зимівельного колективу, які користуються особливим авторитетом. Від них значною мірою залежить психологічний клімат в колективі, самопочуття її членів, а також визнані в ній моральні норми. І хоча не існує одного певного «набору» характеристик, що забезпечує становлення лідера, проте, за моїми спостереженнями, успішним лідерам, діючим в умовах довготривалих антарктичних експедицій притаманні такі характеристики:

— розум (інтелект);
— наполегливість;
— емпатія;
— внутрішня мотивація;
— гнучкість;
— амбіційність;
— упевненість у власних силах;
— оптимізм;

У групі полярників з високим рівнем розвитку підвищуються вимоги до кожного окремого її члена і особливо до лідерів, тому зазначені вище якості лідера – конче потрібні для кожного полярника, проте їх замало, аби стати лідером. Іншими словами, наявність усіх цих якостей не гарантує, що людина стане лідером. Велика роль у визначенні лідера належить наданню переваг членів групи та залежить від певної ситуації у ході зимівлі.

4. Особливості групових соціально-психологічних процесів у колективі зимівників

У зв'язку з тим, що нами розглядається групова діяльність учасників експедицій, що протікає, як правило, в складі малих функціональних груп (11−12 чоловік), в складних полярних умовах довготривалої відносної ізоляції, особливої актуальності набуває діагностика міжособистісних відносин на стадії відбору та підготовки зимівників до відправлення в антарктичні експедиції.

У психологічній науці проблеми взаємовідносин в малих групах розглядаються в розрізі *формальних* та *неформальних міжособистісних відносин*. Різниця між ними полягає в тому, що формальні відносини визначені посадовим становищем і кваліфікаційними нормативами, а неформальні – психологічним кліматом в групі, внутрішніми мотивами, стимулами та іншими факторами, що визначають психологічну сутність змісту діяльності окремих членів групи. В умовах антарктичних експедицій неформальна структура взаємин може справляти такий сильний вплив на процеси їх функціонування, що часом змінює і формальні відносини між членами колективу, впливає на якість їхньої спільної діяльності. Однак неформальна структура залежить від формальної структури групи в тій мірі, в якій члени групи, що входять до неї, підпорядковують свою поведінку цілям і завданням спільної діяльності, правилам рольової взаємодії.

Як показує практика антарктичних експедицій, в колективах зимівників міжособистісні взаємини залишаються вельми ефективно діючими та мають істотний вплив на ефективність групової діяльності. Група учасників полярної експедиції − це складне утворення, яке докорінно відрізняється від малої групи в її класичному розумінні. Тому особливу роль при формуванні колективу (підборі) зимівників відіграє *психологічна сумісність* її членів. Так, в роботі Обозова М. М. (1990) сумісність розуміється як ефект поєднання і взаємодії індивідів, який виявляється в суб'єктивній задоволеності партнерів один одним при взаємній ідентифікації. Одним із зовнішніх і формальних ознак задоволеності, на думку цього автора, є стійкі взаємні симпатії, які визначаються характерологічними особливостями партнерів, що прагнуть до спілкування один з одним, і розглядаються як умова і результат сумісності [15].

При цьому важливим є вивчення групових та соціально-психологічних процесів, що формують згуртованість групи, а також розкриття цих явищ в динаміці формування групи.

До специфічних особливостей групи зимівників належать:

— *По-перше*, формування колективу полярної експедиції в цілому відбувається протягом відносно короткого часу (7−10 днів в умовах, наближених до полярних на військовій базі), а терміни роботи – довготривалі, приблизно 1 рік в умовах більш суворих, ніж при підготовці.

— *По-друге*, організація колективу експедиції багато в чому залежить від того, як начальник експедиції здійснює принцип керівництва.

— *По-третє*, в довготривалій антарктичній експедиції, як ні в одному іншому колективі, людина відчуває свою залежність від підтримки товаришів, причому не тільки в професійній, а й в життєвій сфері.

— *По-четверте*, територіально і функціонально сфери праці і побуту в зазначених умовах майже не розділені, тому відносини, що виникли в одній зі сфер, поширюються і на іншу.

— *По-п'яте*, на умови роботи в експедиціях накладаються специфічні психотравмуючі фактори, сукупність природних і соціальних умов, про які згадувалося вище.

Групова згуртованість неодноразово була предметом серйозної уваги дослідників. Основні напрямки, що ведуться в цій галузі досліджень, можуть бути зведені до наступних положень: згуртованість як міжособистісна атракція, яка розглядає даний феномен розвитку групи як похідну від числа і сили позитивних установок членів групи; згуртованість як результат мотивації групового членства, що представляє даний феномен як деяку результуючу силу або мотивів, які спонукають індивідів до збереження членства в групі; згуртованість як ціннісно-орієнтаційна єдність членів групи.

Саме тому дослідження сумісності кандидатів у полярники шляхом вивчення їх міжособистісних відносин при комплектуванні груп для виконання складної діяльності, пов'язаної з ризиком, має важливе значення для забезпечення її надійності та ефективності. Така робота виконується при підборі екіпажів для космічних польотів, груп альпіністів для сходження, виробничих груп, коли характер роботи потребує від її виконавців високого рівня узгодженості в діях і належних морально-вольових якостей.

5. Висновки і перспективи подальших досліджень

Теоретичний аналіз наукових джерел з питань діяльності в особливих умовах дав можливість розуміти міжособистісні відносини як внутрішню психологічну основу взаємодії між людьми, так і ті суб'єктивні зв'язки і ставлення, котрі виникають між людьми в соціальних групах, системи налаштувань, ціннісні орієнтації, очікування, котрі визначаються змістом їх спільної життєдіяльності. Проте дотепер залишається багато питань у сфері міжособистісної взаємодії, які стосуються специфіки саме довготривалого перебування полярників в умовах замкненої групи. Це стосується перш за все визначення в динаміці характеру міжособистісної взаємодії зимівників у діловій, побутовій та емоційних сферах, відносного авторитету членів групи за ознаками симпатії-антипатії, групових підсистем колективу, дослідження рівня згуртованості групи, рівня добробуту взаємовідносин. Визначення та зміна в процесі зимівлі переважного типу відносин до людей у кожної особистості – теж важливий маркер міжособистісної взаємодії, який суттєво впливає на тенденції поведінки людини у взаємовідносинах (залежність, незалежність, товариськість, нетовариськість, боротьба, уникнення боротьби), що в антарктичних умовах набуває особливого значення.

У процесі відбору кандидатів у зимівники необхідно враховувати основні риси кожної особистості, що сприяють міжособистісному спілкуванню: готовність до співпраці, комунікабельність, доброзичливість, емоційна стабільність, емпатія, упевненість, незалежність, сила, серйозність, мужність тощо, та ті риси, які перешкоджають йому: комфортність, нерішучість, сором'язливість, залежність від групи, чужої думки, орієнтованість на соціальне схвалення, недисциплінованість, невпевненість, тривожність тощо. Врахування індивідуально-психологічних особливостей учасників міжособистісної взаємодії в процесі підготовки полярників до зимівлі є неодмінною умовою вдосконалення цієї взаємодії. Перспектива подальшого дослідження пов'язана з вивченням психологічних детермінант міжособистісної взаємодії.

Особливо значущим, але все ще недостатньо вивченим маркером у міжособистісних стосунках зимівників у довготривалих експедиціях в умовах відносної групової ізоляції є наявність і шляхи вирішення конфліктних ситуацій.

Так, з приводу конфліктів і їх причин полярник Є. К. Федоров пише: «В маленьких колективах складаються своєрідні стосунки... Дріб'язкова причина – може бути, манера розмовляти чи сміятися одного – здатна якогось разу викликати наростаюче роздратування іншого і привести до розбрату і сварки». Конфліктність, агресивність, що виникають, здавалося б, без видимих причин, Р. Амундсен назвав «експедиційним сказом», а Т. Хейєрдал − «гострим експедиціонітом». «Це психологічний стан, коли найбільш поступлива людина бурчить, сердиться, злиться, нарешті, впадає у лють, тому що її поле зору поступово звужується настільки, що вона бачить лише недоліки своїх товаришів, а їх достоїнства вже не сприймаються». Характерно, що саме страх перед «експедиційним сказом» спонукав Р. Берда включити в список речей для своєї першої експедиції до Антарктиди 12 гамівних сорочок [9].

Нами відмічено, що зі збільшенням часу перебування полярників на антарктичних станціях спочатку з'являється напруженість у взаєминах, а потім і конфлікти, які за шість-сім місяців зимівлі переростають у відкриту ворожість між окремим членами експедиції. До кінця зимівлі значно збільшується число «ізольованих» і «вигнанців» у групі.

У таких умовах природним є зіткнення матеріальних і духовних інтересів людей у процесі їхньої життєдіяльності, адже полярна станція – маленька модель людського суспільства: зі своєю ієрархією, класами, віковими категоріями. У колективі є «наука» (так називають метеорологів, геофізиків і біологів) і ті, хто забезпечує життєдіяльність станції. Є начальство і підлеглі, стара гвардія і молодь; є «душа компанії» і ті, хто замкнутий у собі, відлюдники. Є ті, хто в перший раз, але їм легко, і ті, кому дуже непросто. Вони працюють у команді в умовах ізоляції, спільно вирішуючи численні завдання, взаємодіють один з одним, проте у процесі взаємодії інтереси членів групи можуть час від часу змінюватися. Це зіткнення інтересів мало залежить від їх волі та створює об'єктивну базу для можливих конфліктних ситуацій.

Виходячи зі сказаного вище можна зробити висновок, що на базі конфліктів та невротизації в критеріях групової ізоляції лежать не тільки лише характерологічні особливості партнерів по спілкуванню, а й саме перебування в цих критеріях. Іншими словами, довга групова ізоляція за певних обставин може виступати як психогенний фактор.

В умовах групової ізоляції актуальною є профілактика виникнення конфліктних ситуацій. Багато конфліктів можуть бути попереджені ще на стадії їх виникнення за рахунок постійного і глибокого аналізу системи міжособистісних зв'язків, прогнозування впливу різних факторів на взаємовідносини, ретельного зважування зацікавленими сторонами своїх слів і дій і, таким чином, керівний вплив на міжособистісні конфлікти можна забезпечити на стадії їх зародження і розвитку конфліктної ситуації з метою попередження конфлікту і вирішення протиріччя одним з неконфліктних способів. Тому однією із важливих задач дослідження психологічних особливостей міжособистісних відносин зимівників у антарктичних експедиціях має бути профілактика і подолання конфліктів у малих групах зимівників, що базується на прицільному вивченні адаптаційних перебудов психологічного статусу, особистісних характеристик, чутливості до впливу екстремальних чинників тощо.

Отже, практичне значення роботи в даному напрямку полягає у тому, щоб запропонувати на основі проведення подальших досліджень міжособистісних відносин зимівників систему заходів удосконалення цих відносин. Ця система матиме широкий спектр застосування при формуванні і функціонуванні груп спеціалістів, які виконують роботу в екстремальних умовах довготривалої відносної ізоляції. Це і групи зимівників Українських антарктичних експедицій, і команди кораблів дальнього плавання, підводних човнів, космічних кораблів, груп альпіністів і різноманітних наукових експедицій тощо.

Список літератури

1. **Бахмутова Л. М**. Психологічні особливості міжособистісної взаємодії зимівників у полярних експедиціях / Л. М. Бахмутова, С. М. Дмитрієва, // Конкурентоспроможність в умовах глобалізації: реалії, проблеми та перспективи, – матеріали X Міжнародної науково-практичної конференції [за ред. Саух І. В.]. – Житомир : ЖФ КІБІТ, 2016.– С46 – 52.

2. **Білокінь М. Р.,** Моісеєнко Є. В., Особливості психологічного стану антарктичних зимівників у малому колективі при тривалій ізоляції // Тези доповіді VII Міжнародної Антарктичної Конференції «Антарктичні дослідження: нові горизонти та пріоритети»; Київ, Україна, 12-14 травня 2015 р. – К. : НАНЦ, 2015.– С. 168–169. укр., англ.

3. **Бойко А. В.,** Моисеенко Е. В. Использование цветоимпульсного воздействия для коррекции нарушений психоэмоционального состояния человека в экстремальных условиях // Тези доповіді VII Міжнародної Антарктичної Конференції «Антарктичні дослідження: нові горизонти та пріоритети»; Київ, Україна, 12-14 травня 2015 р.– К. : НАНЦ, 2015.– С. 170–171. рус., англ.

4. **Висоцька Л. Г.** Психофізіологічні адаптивні зміни у полярників за умов довготривалої антарктичної експедиції / Л. Г. Висоцька / Актуальні проблеми психології. – 2007. – Т. 5. – Вип. 6. – С. 66–74.

5. **Деряпа Н. Р.,** Давиденко В. И. Теоретические и прикладные аспекты проблемы адаптации человека в Антарктиде // Антарктика (Москва).— 1988.— № 27.— С. 203–218.

6. **Деряпа Н. Р.** Человек в Антарктиде / Н. Р. Деряпа, А. Л. Матусов, И. Ф. Рябинин – Ленинград : Медицина, 1981. − 184 с.

7. **Кокун О. М.** Оптимізація адаптаційних можливостей людини / О. М . Кокун. – К. : Міленіум, 2004.– 265 с.

8. **Кузовик Д. В.** Технології медичного обстеження і реабілітації / Д. В. Кузовик, Є. В. Моісеєнко, В. А. Литвинов. – Житомир : ПП «Рута», 2014. – 214 с.

9. **Лебедев В. И.** Личность в экстремальных условиях. / В. И. Лебедев, М. : Политиздат, 1989. – 304 с.
10. **Лутошкин А. Н.** «Цветопись» как прием эмпирического изучения психологического климата коллектива / Социально-психологический климат коллектива. М., 1979. − С. 162−175.
11. **Мірошниченко О. А.** Дослідження особистості майбутнього психолога // Житомир : ПП «Рута», 2015.– 207 с.
12. **Мірошниченко О. А.** Профілактика синдрому «професійного вигорання» у працюючих в екстремальних умовах // Навчально-методичний посібник. – Житомир : «Видавництво Житомирського державного університету імені Івана Франка», 2015. – 155 с.
13. **Мірошниченко О. А.,** Моісеєнко Є. В., Литвинов В. А. Основи психофізіологічних та психологічних досліджень операторів в екстремальних умовах діяльності : підручник – Житомир : ПП «Рута», 2015.– 293 с.
14. **Моісеєнко Є. В.,** Мірошниченко О. А. Конфлікти та шляхи їх попередження у працюючих в умовах ізольованої групи / Навчально-методичний посібник – Житомир : «Видавництво Житомирського державного університету імені Івана Франка», 2013. – 171 с.
15. **Обозов Н. Н.** Психология межличностных отношений / Н. Н. Обозов. – К. : Лыбидь, 1990.–191с.
16. **Словник** української мови : в 11 т. К. : Наукова думка, 1970–1980. – Т. 3, 1972.
17. **Словник** української мови : в 11 т.. . К. : Наукова думка, 1970–1980. – Т. 7, 1976.
18. **Фопель К.** Создание команды. Все о психологической группе / К. Фопель. – М. : «ГЕНЕЗИС», – 2002. – 395 с.
19 **Яковлев Г. Н**. Ледовые пути Арктики / Г. Н. Яковлев; – М. : «Мысль», –1975.– 206 с.
20. **Roberts R.** Psychology at the end of the world // The Psychologist – British Psychological Society, vol 24 no 1 january 2011, p. 22−25.
21. **Экологическая** физиология человека. Часть II. Адаптация человека к различным климато-географическим условиям / Руководство по физиологии. – Л. : Наука, 1980.–549 с.

УКРАЇНСЬКИЙ АНТАРКТИЧНИЙ ЖУРНАЛ
УАЖ, №15, 204—212 (2016)

УДК 004.5

СТВОРЕННЯ ІНФРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНОГО СЕРЕДОВИЩА СПІВРОБІТНИКІВ ДЕРЖАВНОЇ УСТАНОВИ НАЦІОНАЛЬНИЙ АНТАРКТИЧНИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР

Я. І. Федяй, Р. Л. Новогрудська

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», Інститут телекомунікаційних систем, пр. Індустріальний, 2, Київ, Україна 03056, e-mail:y.fedyai@mail.ru

Реферат. Робота присвячена підвищенню ефективності взаємодії співробітників Державної установи Національний антарктичний науковий центр (ДУ НАНЦ) за рахунок створення інформаційно-комунікаційного середовища. Проведено огляд інформаційно-комунікаційних середовищ для різних сфер діяльності та проаналізовано основні елементи таких середовищ. На основі порівняльного аналізу запропоновано структуру інформаційно-комунікаційного середовища співробітника ДУ НАНЦ, описано елементи такого середовища залежно від сфери діяльності співробітника, розроблено макет такого середовища.

Ключові слова: Інтернет-портал, інформаційно-комунікаційне середовище, кабінети співробітників, портал ДУ НАНЦ.

Создание информационно-коммуникационной среды сотрудников Государственного учреждения Национальный антарктический научный центр
Я. И. Федяй, Р. Л. Новогрудская

Реферат. Работа посвящена повышению эффективности взаимодействия сотрудников Государственного учреждения Национальный антарктический научный центр (ГУ НАНЦ) за счет создания информационно-коммуникационной среды. Проведен обзор информационно-коммуникационных сред для различных сфер деятельности и проанализированы основные элементы таких сред. На основе сравнительного анализа предложена структура информационно-коммуникационной среды сотрудника ГУ НАНЦ, описаны элементы такой среды в зависимости от сферы деятельности сотрудника, разработан макет такой среды.

Ключевые слова: Интернет-портал, информационно-коммуникационная среда, кабинеты сотрудников, портал ГО НАНЦ.

Development of staff information-communication environment for State organization National Antarctic scientific center
Y. I. Fedyay, R. L. Novogrudskaya

Abstract. The work is dedicated to improve the efficiency of interaction of employees of the State organization National Antarctic scientific center (SO NASC), through the development of information-communication environment. The review of information and communication environments for various activities and analyzes the main elements of such

environments. Based on comparative analysis the structure of information-communication environment of SO NASC was proposed, describes the elements of the environment, depending on the scope of employee designed the layout of the environment.

Key words: Internet portal, information and communication environment, personal environment, portal of SO NASC.

1. Вступ

На сьогоднішній день найбільш ефективними серед засобів, що надають доступ до інформації в мережі, є Інтернет-портали, оскільки вони дозволяють не тільки отримати доступ до інформації, яка зберігається в їх базах, а й реалізувати певні обчислювальні завдання предметної області. Ефективність використання порталів знань зумовлена зручністю користування інформацією, що зосереджена в їх середовищі. Зручність користування інформацією, в свою чергу, забезпечується функціональною повнотою порталу та структурованістю інформації.

Відповідно до вимог Резолюції 4.1 XXII ATCM 1998 року всі Сторони Договору про Антарктику, що здійснюють антарктичні дослідження, повинні організовувати Національні центри антарктичних даних (НЦАД) і забезпечити представлення метаданих за всіма науковими проектами. Створення НЦАД вирішує задачі збору, обробки, передачі та представлення даних результатів антарктичних досліджень, а також системної інфраструктури єдиного інформаційного середовища даних антарктичних досліджень, удосконалення телекомунікаційних систем, розроблення нормативних документів щодо використання результатів антарктичних досліджень (Глоба Л. С., 2015).

Створення НЦАД забезпечить вирішення наступних проблем:

— створення інформаційного банку даних для всіх досліджень, які виконуються у ДУ НАНЦ;

— реалізація зберігання не лише даних, а й знань, які здобуті в результаті досліджень в Антарктиді;

— надання доступу до інформації дослідникам, які перебувають в експедиції;

— надання доступу до даних шляхом організації окремих категорій прав для різних груп співробітників;

— вдосконалення механізму систематизації та класифікації;

— систематизація досліджень для організації ефективного пошуку даних різних категорій та предметних областей;

— організація якісного пошуку не лише за ключовими словами, а й у знайомих користувачу термінах предметної області .

В рамках роботи ДУ НАНЦ передбачається проведення експедицій на станції «Академік Вернадський». Під час цих експедицій вчені проводять дослідження та отримують вагомі наукові результати. В результаті проведення кожного такого дослідження накопичуються значні обсяги інформації, яка має десь зберігатися, якою можуть обмінюватися співробітники центру, тому постає потреба створення середовища, що б дало змогу зберігати, редагувати інформацію або здійснювати її обмін.

Структура ДУ НАНЦ передбачає роботу наступних відділів:

— адміністрація (директор і заступники);

— науково-організаційний відділ;

— науково-технічний відділ;

— відділ матеріально-технічного постачання;

— відділ фінансування науково-технічних проектів;

— редакційно-видавничий відділ.

Отже, по перше, необхідно забезпечити доступ до результатів досліджень з порталу ДУ НАНЦ, а по-друге − організувати автоматизовану он-лайн взаємодію між співробітниками цих відділів. Така взаємодія, зазвичай, забезпечується завдяки створенню інформаційно-комунікаційного середовища.

Існуючий портал ДУ НАНЦ є середовищем для збереження та представлення інформації, що стосується роботи ДУ НАНЦ (інформація про напрямки досліджень, експедиції на станцію Академік Вернадський, видавничу діяльність, нормативні документи, архів новин та ін.) (Глоба Л. С., 2012). Такий портал використовується як єдина точка доступу до Національного центру антарктичних даних. Портал ДУ НАНЦ розроблений на базі SharePoint2013. Для підвищення ефективності взаємодії співробітників ДУ НАНЦ необхідно в середовищі розробленого порталу ДУ НАНЦ створити кабінети співробітників ДУ НАНЦ та налагодити взаємодію між такими кабінетами, за рахунок чого

буде реалізовано специфічне інформаційно-комунікаційне середовище співробітників ДУ НАНЦ. Основною одиницею робочої структури ДУ НАНЦ є відділи. Отже, метою дослідження є підвищення ефективності взаємодії співробітників ДУ НАНЦ за рахунок створення інформаційно-комунікаційного середовища на базі існуючого порталу ДУ НАНЦ.

2. Аналіз інформаційно-комунікаційних середовищ в різних інтернет-порталах

Інформаційно-комунікаційне середовище (ІКС) – це персоналізоване робоче місце співробітника або користувача порталу. Сервіси інформаційно-комунікаційного середовища надаються згідно зі статусом і повноваженнями користувача. Доступ до інформації в інформаційно-комунікаційному середовищі обмежений і надається лише користувачам, які пройшли авторизацію та аутентифікацію. Зазвичай більшість інформаційно-комунікаційних середовищ надають можливість:

— слідкувати за актуальністю загальної інформації про користувача;
— отримувати доступ до сервісів, які передбачені предметною областю порталу;
— задавати питання або відправляти пропозиції адміністрації порталу.

Розглянувши принципи побудови інформаційно-комунікаційних середовищ для різних сфер діяльності (освіта, банківська структура, телекомунікаційний провайдер) (Кабінет, 2016, Приват24, 2016), можна виділити певні базові елементи персонального середовища співробітників і виявити основні принципи формування персонального середовища в межах інтернет-порталу. Порівняльний аналіз інформаційно-комунікаційних для різних сфер діяльності наведено в табл.1. Порівняння проводиться за наступними критеріями:

— наявність зворотного зв’язку;
— функціональна відповідність сфері діяльності;
— структуризація інформації;
— зрозумілий інтерфейс, зручність у використанні.

Проаналізувавши складену таблицю, можна зробити висновки, що структура інформаційно-комунікаційного середовища залежить від сфери діяльності, для якої розроблена система. Оскільки сфери застосувань розглянутих середовищ не пов’язані зі сферою діяльності ДУ НАНЦ, можна зробити висновки, що еталонної моделі інформаційно-комунікаційного середовища ДУ НАНЦ не існує. Проте доцільно використати деякі елементи розглянутих інформаційно-комунікаційних середовищ при побудові інформаційно-комунікаційного середовища ДУ НАНЦ.

Таблиця 1

Інформаційно-комунікаційні середовища для різних сферах діяльності

	Наявність зворотного зв’язку	Функціональна відповідність сфері діяльності системи	Структуризація інформації	Зрозумілий інтерфейс, зручність у використанні
1	2	3	4	5
ІКС системи надання послуг в сфері освіти	Зв’язок з адміністрацією інституту або безпосередньо з викладачем через почтову скриньку	Наявність блоків з описом навчальних дисциплін, навантаження працівника	Інформація по блоках відповідно до її призначення	+
	Наявність зворотного зв’язку	Функціональна відповідність сфері діяльності системи	Структуризація інформації	Зрозумілий інтерфейс, зручність у використанні
ІКС банківської структури	Зв’язок з співробітником банку можливий безпосередньо через портал	Наявність блоків, за допомогою яких виконуються фінансові операції	Інформація відображається залежно від обраного картокового рахунку	+

Закінчення таблиці 1

1	2	3	4	5
ІКС співробітника телекомунікаційної компанії	Зв'язок зі співробітниками та адміністрацією відбувається завдяки внутрішньому чату	Наявність спеціальних блоків зв'язку з керівництвом, відслідковування статусу поточного завдання та блоки відображення списку усіх завдань	Інформація відображається згідно з робочими завданнями.	+

3. Структура інформаційно-комунікаційного середовища співробітника ДУ НАНЦ

Інформаційно-комунікаційне середовище співробітника включає персональні кабінети співробітника певної предметної області та налагоджену автоматизовану взаємодію між ними. Структура кабінетів залежить від напрямку роботи співробітника (відділу, в якому працює співробітник). В рамках кожного відділу кабінети різних співробітників мають однакову структуру. Перевагою запропонованої моделі є можливість її адаптації для співробітників різних відділів, що дає змогу швидко отримати доступ до інформації, необхідної для функціонування певного відділу.

Проведення аналізу ключових функцій співробітників залежно від напрямків їх роботи дало змогу запропонувати структуру інформаційно-комунікаційного середовища співробітника ДУ НАНЦ, виділити базові елементи персонального кабінету співробітника та параметри взаємодії цих елементів (Федяй Я. І., 2016). Для побудови макету персонального кабінету співробітника ДУ НАНЦ було використано спеціальне програмне забезпечення, а саме програму Microsoft Visio 2010. Структуру персонального кабінету співробітника ДУ НАНЦ представлено на рис. 1.

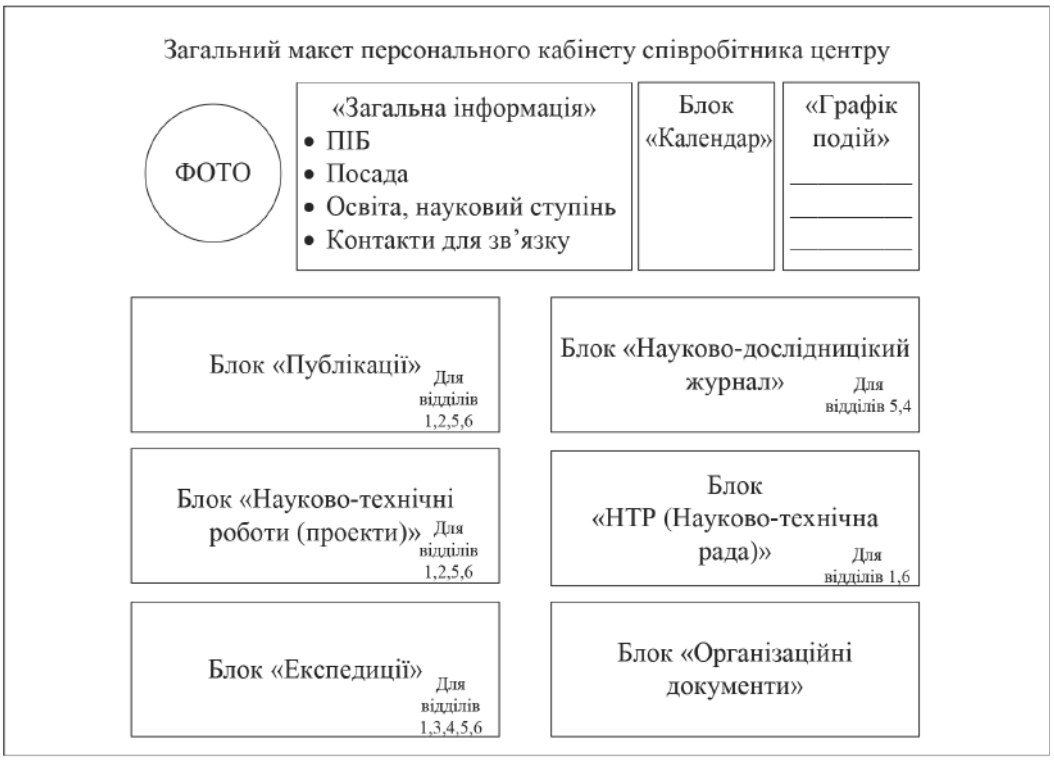


Рис. 1. Структура персонального кабінету співробітника ДУ НАНЦ.

Отже, структура персонального кабінету співробітника ДУ НАНЦ передбачає наявність наступних функціональних блоків:

— загальна інформація;
— календар;
— найближчі події;
— публікації;
— науково-технічні роботи (проекти);
— експедиції;
— науково-дослідницький журнал;
— науково-технічна рада;
— організаційні документи.

4. Елементи інформаційно-комунікаційного середовища співробітника ДУ НАНЦ

Наведемо опис кожного функціонального блоку персонального кабінету співробітника ДУ НАНЦ.

Блок «Загальна інформація». Мета цього блоку полягає у висвітленні актуальної загальної інформації про дослідника, його освіту, науковий ступінь, відображенні інформації про специфіку його діяльності, актуальні контактні дані (телефон, e-mail, факс). Інформація цього блоку дає можливість встановлення зв'язку як між дослідниками центру, так і з зовнішніми партнерами. Такий блок буде автоматично відображатися у співробітників всіх відділів ДУ НАНЦ.

Блок «Календар» відображає актуальну дату та час, а також виконує функцію планувальника, в якому встановлюються відмітки про події, які необхідні для співробітника відділу: зустрічі, конференції, найближчі науково-технічні ради, експедиції, дати виходу нового журналу, терміни подання документацій. Основною перевагою наявності такого блоку є можливість синхронізації подій для співробітників різних відділів у календарі певного працівника. Блок відображається у співробітників всіх відділів.

Блок «Найближчі події» відображає найближчі заплановані події (на тиждень вперед) з блоку «Календар», а також заходи, в яких бере участь співробітник центру. Майбутні події автоматично завантажуються до календаря співробітника.

Блок «Публікації» висвітлює існуючі публікації певного співробітника і дає можливість додати нові наукові матеріали, роботи та публікації. При відображенні конкретної публікації відображаються також її мета та параметри, що її характеризують:

— назва праці;
— назва видавництва, журналу;
— рік видання;
— автори;
— примітки.

Цей блок є необхідним для відображення у співробітників науково-організаційного, науково-технічного, редакційного відділів та адміністрації ДУ НАНЦ.

Блок «Науково-технічні роботи». Цей елемент кабінету відображає різну інформацію залежно від того, в якому відділі працює співробітник. Так, для адміністрації та науково-організаційного відділу, метою якого є забезпечення організації, планування, координації і контроль наукової та науково-технічної роботи підрозділів ДУ НАНЦ, запропоновано наступний варіант структури блоку (рисунок 2):

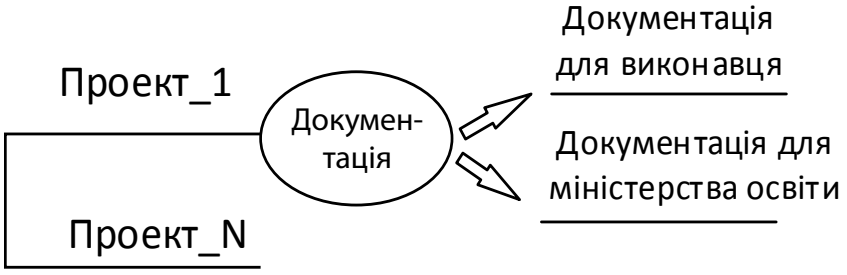


Рис. 2. Поля блоку «Науково-технічні проекти»

Проекти відображаються в хронологічному порядку, за роками, а також за статусом виконання:
— завершений;
— діючий;
— в процесі підготовки до виконання.

Для фінансового відділу, мета якого − здійснення організації бухгалтерського обліку господарсько-фінансової діяльності ДУ НАНЦ, контроль за економним використанням матеріальних, трудових і фінансових ресурсів і збереженням власності центру, запропоновано наступний варіант структури блоку (рисунок 3).

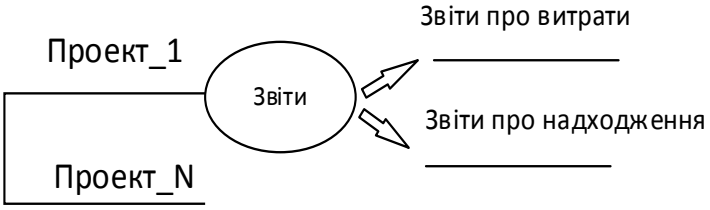


Рис. 3. Поля блоку «Науково-технічні проекти для співробітників фінансового відділу».

Для співробітника відділу науково-технічної інформації, основним завданням якого є забезпечення науково-технічного співробітництва з міжнародними організаціями Системи Договору про Антарктику та в рамках національних антарктичних програм, запропоновано наступний варіант структури блоку (рисунок 4):

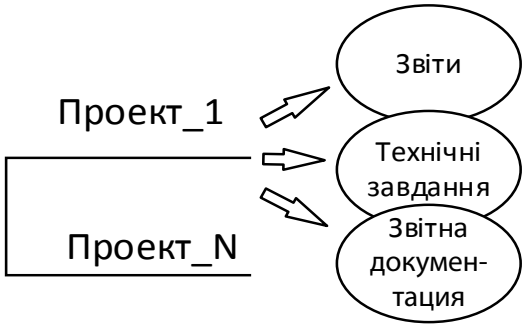


Рис. 4. Поля блоку «Науково-технічні проекти для співробітників відділу науково-технічної інформації»

Блок «Експедиції». В цьому блоці будуть висвітленні матеріали про експедиції, в яких брав участь співробітник. Для працівника науково-організаційного відділу та адміністрації блок матиме структуру, наведену на рис. 5.

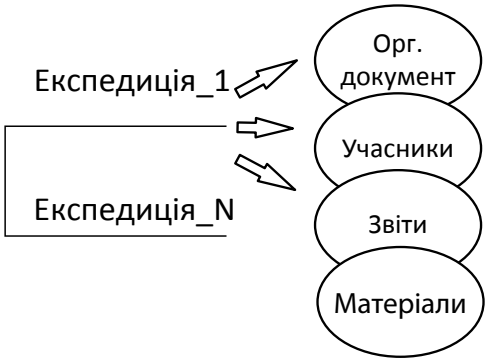


Рис. 5. Поля блоку «Експедиції» для співробітника науково – організаційного відділу та адміністрації

Матеріали експедиції включають:
— фото;
— відео;
— журнал досліджень.

Для співробітників відділів матеріально-технічного постачання і фінансового в рамках кожної експедиції виділяється документація, в якій містяться фінансові операції по кожній експедиції, а саме:
— документація по матеріально-технічних засобах;
— засоби забезпечення життєдіяльності людини;
— матеріали для підготовки до поїздки на експедицію;
— документи по обліку матеріально-технічних засобів;
— документи по фінансуванню пунктів вказаних вище.

Блок «Науково-дослідницький журнал». Метою цього блоку є висвітлення нових випусків журналу, в яких співробітники друкують результати досліджень або можуть знайти необхідну їм інформацію. Структура блоку наведена на рис. 6.

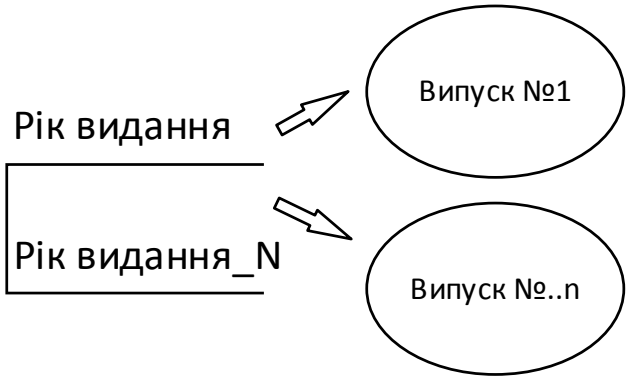


Рис. 6. Поля блоку «Науково-дослідницький журнал»

Блок є доступним для співробітників редакційно-видавничого відділу та відділу фінансування науково-технічних проектів та бухгалтерського обліку.

Блок «Науково-технічна рада». Щомісячно в ДУ НАНЦ відбуваються засідання Науково-технічної ради, на яких розглядаються питання щодо впровадження нових технологій, методів досліджень, заслуховуються звіти виконаних науково-технічних робіт та дослідних робіт, що виконувались під час експедицій, тощо. Блок містить наступні елементи:
— порядок денний;
— учасники;
— документи;
— витяг.

Найближчі засідання науково-технічної ради синхронізуються з блоком «Календар» персональних кабінетів співробітників, що є учасниками науково-технічної ради. Блок доступний для співробітників науково-організаційного відділу та адміністрації.

Блок «Організаційні документи». Метою цього блока є створення сховища даних, необхідних для організації роботи відділу. Співробітник сам додає необхідні йому документи для функціонування відділу. Блок доступний для користувачів з усіх відділів ДУ НАНЦ.

5. Макет інформаційно-комунікаційного середовища співробітника ДУ НАНЦ

Інтернет-портал ДУ НАНЦ розроблений на основі технології «SharePoint», або «Microsoft SharePoint Products and Technologies» − це колекція програмних продуктів і компонентів, яка включає наступні компоненти (Microsoft, 2016):
— набір веб-додатків для організації спільної роботи;
— функціональність для створення веб-порталів;
— модуль пошуку інформації в документах та інформаційних системах;

— функціональність управління робочими процесами і систему керування вмістом масштабу підприємства;

— модуль створення форм для введення інформації;

— функціональність для бізнес-аналізу.

Більшість інтернет-порталів великих підприємств та компаній розроблено на базі SharePoint2013, тому що ця технологія допомагає вирішувати всі базові задачі на існуючих інтернет-порталах. Оскільки при реалізації кожного блоку макету задіяні різни типи елементів, то необхідно було підібрати саме таку технологію, яка дала б можливість реалізувати такі типи елементів. Технологія SharePoint2013 дає змогу реалізувати цю можливість. Для цього в SharePoint2013 передбачені такі типи структур (Microsoft, 2016):

— списки даних;

— файлові сховища;

— календар;

— бази даних.

Саме завдяки цим перевагам технологія SharePoint2013 дозволить інтегрувати макет персонального кабінету співробітника в діючий портал ДУ НАНЦ. Розглянемо вигляд кабінету співробітника, представлений на порталі ДУ НАНЦ. Тестову версію ІКС розроблено на основі тестового середовища, виділеного на порталі ДУ НАНЦ. Згідно із запропонованим у пункті 4 макетом персонального кабінету співробітника центру було створено його персональну сторінку. Дизайн кабінету показан на прикладі сторінки, що відображає персональний кабінет директора ДУ НАНЦ (рис. 7).

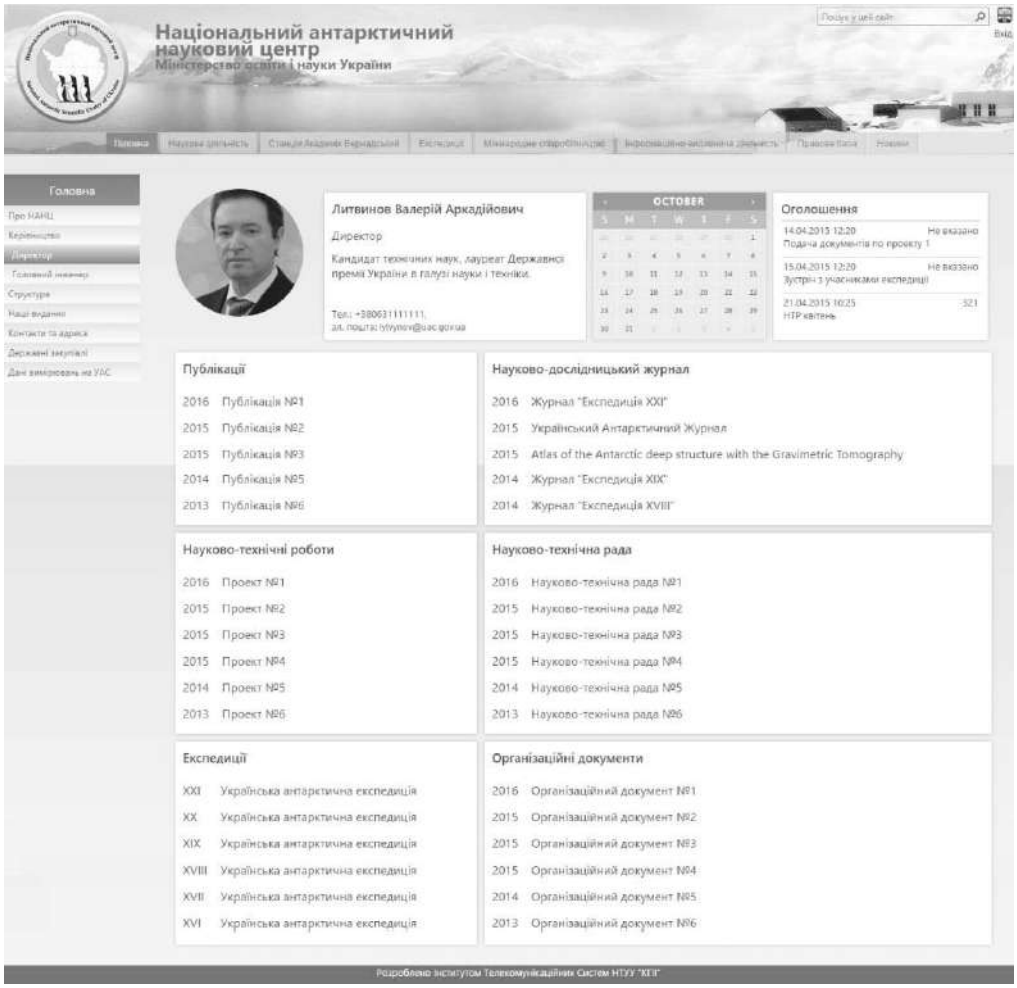


Рис. 7. Кабінет співробітника ДУ НАНЦ

Основною перевагою такого варіанту персонального кабінету співробітника є функціональні взаємодії елементів, а також їх візуальна адаптація під співробітника певного відділу. Структури блоків можуть змінюватися візуально або функціонально залежно від того, співробітник якого відділу увійшов до персонального кабінету. Елементи блоків або їх поля також можуть змінюватись залежно від необхідності цього елемента для співробітника.

6. Висновки

У роботі запропоновано специфічне інформаційно-комунікаційне середовище співробітників ДУ НАНЦ, що дозволяє автоматизувати процес їх взаємодії та підвищити ефективність такої взаємодії. Запропоновано варіанти структури кабінету дослідника ДУ НАНЦ залежно від функцій, які він виконує, описано параметри взаємодії елементів кабінету.

Розроблено персональний кабінет, який автоматично налаштовується для співробітника певного відділу. Запропоновано макет інформаційно-комунікаційного середовища, на базі якого розроблено інтегроване в портал Державної установи Національний антарктичний науковий центр інформаційно-комунікаційне середовище співробітника.

Список літератури

1. **Глоба Л. С.** Оптимізація функціонування порталу НАНЦ при роботі з гетерогенними даними / Л. С. Глоба, В. М. Наконечний, Р. Л. Новогрудська, О. О. Привар // VII Міжнародна Антарктична Конференція «Антарктичні дослідження: нові горизонти та пріоритети», Київ, 2015. – С.101.
2. **Глоба Л. С.** Модель Интернет-портала Национального Центра Антарктических Данных / Л. С. Глоба, И. А. Кузин, К. С. Мочалкина, Р. Л. Новогрудская // Прикладные интеллектуальные системы, основанные на семантических сетях: Тр. междунар. Конференции OSTIS-2012, 16-18 февр. 2012 г., Минск, Белоруссия. – Минск, 2012. – С. 501–506.
3. **Кабінет** співробітника кафедри ІТМ [Електронний ресурс]. – Електрон. текстові дані. – Режим доступу: http://its.kpi.ua/itm/lgloba/default.aspx. Дата доступу: 23 травня 2016.
4. **Приват24** – Ваш живий Інтернет-банк! [Електронний ресурс]. – Електрон. текстові дані. – Режим доступу: https://www.privat24.ua/#login. Дата доступу: 20 травня 2016.
5. **Федяй Я. І.** Інформаційно-комунікаційне середовище співробітника НАНЦ / Р. Л. Новогрудська, Я. І. Федяй // X Міжнародна Науково-технічна Конференція «ПРОБЛЕМИ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ 2016», 9.04-22.04.2016 р. Київ, Україна. – К., 2016. – С. 375–377.
6. **Microsoft** about Share Point 2013 [Електронний ресурс] – Електр. текстові дані. – Режим доступу: h ttp://technet.microsoft.com/en-us/library/ff607742%28v=office. Дата доступу: 25 березня 2016.
7. **Microsoft** about Share Point 2013 [Електронний ресурс] – Електр. текстові дані. – Режим доступу: http://technet.microsoft.com/en-us/library/cc303422.aspx. Дата доступу: 25 березня 2016.

УКРАЇНСЬКИЙ АНТАРКТИЧНИЙ ЖУРНАЛ
УАЖ, №15, 213—220 (2016)

УДК 004.62

КЛАСИФІКАЦІЯ ДАНИХ ДЕРЖАВНОЇ УСТАНОВИ НАЦІОНАЛЬНИЙ АНТАРКТИЧНИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР

Л. С. Глоба[1], Р. Л. Новогрудська[1], А. А. Сидоренко[1], А. Березкіна[2]

[1] *Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», Інститут телекомунікаційних систем, пр. Індустріальний, 2, Київ, Україна 03056, e-mail: lgloba@its.kpi.ua, rinan@ukr.net, liddell526@gmail.com*
[2] *Державна установа Національний антарктичний науковий центр МОН України*

Реферат. В роботі запропоновано підхід до створення сховища антарктичних даних. Сховище антарктичних даних є середовищем, що дозволяє зберігати та отримувати доступ до усіх первинних («сирих» даних) та вторинних (результатів досліджень) даних. Таке сховище становить ядро Національного центру антарктичних даних. Досліджено проблему класифікації великого об'єму даних, котрі повинні розміщуватися на порталі Державної установи Національний антарктичний науковий центр (ДУ НАНЦ). Розглянуто основні підходи до систематизації інформації.
В результаті аналізу даних, що містяться у вже існуючих на даний момент системах зберігання інформації ДУ НАНЦ, та даної предметної області в цілому запропоновано системну класифікацію даних ДУ НАНЦ, що повністю описує весь масив представленої інформації. Запропоновано макет Національного центру антарктичних даних, описано інтерфейс доступу до сховища антарктичних даних та структуру такого сховища.

Ключові слова: сховище антарктичних даних, класифікація, портал ДУ НАНЦ, результати антарктичних досліджень, Національний центр антарктичних даних.

Классификация данных Государственного учреждения Национальный антарктический научный центр
Л. С. Глоба, Р. Л. Новогрудская, А. А. Сидоренко, А. Березкина

Реферат. В работе предложен подход к созданию хранилища антарктических данных. Хранилище антарктических данных является средой, позволяющей хранить и получать доступ ко всем первичным («сырым» данным) и вторичным (результатам исследований) данным. Такое хранилище составляет ядро Национального центра антарктических данных. Исследована проблема классификации большого объема данных, которые должны размещаться на портале Государственного учреждения Национальный антарктический научный центр (ГУ НАНЦ). Рассмотрены основные подходы к систематизации информации.
В результате анализа данных, которые хранятся в уже существующих на данный момент системах хранения информации ГУ НАНЦ, и данной предметной области в целом, предложено системную классификацию данных ГУ НАНЦ, полностью описывающую весь массив представленной информации. Предложено макет Национального центра антарктических данных, описано интерфейс доступа к хранилищу антарктических данных и структуру такого хранилища.

Ключевые слова: хранилище антарктических данных, классификация, портал ГУ НАНЦ, результаты антарктических исследований, Национальный центр антарктических данных.

Data classification State institution National Antarctic Scientific Center
L. S. Globa, R. L. Novogrudska, A. A. Sidorenko, A. Berezkina

Abstract. The paper presents an approach to creating a repository of Antarctic data. Antarctic data storage is a medium that allows you to store and access all primary («raw» data) and secondary (research results) data. This repository is the core of the National Antarctic Data Center. The problem of classifying large amounts of data that must be displayed on the portal of the State institution National antarctic scientific center (SI NASC). The basic approach to the systematization of information.
An analysis of the data contained within existing systems currently storage of SI NASC, and the domain of the proposed system in general classification SI NASC data that fully describes the entire array of provided information. A model of the National antarctic data center, describes the interface for accessing antarctic data storage and structure of the repository.

Keywords: Antarctic data storage, classification, portal of SI NASC, the results of Antarctic research, National Antarctic Data Center.

1. Вступ

Протягом останніх двадцяти років Україна є однією з більш ніж двадцяти країн, які проводить дослідження в Антарктиді. За цей час дослідження охопили понад десять наукових напрямів, основними серед яких є: вивчення магнітного поля Землі, дослідження іоносфери, метеорологічні дослідження, велика кількість медичних досліджень, також ведеться активна робота по дослідженню флори і фауни Антарктиди (Новогрудська Р. Л., 2015, Глоба Л. С., 2011). У результаті проведення досліджень накопичено великий масив інформації, котрий натепер доступний лише вузькому колу науковців. Помітним негативним чинником процесу доступу до знань є недостатня систематизація і слабка структурованість великих обсягів інформації в існуючих на даний момент системах зберігання. Отже, однією з задач при розробці Національного центру антарктичних даних стало проведення класифікації антарктичних даних відповідно до напрямків досліджень, що проводяться на станції «Академік Вернадський».

Єдине інформаційне середовище даних антарктичних досліджень складається з трьох основних компонент:

- портал ДУ НАНЦ – середовище для збереження та представлення інформації, що стосується роботи ДУ НАНЦ (інформація про напрямки досліджень, експедиції на станцію Академік Вернадський, видавничу діяльність, нормативні документи, архів новин та ін.);
- модуль опису результатів антарктичних досліджень – середовище, що дозволяє не лише зберігати кінцеві результати антарктичних досліджень, а й задавати та зберігати специфічні метаописи кожного результату дослідження. Таке середовище дає змогу представити результати антарктичних досліджень згідно з вимогами SCAR. Використання такого модулю допомагає передавати результати антарктичних досліджень на портал NASA;

Рис. 1. Взаємодія компонентів єдиного інформаційного середовища даних антарктичних досліджень

- сховище антарктичних даних – середовище, що дозволяє зберігати та отримувати доступ до усіх первинних («сирих» даних) та вторинних (результатів досліджень) даних. Таке сховище становить ядро Національного центру антарктичних даних.

Національний центр антарктичних даних є інтеграцією двох компонент: компоненти опису результатів антарктичних досліджень для передачі на портал NASA та сховище антарктичних даних (рисунок 1).

Розробка та впровадження Національного центру антарктичних даних вирішить завдання збору, обробки, передачі та представлення даних результатів антарктичних досліджень.

Основним завданням, вирішення якого описано у пропонованій роботі, є створення сховища антарктичних даних, що забезпечить зберігання усієї інформації за всіма напрямками досліджень, що проводяться в ДУ НАНЦ та суміжних організаціях.

Головними завданнями, які необхідно вирішити в рамках створення сховища антарктичних даних, є:

1) запропонувати класифікацію антарктичних даних;

2) розробити макет Національного центру антарктичного даних (сховище антарктичних даних, інтегроване зі сховищем результатів антарктичних досліджень для порталу NASA);

3) розробити структуру сховища даних за напрямками досліджень;

4) встановити автоматизований зв'язок між порталом ДУ НАНЦ та сховищем;

5) розробити технологію підтримки гетерогенної інфраструктури (порталу ДУ НАНЦ та сховища) для зберігання даних.

У даній статті описана реалізація перших трьох завдань.

2. Підхід до класифікації великих об'ємів даних

У ході виконання роботи постала задача класифікації великих об'ємів даних, які мали різну форму (документи, зображення, медіа файли, файли з специфічним розширенням).

Важливою рисою ефективної роботи є швидкий доступ до необхідних ресурсів. Однією з задач, що постала перед нами, стала систематизація матеріалів ДУ НАНЦ.

Систематизована інформація значно краще сприймається і запам'ятовується людиною. Знайти потрібні відомості в систематизованому сховищі набагато простіше й швидше, обробляти систематизовані дані легше. Залежно від поставленої задачі систематизація інформації може зводитися до її аналізу, структурування, упорядкування, формалізації, класифікації, кластеризації, типологізації або до комбінації декількох з цих процедур.

Загалом, під систематизацією інформації розуміється свого роду класифікація всіх документів за різними групами. Систематизація інформації включає:

— методи пошуку і накопичення інформації;

— класифікацію та індексування інформації;

— способи доступу до інформації;

— способи подання інформації.

Необхідно обрати найбільш зручний для даної предметної області метод систематизації інформації, той чи інший тип класифікації (або сукупність таких типів). Найчастіше всі дані розподіляються відповідно до номінальної, предметної, тематичної, хронологічної, авторської і архівної класифікації:

1) номінальна систематизація – розподіл документів по їх типу (текстові звіти, бінарні файли, фото- та відео-матеріали, Matlab-графіки та інші файли);

2) предметна систематизація – розподіл за належністю документа до якоїсь конкретної справи (наприклад, матеріали, отримані під час експедиції: фото- та відео-файли, звіти та інші файли);

3) тематична систематизація – групування даних за загальною тематикою (біологічні, медичні дослідження, дослідження іоносфери та інші);

4) хронологічна систематизація інформації – розподіл документів за датою їх створення;

5) авторська систематизація – за прізвищем вченого чи фахівця, що є автором документа;

6) архівна − за термінами зберігання документації.

Систематизація інформації передбачає обробку інформації з метою приведення її до певного виду та представлення інформації, що дозволяє користувачеві у певний спосіб використовувати інформацію. В результаті обробки інформація розміщується в певному порядку, набуває якоїсь завершеної форми, наповнюючись певним змістом і значенням. Обробка інформації створює образи, форми, які користувач може розпізнати і які розуміє певним чином. При цьому відбувається процес

зведення комплексу даних до спрощених структурованих категорій, кожна з яких займає певне місце в загальному масиві даних (Методы, 2016).

Варто відмітити один з важливих аспектів поставленої перед нами задачі: при розробці автоматизованих інформаційних систем (починаючи від інформаційно-пошукових систем, закінчуючи системами робототехніки) процеси сприйняття, кодування, передачі і зберігання інформації мають певну специфіку. Враховуючи, що інформація, розміщена на ресурсі, специфічна і представлена файлами різного формату, необхідно було підібрати оптимальний варіант структурування даних та спосіб їх збереження на порталі.

Існують різні способи структурування даних:

— модель даних на основі записів;

— об'єктно-орієнтована модель;

— фізична модель.

Кожен метод має свої особливості розбиття даних.

Фізичні моделі даних описують те, як дані зберігаються на комп'ютері, представляючи інформацію про структуру записів, їх упорядкованість та існуючі шляхи доступу (Базы, 2000).

Об'єктно-орієнтована модель даних основана на поняттях об'єктно-орієнтованого програмування: дані представлені у вигляді об'єктів, для яких визначені не лише властивості, а й методи. Дана модель використовується для зберігання даних, що мають складну структуру та дозволяють визначити функції їх обробки. Проте натепер об'єкто-орієнтовані бази даних лише починають розвиватись, вони досить складні для розуміння користувача та в більшості випадків мають занадто низьку швидкодію.

При використанні моделі даних на основі записів база даних складається з декількох записів фіксованого формату, які можуть мати різні типи. Кожен тип запису визначає фіксовану кількість полів, кожне з яких має фіксовану довжину.

Існують три основні типи логічних моделей даних на основі записів:

— реляційна модель даних;

— мережева модель даних;

— ієрархічна модель даних.

Реляційна модель характерна тим, що дані представлені у вигляді набору логічно зв'язаних таблиць – відношень. Ця модель сьогодні є основною формою зберігання даних. Реляційна модель має ряд переваг, зокрема: простота і доступність для розуміння користувачем, повна незалежність структури даних від прикладних програм та ін. Проте далеко не всі дані можуть бути представлені у вигляді таблиць: оскільки дані ДУ НАНЦ мають різний формат і подекуди специфічне розширення, ми були змушені відмовитись від використання реляційної моделі.

Обрана для організації даних ДУ НАНЦ ієрархічна модель даних (рис. 2) будується за принципом підпорядкованості між елементами даних і характеризується деревоподібною структурою, яка складається з вузлів (сегментів) і дуг (гілок). Дерево в ієрархічній структурі впорядковане за правилами його сегментів і гілок: на верхньому рівні — один кореневий (вихідний) сегмент; сегмент другого рівня, породжений, залежить від першого, вихідного; доступ до кожного породженого (крім кореневого) здійснюється через його вихідний сегмент; кожний сегмент може мати кілька примірників конкретних значень елементів даних, а кожний елемент породженого сегмента пов'язаний із примірником вихідного і створює один логічний запис; примірник породженого сегмента не може існувати самостійно, тобто без кореневого сегмента; при вилученні примірника кореневого сегмента вилучаються також усі підпорядковані та взаємопов'язані з ним примірники породжених сегментів (Глоба Л. С., 2007).

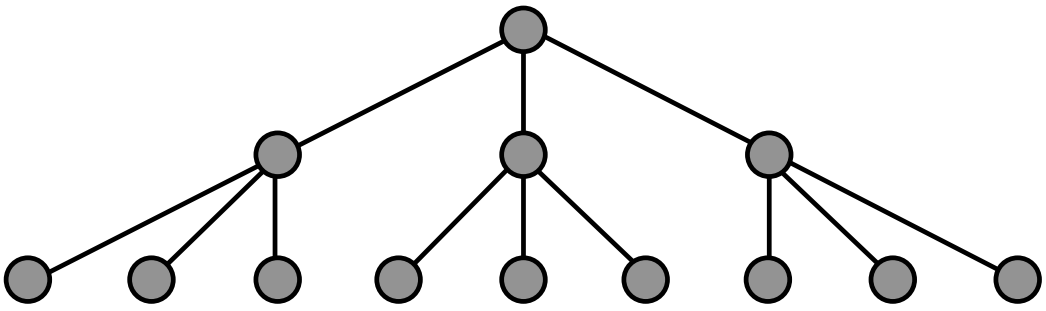


Рис. 2 Ієрархічна модель організації даних

3. Класифікація антарктичних даних за напрямками досліджень

У процесі розробки сховища антарктичних даних виникла задача розробки класифікації антарктичних даних за наступними напрямками досліджень:

1) геомагнетизм;
2) метеорологічні дослідження;
3) дослідження іоносфери;
4) біологічні дослідження;
5) медичні дослідження.

Головним інструментом при розробці класифікації даних, без сумніву, є спілкування з фахівцями, які працюють у даній організації, адже вони, як ніхто інший, розуміють, яка саме інформація необхідна для їхньої роботи, та яку роль відіграють ті чи інші дані на тлі загальної інформаційної картини. Тому, щоб зрозуміти, як саме організувати дані, котрі повинні зберігатися на порталі ДУ НАНЦ, у процесі роботи проводилися зустрічі з представниками ДУ НАНЦ, що працюють за кожним з зазначених вище напрямків. Для кожного напрямку було детально оговорено вимоги до класифікації даних та проаналізовано дані, розміщені в існуючій на даний момент системі зберігання даних ДУ НАНЦ.

Варто зазначити, що початкова задача передбачала створення сховища первинних даних, отриманих безпосередньо зі станції. В результаті роботи стало зрозумілим, що необхідне створення загального сховища інформаційних надбань ДУ НАНЦ, що включає як і так звані «сирі» дані, так і річні звіти та публікації науковців та фахівців ДУ НАНЦ.

Як результат, згідно з представленнями користувачів, для кожного з напрямків досліджень було розроблено унікальні концептуальні моделі даних, які максимально відповідають поставленим вимогам.

Класифікація антарктичних даних є основою для структуризації та систематизації даних антарктичних досліджень. Саме згідно з розробленою класифікацією дані відображаються для кінцевого користувача при роботі з інтерфейсом відповідного модулю на порталі (інтерфейс, що дозволяє здійснювати пошук, перегляд та збереження даних антарктичних досліджень) (Структурирование, 2016). Класифікація антарктичних даних виконувалася на основі рекомендацій науковців, які є відповідальними за певний напрям наукових досліджень.

В рамках кожного напрямку виділено підтипи досліджень (від трьох до п’яти рівнів углиб ієрархії).

Наприклад, так представлено класифікацію даних за напрямками досліджень Геомагнетизм та Біологія:

Геомагнетизм

- *Оригінальні дані*
  - ⇒ Роки
    - ✓ Дані варіометра
      - ➢ LEMI-08 №2 (MDZ)
      - ➢ LEMI-08 №16 (XOY)
    - ✓ POS – 1
    - ✓ Абсолютні вимірювання
- *Оброблені дані*
  - ⇒ Роки

Біологічні дослідження

- ✓ Відео
  - ➢ 1 УАЕ (1996)
  - ➢ 2 УАЕ(1997)
  - ➢ ……
- ✓ Звіти
  - ➢ Звіти УАЕ з станції
    - ○ Річні звіти → Роки

- Місячні звіти → Роки → Місяці
- Звіти сезонних експедицій → Роки
- Звіти виконувачів НТР → Роки
  - Харківський національний університет ім.Каразіна
  - Інститут молекулярної біології і генетики НАН України
  - УНЦ «Інститут біології» КНУ ім.Шевченка

✓ Статті
- Тварини
  - Безхребетні тварини
  - Хребетні тварини
- Рослини
- Екологія
- Віруси
- Інше

✓ Фотографії
- 1 УАЕ (1996)
- 2 УАЕ(1997)

4. Організація даних на порталі ДУ НАНЦ

Наступним етапом роботи стала технічна реалізація розробленої класифікації даних та розміщення її на порталі ДУ НАНЦ. Така реалізація задає інтерфейс для відображення структури сховища антарктичних даних за напрямками досліджень.

На порталі ДУ НАНЦ відповідно до затвердженої класифікації даних було розроблено зручну ієрархію даних, яка згодом за необхідності може бути з легкістю відредагована користувачами, що мають відповідні права.

Доступ на портал ДУ НАНЦ мають лише зареєстровані користувачі. Для дослідників, що працюють за кожним з напрямків, було створено облікові записи, котрі занесено до Матриці доступу співробітників. Матриця доступу описує, в якій галузі працює даний користувач. Відповідно, він має право на додавання, видалення та редагування даних лише за своїм напрямком досліджень.

Класифікація даних представлена у вигляді деревовидного списку. Верхній рівень класифікації містить п’ять категорій відповідно до напрямків досліджень, що проводяться фахівцями ДУ НАНЦ (рис. 3).

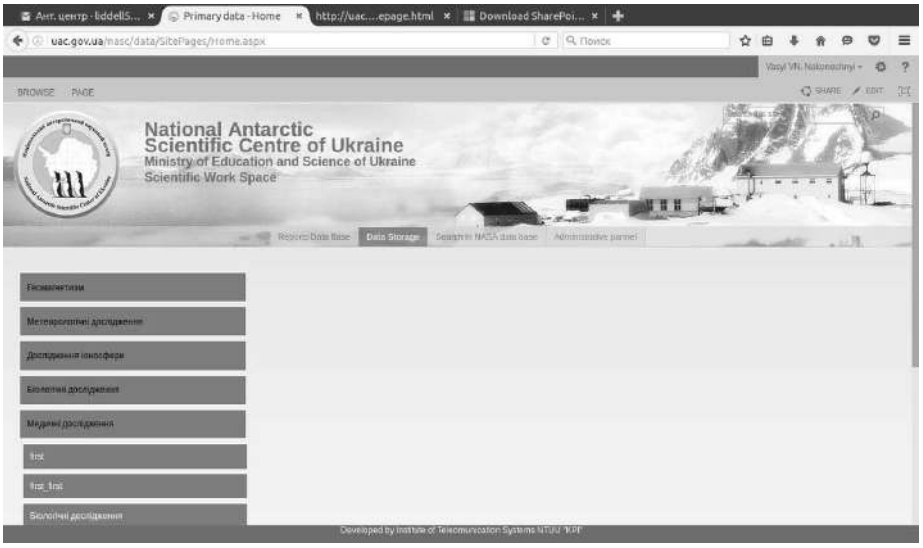


Рис. 3. Класифікація даних на порталі ДУ НАНЦ: верхній рівень організації даних

Як приклад, розглянемо класифікацію даних за напрямком досліджень Геомагнетизм. Як зазначалось раніше, дані було доцільно класифікувати на первинні дані, отримані безпосередньо зі станції, та вже опрацьовані. Класифікація описує другий рівень ієрархії даних.

Оскільки апаратне забезпечення, що використовується на станції для проведення відповідних вимірів, за двадцять років роботи станції змінювалося, було прийнято рішення провести подальшу класифікацію первинних даних по роках і для кожного року вказати, які саме виміри проводились і які технології при цьому використовувались (рис. 4).

Первинні дані у сфері геомагнетизму − це бінарні файли, файли, та файли зі специфічним розширенням, котрі вимагають для перегляду певного програмного забезпечення.

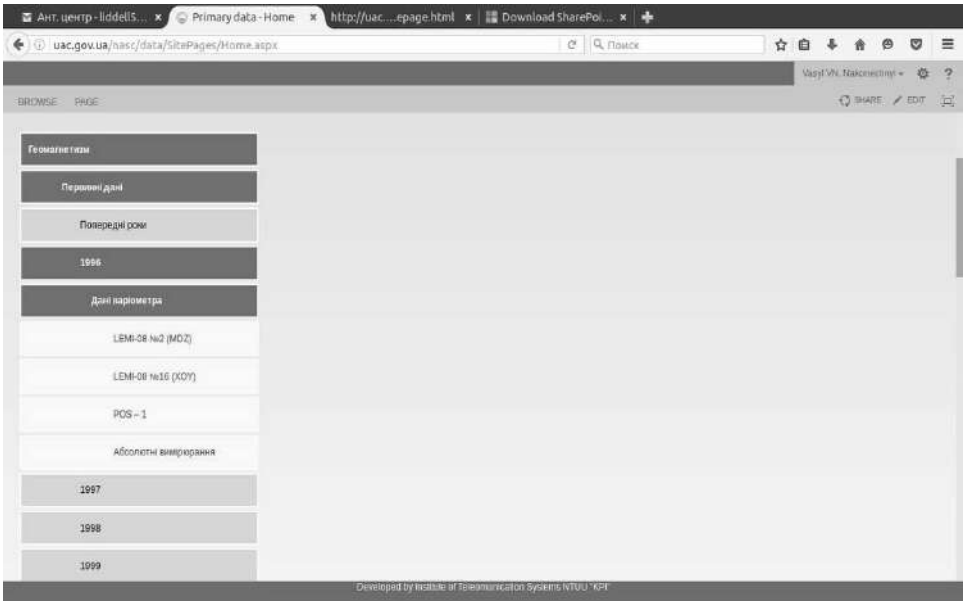


Рис. 4. Приклад класифікації первинних даних на порталі ДУ НАНЦ

Оброблені дані також класифікуються по роках: це, загалом, річні та місячні звіти, звіти експедицій (рис. 5).

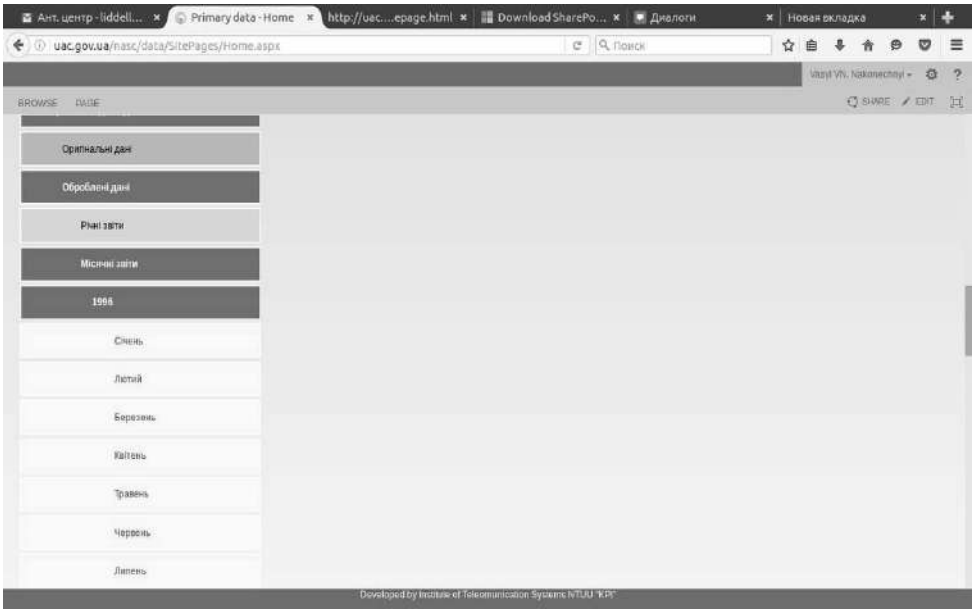


Рис. 5. Приклад класифікації оброблених даних на порталі ДУ НАНЦ

5. Висновок

У роботі запропонована класифікація антарктичних даних, які будуть розміщуватись на порталі ДУ НАНЦ з метою підвищення ефективності доступу до результатів досліджень, проведених на станції «Академік Вернадський».

Проведено систематизацію даних антарктичних досліджень. Відповідно до запропонованої класифікації розроблено структуру сховища антарктичних даних, що забезпечить зберігання усієї інформації за всіма напрямками досліджень, які проводяться в ДУ НАНЦ та суміжних організаціях.

На порталі ДУ НАНЦ розроблено інтерфейс користувача та відповідне функціональне меню, за допомогою якого науковці зможуть з легкістю знайти необхідні дані за різними напрямками досліджень.

Список літератури

1. **Базы** данных: Проектирование, реализация и сопровождение. Теория и практика // М. : Вильямс, 2000. − 1093 с. Первое издание. Учебник.
2. **Глоба Л. С.** Створення та обробка баз даних / Л. С. Глоба, М. Ю. Терновой // К., 2007.
3. **Глоба Л. С.** Создание единого информационного пространства данных антарктических исследований / Л. С. Глоба, І. В. Мороз, Р. Л. Новогрудская, К. С. Мочалкина, І. О. Кузін // Український Антарктичний Журнал, № 10−11, 2011, С. 343−351.
4. **Методы** систематизации информации [Електронний ресурс]. – Електрон. текстові дані. – Режим доступу: новыйспособ.рф/методы-систематизации-информации. Дата доступу: 14.12.2016
5. **Новогрудська Р. Л.** Системний підхід до моделювання порталу «Національний центр антарктичних даних» / Р. Л. Новогрудська, Н. В. Дерманська // Український Антарктичний Журнал. − №14. – 2015, С. 238—245.
6. **Структурирование** данных: что делать с интернетом? [Електронний ресурс]. – Електрон. текстові дані. – https://habrahabr.ru/post/143577/ Дата доступу: 09.12.2016

УКРАЇНСЬКИЙ АНТАРКТИЧНИЙ ЖУРНАЛ
УАЖ, №15, 221—227 (2016)

УДК 004.4

МЕХАНИЗМ ЗАГРУЗКИ И ОТОБРАЖЕНИЯ ДОКУМЕНТОВ АНТАРКТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА БАЗЕ BLOB STORAGE

А. И. Омельченко[1], Л. С. Глоба[1], И. В. Мороз[2]

[1]Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», Інститут телекомунікаційних систем, пр. Індустріальний, 2, Київ, Україна 03056,
e-mail: a_omelcehnko@outlook.com, lgloba@its.kpi.ua
[2]Державна установа Національний антарктичний науковий центр МОН України;
e-mail: morozko21_63@mail.ru

Реферат. Работа посвящена повышению структурированности, надежности хранения, повышению скорости доступа к данным антарктических исследований Национального центра антарктических данных (НЦАД) за счет создания хранилища данных на базе технологии Azure BLOB Storage от компании Microsoft. Проведен анализ показателей, которые определяют эффективность доступа к «облачным ресурсам», определены основные критерии. Проведен детальный обзор технологии организации «облачного» хранилища от компании Microsoft. Рассмотрены основные технические особенности технологии хранения BLOB-объектов. Предложены алгоритмы загрузки данных Государственного учреждения Национальный антарктический научный центра (ГУ НАНЦ) в хранилище Azure, а также алгоритм их отображени

Механізм завантаження та відображення документів антактичних досліджень на базі BLOB STORAG
А. І. Омельченко, Л. С. Глоба, І .В. Мороз

Реферат. Робота присвячена підвищенню структурованості, надійності зберігання, підвищенню швидкості доступу до даних антарктичних досліджень Національного центру антарктичних даних (НЦАД) за рахунок створення сховища даних на базі технології Azure BLOB Storage від компанії Microsoft. Проведено аналіз показників, які визначають ефективність доступу до «хмарних ресурсів», визначено основні критерії. Проведено детальний огляд технології організації «хмарного» сховища від компанії Microsoft**.** Розглянуто основні технічні особливості технології зберігання BLOB-об'єктів. Запропоновано алгоритми завантаження даних Державної установи Національний антарктичний науковий центр (ДУ НАНЦ) до сховища Azure та алгоритм їх відображення.

The process of loading and displaying documents of Antarctic research based on BLOB STORAGE
A.I. Omelchenko, L.S. Globa, I. V. Moroz

Abstract. The work is dedicated to increasing the structuring, storage reliability and fast access to data of Antarctic Research of the National Antarctic Data Centre based on Azure BLOB Storage technology from Microsoft. The analysis of the indicators to determine the access efficiency to "cloud resources," to find the main criteria. A detailed over-

view of the main features of “cloud” storage technologies from Microsoft is presented. The basic definition of storage technology BLOB-objects is determined. Data loading algorithms for State Institutions National Antarctic Scientific Center in Azure storage and their submission are proposed.

Key words: Antarctic bibliography, Antarctic research, Antarctica, Ukraine, Ukrainian Antarctic Research Expedition, Vernadsky Station, BLOB-storage, Azure, cloud, algorithms, storage.

1. Вступ

В соответствии с Резолюцией 4.1 XXII ATCM 1998 года ученые Государственного учреждения Национальный антарктический научный центр (ГУ НАНЦ), как и ученые двадцати стран мира, проводят исследования в Антарктиде, получают уникальные данные, для которых необходимо гарантировать достоверность, сохранность, а также предоставлять к ним доступ в соответствии с утвержденным регламентом.

Исследования проводятся в разнообразных отраслях науки, таких как зоология, геология, океанология и пр. За период пребывания исследователей в Антарктиде формируется большое количество уникального, неструктурированного, и, в связи с условиями среды, не воспроизводимого материала, хранящегося в Национальном центре антарктических данных (НЦАД). [1] Данные исследований описывают текущее состояние и условия в Антарктиде, имеют разнообразный формат и представление:

— результаты измерений;
— фотоматериал;
— видеоданные;
— аудиофайлы.

В связи с уникальностью данных возникает необходимость обеспечить их структурированность, надежность хранения и быстрый доступ к ним широкому кругу ученых, научным учреждениям в Украине, а также заинтересованным зарубежным научным организациям [2].

Для хранения данных исследований в Антарктиде возможно использовать разные схемы хранения: наращивать ресурсы собственного Дата Центра, использовать ресурсы «облачных» хранилищ данных, а также использовать ресурсы удаленного Дата Центра в Украине. В статье проведен анализ возможных характеристик доступа к информации для «облачных» хранилищ данных ведущих компаний, их предоставляющих.

2. Анализ показателей производительности при доступе к «облачным» ресурсам

Критерием выбора способа хранения являются требования к условиям хранения информации по антарктическим исследованиям:

— скорость записи данных;
— скорость считывания данных;
— скорость удаления данных;
— время отклика при обращении к информации, что особенно критично для «облачных» сервисов.

С целью определения возможности использования «облачных» ресурсов были проанализированы результаты тестирования ресурсов хранения, предоставляемых компаниями Microsoft, Amazon, Google [3].

Первым тестом выполнялась проверка на скорость записи данных. «Облачное» хранилище Microsoft показало лучшие результаты в тестах на скорость записи данных (любого типа) в 14 из 23 отдельных тестов. На втором и третьем месте с большим отставанием находились Amazon и Google.

Результаты тестирования при чтении данных (как в целом, так и с файлами размера > 1МБ) из «облачного» хранилища также показывают преимущество по скорости для платформы Microsoft, с достаточно большим отставанием на втором месте идет Amazon, за которым следуют другие вендоры с примерно одинаковыми результатами. Результаты тестирования чтения файлов размером более одного мегабайта приблизительно равны, с небольшим отставанием за Microsoft следуют Amazon и Google.

При проведении тестирования по скорости удаления файлов также имеется значительное преимущество для «облачного» хранилища от Microsoft. На втором месте с большим отставанием Amazon, на третьем – Google.

Тестирование по времени отклика при обращении к информации, хранящейся в «облачном» хранилище, а также реакции сервисов было измерено из расчета времени ответа на запросы операций чтения/записи/удаления за период в 30 дней. Сервис Microsoft продемонстрировал лучшие результаты по среднему значению (0.48 секунды). С небольшим отставанием в результатах на втором месте идет Amazon, далее с большим отставанием располагаются другие облачные вендоры.

Из проведенных тестов видно, что Microsoft занимает лидирующие позиции в большинстве проведенных тестов, поэтому в дальнейшем рассматривается технология организации «облачного» хранилища от компании Microsoft.

3. Технология организации «облачного» хранилища от компании Microsoft

Рассмотрим службу хранения на базе облачных технологий от Microsoft Azure ─ хранилище BLOB-объектов Azure.

Хранилище BLOB-объектов Azure — это служба хранения большого количества неструктурированных данных объектов в облаке, таких как текстовые или двоичные данные (например, документы, файлы мультимедиа или установщики программных компонент), к которым можно получить доступ практически из любой точки мира по протоколу HTTP или HTTPS.

Хранилища BLOB-объектов или хранилища объектов можно использовать для предоставления данных в открытом доступе или для конфиденциального хранения данных, генерируемых прикладным программным обеспечением.

Наиболее частые способы использования хранилища BLOB-объектов:

— обслуживание изображений или документов непосредственно в браузере;

— хранение файлов для распределенного доступа;

— потоковая передача видео и аудио;

— хранение резервных копий и восстановление данных, аварийное восстановление и архивация;

— хранение данных для анализа локальной службой или службой, размещенной в Azure.

Исходя из способов использования хранилища BLOB-объектов для хранения данных и функциональных возможностей можно сделать вывод о соответствии данной технологии требованиям хранения данных антарктических исследований, выдвигаемых при создании НЦАД.

3.1. Основные понятия службы BLOB-объектов

Объекты BLOB представляются в двоичном формате, который является универсальным. Объект данных исследований является унифицированным представлением данных, которые имеют различные форматы и структуру представления.

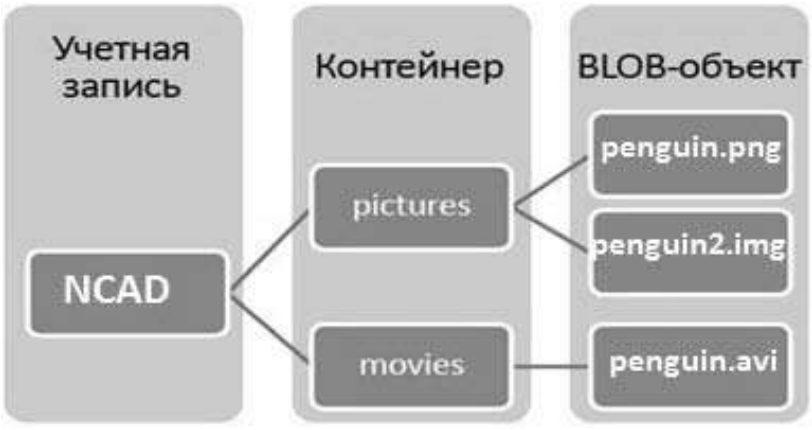


Рис 1. Компоненты службы BLOB-объектов

• **Учетная запись хранения**. Весь доступ к хранилищу Azure осуществляется с помощью учетной записи хранения. Это может быть учетная запись хранения общего назначения или учетная запись хранилища BLOB-объектов**,** специально предназначенная для хранения больших двоичных объектов и других объектов.

• **BLOB-объект**. Файл любого типа и размера. Служба хранилища Azure предлагает три типа больших двоичных объектов: блочные, страничные и добавочные.

— *Блочные BLOB-объекты* используют для хранения текстовых и двоичных файлов, таких как документы и файлы мультимедиа. Добавочные большие двоичные объекты схожи с блочными BLOB-объектами, так как состоят из блоков, однако они оптимизированы для операций добавления и поэтому полезны для сценариев ведения журнала. Один блочный BLOB-объект или добавочный большой двоичный объект может содержать до 50 000 блоков размером до 4 МБ каждый с общим размером немного более 195 ГБ (4 МБ X 50 000).

— *Страничные BLOB-объекты* могут иметь размер до 1 ТБ. Они более эффективны для частых операций чтения и записи. Виртуальные машины Azure используют страничные BLOB-объекты в качестве дисков данных и дисков операционной системы.

— *Добавочные BLOB-объекты* оптимизированы для операций добавления.

• **Контейнер**. В контейнере группируется набор BLOB-объектов. Все BLOB-объекты должны содержаться в контейнере. Учетная запись может содержать неограниченное число контейнеров. Контейнер может хранить неограниченное количество больших двоичных объектов. Все знаки в имени контейнера должны быть строчными.

Служба хранилища Azure по умолчанию защищает данные, ограничивая доступ к учетной записи пользователя, который владеет ключами доступа к учетной записи. При необходимости предоставить доступ к данным больших двоичных объектов в своей учетной записи хранения важно сделать это без ущерба для безопасности ключей доступа к учетной записи. Кроме того, существует возможность зашифровать данные больших двоичных объектов, чтобы обеспечить их безопасную отправку по сети в службу хранилища Azure.

3.2 Разграничение доступа для «облачного» хранилища Azure

Данные антарктический исследований необходимо разграничить по определенным правилам доступа (направлениям исследований), например, биологические данные исследований необходимо предоставить только для специалистов-биологов. Технология «облачного» хранилища Azure позволяет реализовать это требование с помощью средств разграничения доступа.

По умолчанию данные больших двоичных объектов в учетной записи хранения доступны только владельцу учетной записи хранения, а также для проверки подлинности запросов к хранилищу BLOB-объектов используют ключ доступа к учетной записи. Существует два варианта предоставления другим пользователям доступа к данным больших двоичных объектов:

• **анонимный доступ**: предоставить общий анонимный доступ к контейнеру или его большим двоичным объектам;

• **подписанные URL-адреса**: предоставить клиентам подписанный URL-адрес (SAS), который обеспечивает делегированный доступ к ресурсу в учетной записи хранения пользователя. Для этого доступа существует возможность указать разрешения и интервал времени доступа.

Служба позволяет настраивать и давать доступ к любому объекту в хранилище или его ограничивать.

Azure поддерживает шифрование больших двоичных объектов данных на стороне клиента и сервера.

— клиентская библиотека службы хранилища для .NET поддерживает шифрование данных в клиентском прикладном программном обеспечении перед их отправкой в службу хранилища Azure и расшифровку данных во время скачивания. Библиотека также поддерживает интеграцию с хранилищем ключей Azure для управления ключами учетной записи хранения.

— на стороне сервера: с помощью этой функции служба хранилища Azure автоматически шифрует данные перед сохранением в хранилище и расшифровывает их перед извлечением. Шифрование, расшифровка и управление ключами полностью прозрачны для пользователей.

Управление метаданными антарктических исследований реализовано в рамках портала ГУ НАНЦ на базе SharePoint 2013[7]. Элементы хранятся в списках, каждый элемент имеет уникальный идентификатор. Такое построение хранилища позволит изолировать данные исследований от их метаданных (рис. 2). В такой реализации в составе метаданных будут хранится ссылки на данные

исследований, представленные в виде объектов НЦАД, что позволит реализовать простое управление объектами, их копирование и восстановление при необходимости. [8]

Рис 2. Архитектура взаимодействия SharePoint с Azure Blob Storage

4. Алгоритмы доступа

4.1. Алгоритм отправки в «облачное» хранилище больших двоичных объектов [8]

Последовательность действий для отправки больших двоичных объектов представлена ниже на рис. 3:

1. Для отправки файла большого двоичного объекта в контейнер необходимо получить ссылку на контейнер.
2. Полученную в пункте 1 ссылку необходимо использовать для получения ссылки на большой двоичный объект.
3. Получив ссылку на большой двоичный объект, необходимо отправить в него любой поток данных.
4. Отправка потока данных создает большой двоичный объект, если его не существует, или заменяет его, если он существует.

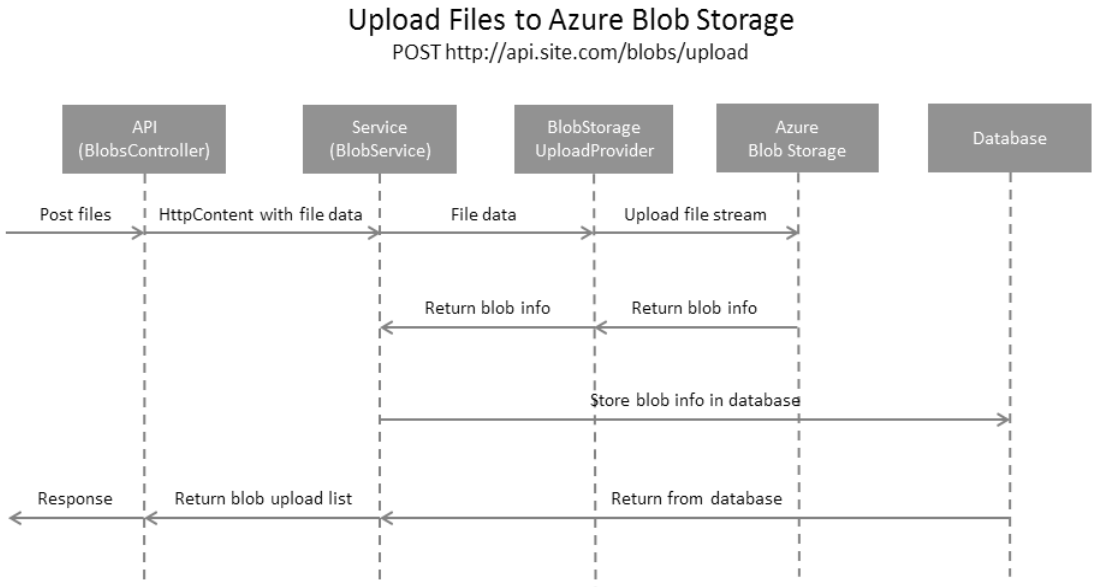


Рис. 3. Отправка BLOB-объекта в контейнер.

4.2. Алгоритм получения пользователем из «облачного» хранилища больших двоичных объектов [9].

Последовательность действий для скачивания больших двоичных объектов представлена ниже на рис 4.:

1. Для загрузки BLOB-объектов сначала нужно получить ссылку на BLOB-объект.
2. Далее необходимо вызвать метод для загрузки потока данных**.**
3. Метод для загрузки потока данных используется для переноса содержимого большого двоичного объекта в объект потока, который затем можно сохранить в локальном файле или отобразить на веб странице.

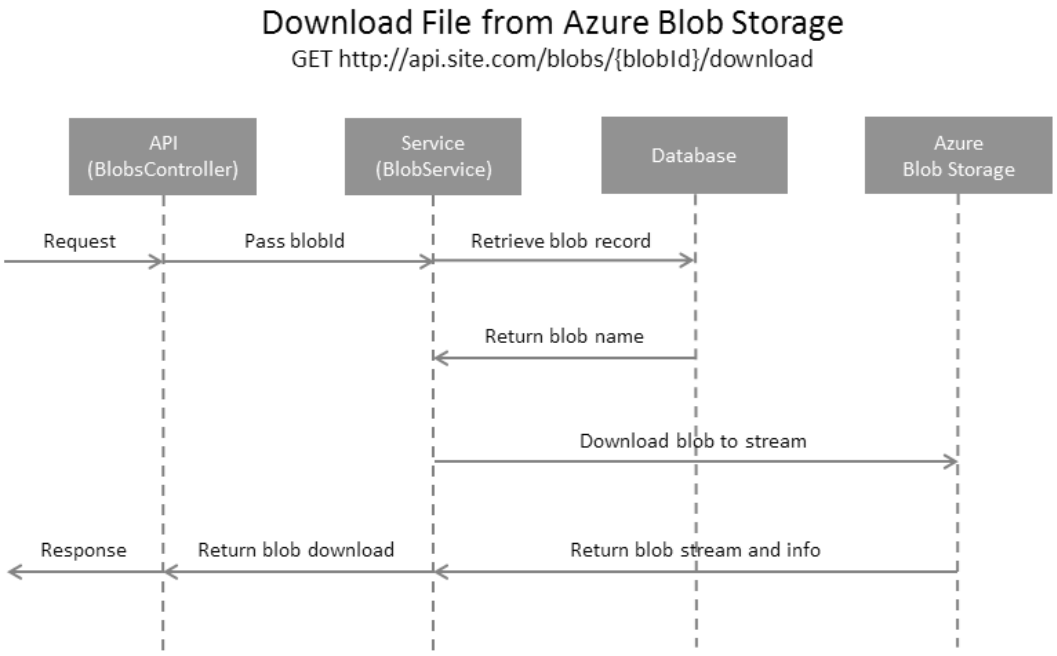


Рис. 4. Загрузка BLOB-объекта с контейнера.

Исходя из рассмотренных функциональных компонент и программных средств можно сделать вывод, что служба хранения Blob объектов позволяет решить поставленные задачи хранения неструктурированного значительного объема данных и обеспечить безопасность хранения, которая необходима для уникальных исследований ГУ НАНЦ в Антарктиде.

Выводы

1. Служба хранилища Azure, основанная на способах использования хранилища BLOB-объектов для хранения данных и их функциональных возможностях, является универсальным и удобным способом хранения данных исследований в Антарктиде.
2. Задачу конфиденциальности, быстрого доступа и разграничения прав доступа на данные исследования между учеными и научными учреждениями Украины, а также зарубежными научными организациями, решает интеграция портала ГУ НАНЦ и хранилища Azure с помощью стандартных средств SharePoint.
3. Рассмотрены алгоритмы загрузки в «облачное» хранилище и получения из него больших двоичных объектов, которые учитывают конфиденциальность данных исследований в Антарктиде.
4. На основании теоретических исследований и представленных алгоритмов передачи и хранения данных реализуется прикладное программное обеспечение для автоматической загрузки и отображения результатов исследований в Антарктиде.

Список літератури

1. **Глоба Л. С.,** Мороз І. В., Новогрудская Р.Л., Мочалкина К. С., Кузін І. О. Создание единого информационного пространства данных антарктических исследований, Український Антарктичний Журнал, № 10−11, 2011, с. 343−351.
2. **Глоба Л. С.** Оптимізація функціонування порталу НАНЦ при роботі з гетерогенними даними / Л. С. Глоба, В. М. Наконечний, Р. Л. Новогрудська, О. О. Привар // VII Міжнародна Антарктична Конференція «Антарктичні дослідження: нові горизонти та пріоритети», Київ, 2015. – С.101.
3. **Cloud storage:** How do Amazon, Google and Microsoft stack up? Режим доступу: http://www.techrepublic.com/article/cloud-storage-how-do-amazon-google-and-microsoft-stack-up/ Дата доступу: 30 серпня 2016.
4. **Глоба Л. С.** Модель Интернет-портала Национального Центра Антарктических Данных / Л. С. Глоба, И. А. Кузин, К. С. Мочалкина, Р. Л. Новогрудская // Прикладные интеллектуальные системы, основанные на семантических сетях: Тр. междунар. Конференции OSTIS-2012, 16-18 февр. 2012 г., Минск, Белоруссия. – Минск, 2012. – С. 501–506.
5. **Новогрудська Р. Л.** Інформаційно-комунікаційне середовище співробітника НАНЦ / Р. Л. Новогрудська, Я. І. Федяй // X Міжнародна Науково-технічна Конференція «ПРОБЛЕМИ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ 2016», 9.04-22.04.2016 р. Київ, Україна. – Київ, 2016. – С. 375–377.
6. **Microsoft** about Share Point 2013 [Електронний ресурс] – Електр. текстові дані. – Режим доступу: http://technet.microsoft.com/en-us/library/cc303422.aspx. Дата доступу: 25 березня 2016.
7. **Олексенко А. О.,** Глоба Л. С., Новогрудська Р. Л. Розробка процедури публікації метаданих в українському антарктичному центрі. Сьома міжнародна науково-технічна конференція «Проблеми телекомунікацій» : збірник тез. К.: НТУУ «КПІ», 2013, – С. 165-167.
8. **Upload** and Download files from Azure Storage [Електронний ресурс] – Електр. текстові дані. – Режим доступу: https://blogs.msdn.microsoft.com/webapps/2014/09/24/upload-and-download-files-from-azure-storage/ Дата доступу: 30 серпня 2016.
9. **Upload** and Download files from Azure Storage [Електронний ресурс] – Електр. текстові дані. – Режим доступу: http://www.intstrings.com/ramivemula/articles/file-upload-and-download-to-azure-blob-storage/ Дата доступу: 30 червня 2016.
10. **NASA** portal. Global change master directory – Режим доступу: http://gcmd.nasa.gov/ – Дата звернення: 07.12.2016.

УКРАЇНСЬКИЙ АНТАРКТИЧНИЙ ЖУРНАЛ
УАЖ, №15, 228—242 (2016)

ПРИРОДООХОРОННИЙ РЕЖИМ АНТАРКТИКИ: ДОСЯГНЕННЯ І ПРОБЛЕМИ (ДО 25-РІЧЧЯ ПІДПИСАННЯ МАДРИДСЬКОГО ПРОТОКОЛУ)

А. П. Федчук

Державна установа Національний антарктичний науковий центр МОН України, 01601 Київ, бульв. Тараса Шевченка, 16, тел. (0-44) 246-38-80, E-mail: andriyf@gmail.com

Реферат. Відзначення у 2016 році 25-річчя підписання Протоколу про охорону навколишнього середовища до Договору про Антарктику (Мадридського протоколу) є зручною нагодою оцінити ефективність реалізації його положень в рамках вивчення більш масштабного питання еволюції режиму природокористування Антарктики і вирішення проблеми забезпечення дієвої охорони навколишнього природного середовища Південної полярної області, що наразі є одним з першочергових завдань держав-Сторін Договору про Антарктику. У статті критично аналізуються правові інструменти, які ухвалені на Консультативних нарадах з Договору про Антарктику і складають основу природоохоронного режиму регіону. Основна увага приділена розгляду положень і структури Мадридського протоколу та його невід'ємних додатків, а також організаційно-правових інструментів, розроблених його виконавчим органом – Комітетом з охорони навколишнього середовища (механізм застосування оцінки впливу на навколишнє середовище, заходи з охорони флори і фауни, попередження інтродукції немісцевих видів; уникнення забруднення морського середовища; утилізація і видалення відходів; функціонування системи підохоронних районів). У поточному десятилітті викликами для забезпечення дієвої охорони навколишнього природного середовища Антарктики є як суспільно-політичні (розширення національних науково-експедиційних програм, зокрема, створення нових об'єктів наукової та транспортної інфраструктури; подальше зростання міжнародної туристичної діяльності), так і природничі виклики, зумовлені змінами у навколишньому середовищі (зміни клімату і скорочення шельфових льодовиків, проникнення немісцевих біологічних видів). З огляду на це, першочерговими завданнями природоохоронного режиму визначено: впровадження дієвого механізму мінімізації кумулятивного впливу антропогенної діяльності на навколишнє середовище Антарктики, міжнародне співробітництво у питанні поширення нових станцій; активніше застосування на практиці так званого попереджувального підходу при плануванні та здійсненні антарктичної діяльності; вдосконалення застосування процедури ОВНС для всіх видів діяльності (як для науково-дослідницької діяльності і супутніх транспортно-логістичних операцій, так і для комерційної туристичної діяльності); а також подальше систематичне розгортання репрезентативної мережі підохоронних районів. Запроваджене Комітетом стратегічне планування своєї роботи розглядається як організаційно-аналітичний інструмент, який дозволить зосередитись на екологічних проблемах, що потребують нагального вирішення з врахуванням їхнього пріоритету.

Природоохранный режим Антарктики: достижения и проблемы (к 25-летию подписания Мадридского протокола)
А. П. Федчук

Реферат. Празднование в 2016 году 25-летия подписания Протокола об охране окружающей среды к Договору об Антарктике (Мадридского протокола) является удобной возможностью оценить эффективность реализации его положений в рамках изучения более масштабного вопроса эволюции режима природопользования Антар-

ктики и решения проблемы обеспечения эффективной охраны окружающей природной среды Южной полярной области, что в настоящее время является одной из первоочередных задач государств-Сторон Договора об Антарктике. В статье критически анализируются правовые инструменты, которые принятые на Консультативном совещании по Договору об Антарктике и составляют основу природоохранного режима региона. Основное внимание уделено рассмотрению положений и структуры Мадридского протокола и его неотъемлемых приложений, а также организационно-правовых инструментов, разработанных его исполнительным органом – Комитетом по охране окружающей среды (механизм применения оценки воздействия на окружающую среду, меры по охране флоры и фауны, предупреждение интродукции неместных видов; избежание загрязнения морской среды; утилизация и удаление отходов; функционирования системы охраняемых районов). В текущем десятилетии вызовами для обеспечения эффективной охраны окружающей природной среды Антарктики является как общественно-политические (расширение национальных научно-экспедиционных программ, в частности, создание новых объектов научной и транспортной инфраструктуры; дальнейший рост международной туристической деятельности), так и естественные вызовы, обусловленные изменениями в окружающей среде (изменения климата и сокращение шельфовых ледников, проникновение неместных биологических видов). Учитывая это, в качестве первоочередных задач природоохранного режима Антарктики определены: внедрение действенного механизма минимизации кумулятивного влияния антропогенной деятельности на окружающую среду; международное сотрудничество в вопросе распространения новых станций; активное применение на практике так называемого упреждающего подхода при планировании и осуществлении антарктической деятельности; совершенствование применения процедуры ОВОС для всех видов деятельности (как для научно-исследовательской деятельности и сопутствующих транспортно-логистических операций, так и для коммерческой туристической деятельности); а также дальнейшее систематическое развертывание репрезентативной сети охраняемых районов. Введенное Комитетом стратегическое планирование своей работы рассматривается как организационно-аналитический инструмент, который позволит сосредоточиться на насущных экологических проблемах, требующих неотложного решения с учетом их приоритета.

Antarctic environmental management: achievements and challenges (on the 25th anniversary of the Madrid Protocol)
P. Fedchuk

Abstract. The 25th anniversary of the signing of the Protocol on Environment Protection to the Antarctic Treaty (the Madrid Protocol), to be celebrated in 2016, provides a great opportunity to assess the effectiveness of the implementation of its provisions within the scope of the larger issues on evolution of the Antarctic environmental management and protection, which currently is one of the priorities for the Antarctic Treaty Parties. This article critically examines the environmental legal tools adopted at the Antarctic Treaty Consultative Meetings. The main attention is paid to the analysis of the provisions and structure of the Madrid Protocol and its Annexes, as well as institutional and procedural tools developed by its executive body – the Committee for Environment Protection, CEP (such as the application of Environmental Impact Assessments, conservation of flora and fauna, avoiding pollution of the marine environment, waste management, establishing procedures for area protection and management). The current challenges related to effective Antarctic environmental protection are both human (the extension of national scientific expeditions programs, including the creation of new scientific facilities and transport infrastructure, further growth of international tourism activities) and natural challenges due to changes in the environment (climate change and reducing sea ice, the introduction of non-native biological species). Thus, the outstanding issues of the Protocol implementation are the following: providing an effective mechanism to reduce the cumulative impact of human activities on the Antarctic environment; international cooperation related to the proliferation of stations; more active practical application of the precautionary approach in planning and carrying out Antarctic activities; strengthen the environmental impact assessment process for both governmental scientific and non-governmental commercial activities; and further systematic development of the representative Antarctic protected areas network. The CEP's multi-year strategic work plan is considered as an organizational and analytical tool focused on environmental issues that should be urgently settled on a priority basis.

Key words: environmental management and protection, Antarctic legal regime, Committee for Environment Protection, Environmental Impact Assessments, Antarctic protected areas, strategic planning

1. Вступ

Унікальність і водночас надзвичайна цінність Антарктики випливають з її ізольованого географічного положення. Специфіка Південної полярної області полягає не тільки в тому, що тут знаходиться єдиний континент, не порушений людською діяльністю, де повністю відсутні промисловість, сільське господарство, розвинені транспортні системи і урбанізовані поселення, а й у наявності середовища існування для екстремальних видів флори і фауни. Тісно пов'язані між собою біоло-

гічні види Антарктики утворюють екосистеми, які дуже вразливі до зовнішнього впливу, який в інших широтах може виявитися цілком допустимим (Preconditions, 2016).

Міжнародна спільнота вже давно визнала за Антарктикою роль головної світової науково-дослідної лабораторії, яка забезпечує можливість проникнення в сутність низки нагальних проблем, з якими сьогодні стикається людство. Так, більш глибоке розуміння питань зміни клімату багато в чому було отримано завдяки даним спостережень кліматичних змін в Антарктиці у поєднанні з результатами досліджень її льодового покриву і осадових відкладів (Summary, 2016). Сьогодні вже немає сумнівів у тому, що наукова цінність Антарктики безпосередньо залежить від стану збереженості її навколишнього середовища. Відтак, кінцева мета міжнародно-правого режиму Антарктики полягає у гармонізації прагматичних національних інтересів (пов'язаних з подальшим освоєнням ресурсів) і усесторонньою охороною та збереженням її природнього середовища в інтересах всього людства (Antarctic, 1986).

За результатами вивчення звітів Консультативних нарадах Договору про Антарктику (КНДА), а також робочих та інформаційно-довідкових матеріалів Комітету з охорони навколишнього середовища (КОНС) зроблено спробу оцінити, наскільки чинний міжнародно-правовий режим Антарктики просунувся у досягненні вказаної вище мети. Для цього у першій частині статті розглянуто становлення природоохоронного режиму Антарктики до 1991 року і передумови підписання Протоколу про охорону навколишнього середовища до Договору про Антарктику (Мадридського протоколу). Далі висвітлено основні положення і структуру самого Мадридського протоколу і його невід'ємних додатків, що сформувалась за останні 25 років (1991−2016 роки). Показано роботу його виконавчого органу – Комітету з охорони навколишнього середовища (який водночас є основним дорадчим органом КНДА); окремо проаналізовано його основні здобутки – організаційно-правові інструменти, розроблені на виконання положень Мадридського протоколу. В заключній частині статті наведено основні виклики перед природоохоронним режимом Антарктики і першочергові завдання на поточне десятиліття, аналізуються можливі підходи до подальшого розвитку КОНС.

2. Становлення природоохоронного режиму Антарктики (до 1991 року)

Договір про Антарктику 1959 року – головний системоутворюючий документ сучасного міжнародно-правового режиму Антарктики – є першим післявоєнним договором, що стосується регіону планетарного масштабу за межами юрисдикції жодної держави, і спрямований на вирішення низки важливих геополітичних питань, таких як контроль над озброєнням, відтермінування територіальних претензій, забезпечення свободи наукових досліджень і міжнародного співробітництва з цією метою. Водночас Договір про Антарктику не регулює питання природокористування в Антарктиці. Ця проблематика зазначена в ньому лише побіжно: у Статті IX Договору, яка встановлює порядок скликання Консультативних нарад, зазначається, що такі наради повинні розглядати, серед іншого, і питання охорони та збереження живих ресурсів Антарктики. Відтоді, з 1961 по 2016 рік, на КНДА було ухвалено понад 70 правових актів (рекомендацій, рішень, резолюцій), які формують сучасний природоохоронний режим Антарктики (Fedchuk, 2012).

Першим таким знаковим актом стали Узгоджені Заходи зі збереження фауни і флори Антарктики, ухвалені на 3-й КНДА у 1964 році, через три роки після набуття чинності Договору про Антарктику. Цей документ, що складається з 14 статей, підкреслював наукове значення і унікальний характер фауни і флори регіону, а також встановлював порядок взаємодії сторін у питаннях сприяння проведенню наукових досліджень, охорони природного середовища та забезпечення раціонального використання флори і фауни Антарктики. Зокрема, в Узгоджених Заходах встановлено спеціальні правила видачі дозволів на будь-яке вилучення місцевих видів ссавців або птахів (у тому числі з науковою метою); вперше визначаються категорії "особливо підохоронні види" і "особливо підохоронні райони" для територій, що становлять винятковий науковий інтерес і потребують спеціального контролю за інтродукцією немісцевих біологічних видів. Система підохоронних районів постійно вдосконалювалась і до 1991 р. були визначені такі категорії районів: райони особливої охорони (1964 р.); історичні місця та пам'ятки (1968 р.); ділянки особливого наукового інтересу (1972 р., у т.ч. морські ділянки – 1987 р.); райони особливого туристичного інтересу (1975 р.); райони обмеженого доступу (1989 р.); райони планування багатопрофільного використання (1989 р.).

Загалом, Узгоджені Заходи забезпечили основу для управління навколишнім середовищем Антарктики протягом майже 30 років, допоки вони не були замінені більш всеосяжним Протоколом про охорону навколишнього середовища до Договору про Антарктику.

У 1972 році на спеціальній дипломатичній нараді в Лондоні 12 держав, які на той час були Консультативними Сторонами Договору про Антарктику, ухвалили Конвенцію про збереження ан-

тарктичних тюленів, що стало першим кроком до створення власне правової системи, бо до того часу міжнародно-правовий режим регіону складався по суті тільки з одного Договору про Антарктику і рекомендацій КНДА. Не дивлячись на те, що на момент прийняття Конвенції комерційний промисел антарктичних тюленів практично не здійснювався (окремі види тюленів були неконтрольовано винищені ще у XIX ст.), принципове значення Конвенції полягало у заповненні суттєвих прогалини Договору про Антарктику, розширюючи головним чином співробітництво між сторонами як географічно, так і змістовно (Fedchuk, 2012). По-перше, співробітництво між сторонами було поширено на морський простір Південного океану в межах 60° пд.ш. (положення самого Договору про Антарктику стосуються виключно материка та шельфових льодовиків). По-друге, на прикладі антарктичних тюленів була продемонстрована можливість досягнення взаємоприйнятного рішення щодо комерційної експлуатації морських біоресурсів.

У 1975 р. учасники 9-ї КНДА розпочали вивчати і обговорювати заходи з охорони і раціонального використання усієї морської фауни Антарктики, а не лише окремих біологічних видів. Через два роки делегати ухвалили Рекомендацію IX-2 (1977), яка містила рішення про початок розробки нової угоди – Конвенції про збереження морських живих ресурсів Антарктики. У заключному звіті 9-ї КНДА зазначалось, що поняття збереження, закладене у Конвенцію, включає раціональне використання. Проте режим, встановлений Конвенцією, виключатиме механізм розподілу вилову чи інші заходи економічного регулювання промислу без належного наукового обґрунтування. Цей документ був одним з перших договорів стосовно морського промислу, в якому було закріплено екосистемний підхід до управління експлуатацією рибних ресурсів і закладено основу для визначення морських підохоронних районів.

Одночасно з встановленням режиму збереження морських живих ресурсів розпочався складний і тривалий процес пошуку шляхів досягнення компромісу у питанні освоєння мінеральних ресурсів Антарктики. На кінець 1960-х років технічний розвиток світової видобувної промисловості вже дозволяв здійснювати попередні розвідувальні роботи в полярних регіонах, тому низка видобувних компаній Австралії, Нової Зеландії, Великої Британії та США звернулась до урядів своїх держав за роз'ясненнями перспектив здійснення комерційної розвідки в Антарктиці. Це стало формальним приводом для початку обговорення питання освоєння мінеральних ресурсів Антарктики на КНДА. Консультативні Сторони розуміли необхідність завчасного вироблення правил освоєння мінеральних ресурсів в Антарктиці до того як окремі країни чи транснаціональні корпорації в односторонньому порядку розпочнуть нерегульований видобуток корисних копалин. Такий перебіг подій, безумовно, посилив би ризик відновлення суперництва, знятого у свій час Договором про Антарктику.

Вперше Консультативні Сторони порушили питання освоєння мінеральних ресурсів Антарктики на 6-й КНДА у 1970 році в м. Токіо (Японія), однак не дійшли узгодженого рішення з цього питання. Тільки 11 років потому, на 11-й КНДА в м. Буенос-Айресі (Аргентина), Консультативні Сторони ухвалили рішення про проведення спеціального КНДА з вироблення режиму, що регулює розробку мінеральних ресурсів Антарктики. Знадобилося ще шість років (з 1982 по 1988 роки) і чотири спеціальні Консультативні наради для того, щоб підготувати узгоджений текст Конвенції з регулювання освоєння мінеральних ресурсів Антарктики (КРОМРА). Конвенція була ухвалена на Заключній сесії Четвертого Спеціального КНДА, що проходила в 1988 році у м. Веллінгтоні (Нова Зеландія) усіма Консультативними Сторонами, які на той момент складали 18 держав.

Однак після відкриття цієї Конвенції для ратифікації, вона не знайшла підтримки в урядах Австралії та Франції, тому так і не набула чинності. Справа в тому, що у 1970-80-х роках минулого століття в багатьох розвинених країнах світу активно почав розвиватися суспільний природоохоронний рух. В деяких державах, в тому числі у Консультативних Сторонах Договору про Антарктику, подібний суспільний рух був перетворений на політичні партії, які стали суттєво впливати на внутрішню і зовнішню політику своїх урядів. Це сприяло створенню необхідної основи для правового закріплення природоохоронних принципів як у національному законодавстві, так і у міжнародному праві (Preconditions, 2016).

Очевидно, що промисловий видобуток корисних копалин невідворотно спричинив би значний і тривалий вплив на природнє середовище. Найбільш вразливими були б вільні від льоду прибережні ділянки, які через свою відносно легку доступність стануть місцями базування об'єктів інфраструктури гірничо-видобувної промисловості. Розробка родовищ і пов'язана з цим транспортно-логістична діяльність можуть суттєво вплинути або навіть повністю знищити місцеву наземну флору і фауну. В першу чергу це стосується морських птахів і ссавців, які розмножуються на узбережжі або на шельфових льодовиках. Найбільш значний довгостроковий вплив на навколишнє середовище мали б аварії танкерів, які спричинили би витік нафти у екологічно вразливих прибережних акваторіях (COMNAP, 1999). Через особливі фізико-географічні умови Антарктики повне відновлення прибережних районів після таких аварій тривало би десятиліттями. Цілком ймовірно, що в

результаті експлуатації родовищ корисних копалин природні комплекси окремих районів Антарктики стали би невідворотно зміненими і не підлягали би відновленню взагалі (The Antarctic, 2011).

Попри те що основний зміст КРОМРА, на перший погляд, суперечить завданням охорони навколишнього середовища Антарктики, ретельне вивчення тексту цього документа свідчить про зворотне (Preconditions, 2016). Конвенція, у разі набуття чинності, стала би новаторським міжнародним договором з експлуатації природних ресурсів, в якому знайшли б своє відображення і були б реалізовані більшість основних міжнародно-правових принципів охорони навколишнього середовища. Зокрема, Конвенція встановлює раціональний режим експлуатації ресурсів; обмежує шкідливий вплив господарської діяльності на природне середовище; забезпечує механізм створення підохоронних районів; регулює питання міжнародного співробітництва. Конвенція зобов'язує своїх учасників до початку освоєння мінеральних ресурсів проводити оцінку потенційного впливу такої діяльності на навколишнє середовище Антарктики. У Конвенції знайшов відображення принцип попереднього повідомлення, обміну інформацією та взаємних консультацій щодо можливих небажаних наслідків для навколишнього середовища. Крім того, Конвенція передбачала конкретні заходи з матеріальної відповідальності за шкоду, заподіяну довкіллю. Як буде показано далі, всі ці положення були перенесені до Протоколу про охорону навколишнього середовища до Договору про Антарктику, остаточний текст якого було підготовлено в ході 11-ї Спеціальної КНДА (м. Мадрид, 1991 рік), тобто всього через два роки після відмови від КРОМРА.

Це Рішення Сторін Договору про Антарктику стало важливою віхою в історії освоєння Антарктики і становлення її природоохоронного режиму (An Unprecedented, 2016). Так, у статті 2 Мадридського протоколу зазначено, що Сторони беруть на себе відповідальність за всеосяжну охорону навколишнього середовища Антарктики та залежних від неї і пов'язаних з нею екосистем, і проголошують Антарктику природним заповідником, призначеним для миру і науки. Останнє положення суттєво розширило основні принципи Договору про Антарктику, який, як було вказано вище, визначав цей регіон тільки демілітаризованою зоною, призначеною для наукових досліджень та міжнародного співробітництва з цією метою.

3. Основні положення і структура Мадридського протоколу

Мадридський протокол як міжнародна договір був ретельно продуманий – його статус як протоколу до Договору про Антарктику та район його дії (на південь від 60-ї паралелі південної широти) був покликаний посилити сам Договір про Антарктику, а також зміцнити всю правову систему управління регіоном в цілому (25 Years, 2016).

Мадридський протокол не тільки закріплював правила охорони навколишнього середовища, а й накладав певні обмеження на здійснення діяльності в регіоні. Наріжним каменем Мадридського протоколу, безумовно, є стаття 7, яка забороняє будь-яку діяльність, пов'язану з мінеральними ресурсами, за винятком наукових досліджень. Ця заборона є найбільш рішучим заходом щодо охорони навколишнього середовища Антарктики (Summary, 2016). Відповідно до статті 25 Протоколу, перегляд або зняття заборони на промислову розробку родовищ та видобуток корисних копалин можливі не раніше 2048 року (тобто після 50 років з дати набуття чинності Протоколу) і за умови набуття чинності юридично обов'язкового режиму освоєння мінеральних ресурсів Антарктики, що включає погоджені заходи для визначення того, чи прийнятна така діяльність і на яких умовах. Усвідомлюючи важливість цього положення, на 39-й КНДА (м. Сантьяго, 2016 рік) делегати ухвалили спеціальну Резолюцію з нагоди відзначення 25-річчя підписання Мадридського протоколу, у якій Консультативні сторони вкотре підтвердили свою прихильність до цієї основоположної вимоги протоколу.

Незважаючи на свою виняткову важливість, Стаття 7 є лише складовою частиною (однією з 27 статей) Мадридського протоколу. Сам же Протокол в цілому є правовою базою для забезпечення всеохоплюючої охорони навколишнього середовища Антарктики. Основою Мадридського протоколу є комплекс природоохоронних принципів, які доповнюються низкою цільових додатків, що містять більш детальні правила і положення (25 Years, 2016).

Основні принципи Мадридського протоколу зводяться до таких ключових положень:

— визначення Антарктики як природного заповідника, призначеного для миру і науки;

— запровадження заборони на розробку родовищ і промисловий видобуток корисних копалин в районі дії Договору про Антарктику;

— охорона навколишнього середовища є основною вимогою, що враховуються при плануванні і здійсненні всіх видів діяльності в Антарктиці;

— плануванню і здійсненню всіх видів діяльності в Антарктиці повинна передувати оцінка впливу такої діяльності на навколишнє середовище Антарктики;

— для будь-якої діяльності до початку її здійснення мають бути складені плани дій з реагування у надзвичайних ситуаціях.

Мадридський протокол підписано 4 жовтня 1991 року. Він набув чинності 14 січня 1998 року, після того, як був затверджений урядами всіх Консультативних сторін. За чверть століття до 26 держав, які підписали Мадридський протокол, приєдналися ще 11 держав.

Наразі Мадридський протокол має шість цільових додатків, які є невід'ємною частиною протоколу та його законодавчою базою. Додатки I-IV були ухвалені у 1991 році разом з Протоколом і набули чинності у 1998 році. Вони регулюють питання здійснення оцінки впливу діяльності на навколишнє середовище, охорони флори і фауни, запобігання забрудненню морського середовища, а також видалення і управління ліквідацією відходів відповідно.

Додаток V, що регулює питання визначення і управління підохоронними районами, був схвалений окремо на 16-й КНДА (м. Бонн, Німеччина, 1991 рік) і набув чинності у 2002 році. Додаток VI стосовно матеріальної відповідальності, що виникає в результаті надзвичайних екологічних ситуацій, було ухвалено на 28-й КНДА (м. Стокгольм, 2005 рік), він набуде чинності після його затвердження усіма Консультативними Сторонами.

Додаток I "Оцінка впливу на навколишнє середовище". Додаток конкретизує одні з основоположних принципів Мадридського протоколу про те, що плануванню і здійсненню всіх видів діяльності в Антарктиці повинна передувати оцінка впливу такої діяльності на навколишнє середовище Антарктики (процедури ОВНС). Такий документ повинен містити достовірні відомості про:

– обсяг діяльності, включаючи місце, тривалість та інтенсивність її проведення;

– кумулятивний вплив заявленої діяльності з урахуванням інших видів діяльності в районі дії Договору про Антарктику;

– наявність технологій і процедур, безпечних для навколишнього середовища;

– можливість проведення моніторингу ключових параметрів навколишнього середовища і компонентів екосистем для виявлення будь-якого негативного впливу заявленої діяльності; раннього попередження про такі впливи і забезпечення необхідного корегування у процесі здійснення діяльності відповідно до результатів моніторингу;

– можливості для швидкого і ефективного реагування на надзвичайні ситуації, особливо ті, що мають потенційні наслідки для навколишнього середовища.

Ключовим елементом ОВНС є виконаний у матричному вигляді прогноз очікуваного впливу заявленої діяльності на всі компоненти природного середовища і розроблений на його основі ефективний комплекс заходів з мінімізації антропогенного впливу. Причому Мадридським протоколом передбачено три ступені впливу на навколишнє середовище:

1) менш ніж незначний або короткочасний вплив (запланована діяльність може здійснюватися без додаткових процедур ОВНС);

2) незначний або короткочасний вплив (вимагається підготовка Попередньої оцінки впливу на навколишнє середовище до початку здійснення такої діяльності);

3) більш ніж незначний або короткочасний вплив (вимагається підготовка Всебічної оцінки впливу на навколишнє середовище до початку здійснення такої діяльності).

Усі проекти Всебічної оцінки навколишнього середовища (ВОНС) повинні бути доступні для загального ознайомлення і завчасно надані на розгляд КОНС до початку здійснення такої діяльності.

У 1999 році КНДА затвердили "Настанови з оцінки впливу на навколишнє середовище в Антарктиці" – один з перших інструментів природокористування, розроблений фахівцями КОНС. Документ формально має універсальний характер і розрахований для застосування як національними (урядовими) операторами, так і приватними компаніями, які планують різні види діяльності в Антарктиці. У 2005 році Настанови з ОВНС були доопрацьовані – до них були внесені додаткові вказівки для оцінки кумулятивного впливу, що виникає в результаті здійснення кількох видів діяльності на різних місцях одним або кількома національними чи приватними операторами (Sánchez, 2007).

Станом на 01 грудня 2016 року баз даних Секретаріату Договору про Антарктику (режим доступу – http://www.ats.aq) містить відомості про 41 ВОНС, 11 з яких стосуються будівництва або суттєвої реконструкції об'єктів науково-дослідницької інфраструктури, а 8 – виконання інших крупних наукових проектів. Ці документи ілюструють, які значні ресурси національні програми витрачають на планування своєї діяльності, і яким чином вони її здійснюватимуть, аби виконати комплекс заходів з мінімізації антропогенного впливу, закладений у розроблених ними ВОНС (Summary, 2016).

Додаток II "Збереження антарктичної фауни і флори". Ключовим положенням цього Додатку є вимога, згідно з якою будь-яке вилучення місцевих тварин або рослин, включаючи відбір зразків з науковою метою, а також інтродукція немісцевих біологічних видів допускається виключно на підставі спеціального дозволу, який видається у відповідності до національних процедур.

Іншим ключовим положенням Додатку є визначення поняття "особливо підохоронні види", до переліку яких включені місцеві види ссавців, птахів і рослин. Разом з тим, Додаток не містить критерії включення до цього списку або виключення з нього біологічних видів, так само як і механізмів управління та захисту видів, занесених до цього списку. З метою унормування цих питань КОНС у 2005 році розробив "Настанови з розгляду пропозицій щодо внесення біологічних видів до переліку особливо підохоронних видів" відповідно до критеріїв МСОП (Sánchez, 2007). В результаті застосування цих Настанов у 2006 році з цього переліку були вилучені антарктичний морський котик (*Arctocephalus Gazella*) і субантарктичний котик (*Arctocephalus tropicalis*). Таке рішення було ухвалене на підставі рекомендацій Наукового комітету з антарктичних досліджень (СКАР), згідно з якими ці два види вже відновили свою популяцію після минулої надмірної експлуатації. В найближчі роки очікуються рекомендації СКАР щодо екологічного стану південного гігантського буревісника (*Macronectes giganteus*), пінгвінів (*Eudyptes chrysolophus*) та інших видів. Крім того, Додаток II було переглянуто у 2009 році для уточнення положень щодо охорони безхребетних видів.

На виконання положень цього Додатку КОНС також розробив такі практичні інструменти природокористування, як "Настанови зі здійснення повітряних операцій поблизу скупчень птахів в Антарктиці" та "Вказівки щодо попередження інтродукції немісцевих біологічних видів", які містять практичні процедури, покликані мінімізувати порушення живої природи, спричинені роботою транспорту в Антарктиці.

Додаток III "Видалення і управління ліквідацією відходів" зобов'язує операторів усіх видів діяльності мінімізувати об'єм відходів, вироблених або утилізованих в Антарктиці. Крім того, він визначає порядок ліквідації звалищ відходів на вільних від льодовика ділянках, які утворилися до підписання Мадридського протоколу; правила утилізації відходів життєдіяльності людини і використання сміттєспалювальних установок, а також містить вимогу розробляти плани з організації збору і видалення відходів. Крім того, в Антарктику забороняється ввезення деяких речовин, наприклад, поліхлорованих біфенілів (ПХБ), пакувальних матеріалів з полістиролу і пестицидів.

На виконання положень цього Додатку КОНС розробив "Настанови з прибирання відходів і очищення місць колишньої антропогенної діяльності". У звіті Комітету керівників національними антарктичними програмами (COMNAP, 2012) наводиться 31 приклад ремонтно-відновлюваних робіт 16 національних антарктичних програм за 1999–2011 роки за такими категоріями: очищення старих захоронень відходів; демонтаж будівлі і аварійного притулку; рекультивація свердловини; очищення загального сміття; виведення з експлуатації паливних ємкостей; видалення або заміна резервуарів для зберігання нафтопродуктів на станціях.

Додаток IV "Запобігання забрудненню морського середовища" забороняє викид із суден у море шкідливих рідких речовин, пластмас та іншого сміття відповідно до Міжнародної конвенції із запобігання забрудненню з суден (МАРПОЛ 73/78). Згідно з цим Додатком Сторони Договору про Антарктику повинні розробити плани дій у надзвичайних ситуаціях, пов'язаних із забрудненням морського середовища в районі дії Договору про Антарктику.

На виконання положень цього Додатку делегати КНДА на підставі рекомендацій КОНС ухвалили Резолюцію 3 (2005), яка рекомендує урядам, що використовують споруди для наливного зберігання нафтопродуктів без додаткової захисної оболонки, замінити їх цистернами з подвійною обшивкою або обладнати належними захисними дамбами і скласти відповідні плани дій у разі витоку нафтопродуктів. За погодженням з Міжнародною морською організацією КНДА також ухвалило рішення щодо обмеження використання мазуту в антарктичних водах і своєю Резолюцією 3 (2006) затвердило Посібник із заміні баластних вод в районі дії Договору про Антарктику.

Додаток V "Охорона і правління районами" визначає два типи територій з особливим режимом – Антарктичні райони особливої охорони (АРОО) та Антарктичні райони особливого управління (АРОУ).

Будь-які території Антарктики можуть бути визначені як АРОО з метою охорони виняткових екологічних, наукових, історичних чи естетичних цінностей, поєднання цих цінностей або захисту поточних чи запланованих наукових досліджень. Відповідно до Рішення 2 (2002), усі раніше створені райони особливої охорони та ділянки особливого наукового інтересу перейменовані та перенумеровані як АРОО. З іншого боку, Антарктичні райони особливого управління створюються з метою планування і координації різних видів діяльності у межах окреслених територій (акваторій), мінімізації кумулятивного впливу на навколишнє середовище (в результаті "накладання" різних видів діяльності) та вдосконалення міжнародного співробітництва.

Для таких районів зі спеціальним статусом обов'язково затверджуються Плани управління, де зазначається дозволена діяльність, умови доступу і пересування територією, а також вимоги до звітності після її відвідування. Основними структурними елементами Плану управління є функціо-

нальне зонування, яке передбачає управління різними типами територій, що входять до складу АРОУ, а також порядок (умови і обмеження) здійснення конкретних видів діяльності в їх межах. Остаточний план управління АРОУ напрацьовується в результаті взаємних консультацій, проведених між усіма зацікавленими Консультативними Сторонами Договору про Антарктику. Крім того, Додаток містить визначення історичних місць та пам'яток з метою збереження артефактів, які мають визнану історичну цінність. Для цього КОНС розробив Настанови щодо поводження з історичними об'єктами, зведеними до 1958 року, чиї існування або поточне місцезнаходження наразі не встановлене (м. Санкт-Петербург, 2001 рік).

На засіданнях КОНС тривалий час були дискусії щодо затвердження відповідної методології та критеріїв, які слід застосовувати для визначення підохоронних територій, за результатами яких на спеціальному засіданні КНДА (м. Гаага, 2000 рік) було схвалено Настанови із забезпечення рамкових засад формування системи підохоронних районів, передбачених статтею 3 Додатку V. Ретельно виписані в документі критерії та процедури покликані унормувати роботу з виявлення територій (акваторій), потенційно придатних для надання їм статусу АРОО за допомогою метода аналізу екологічного ризику. Аналогічна робота має бути виконання і для розробки відповідних настанов щодо створення АРОУ, потенціал яких з часом буде тільки зростати, з огляду на географічне поширення та подальшу диверсифікацію антропогенної діяльності в Антарктиці (Orheim, 2011). Крім того, фахівцями КОНС розроблені методичні рекомендації зі створення АРОО і підготовки та розгляду їх планів управління, а також вказівки для здійснення інспекцій створених АРОО та АРОУ.

Оскільки чинні плани управління для вже створених АРОО та АРОУ підлягають регулярному перегляду, левова частка усіх рішень, ухвалених Консультативними Сторонами у 1991-2000 рр. (Fedchuk, 2012), стосуються питань розгляду і затвердження планів управління такими районами. Станом на 01 грудня 2016 року база даних Секретаріату Договору про Антарктику містить відомості про 75 АРОО та 7 АРОУ (у 2007 році 1 АРОУ був скасований).

Додаток VI "Матеріальна відповідальність, що виникає в результаті надзвичайних екологічних ситуацій". Додаток містить низку обов'язкових заходів з попередження і реагування на надзвичайні екологічні ситуації в районі дії Договору про Антарктику, що виникають в результаті здійснення науково-дослідних програм, туристичної та іншої неурядової діяльності. У ньому обумовлюються правила, що визначають обсяг матеріальної відповідальності за спричинені ними надзвичайні екологічні ситуації, зокрема встановлюється розмір грошового відшкодування як урядових, так і неурядових операторів у разі невжиття ними належних заходів при виникненні надзвичайних екологічних ситуацій. Станом на 01 грудня 2016 року Додаток VI ратифікували 14 з 28 Консультативних Сторін Договору про Антарктику.

4. Роль та методи роботи Комітету з охорони навколишнього середовища

Заснування КОНС і визначення його компетенції є результатом імплементації положень статей 11−12 Мадридського протоколу. Починаючи з першого засідання в м. Тромсьо (Норвегія) у 1998 році, відтоді як протокол набув чинності, КОНС регулярно надає Консультативним нарадам з Договору про Антарктику рекомендації щодо виконання Мадридського протоколу, ефективності ухвалених правових актів, необхідності перегляду, посилення чи вдосконалення таких актів, включаючи необхідність розроблення нових цільових додатків Мадридського протоколу.

Регламентом КНДА передбачено опрацювання двох категорій матеріалів. До першої належать робочі документи, які надаються Консультативними Сторонами і містять проекти правових актів, конкретні пропозиції чи рекомендації, які вимагають обов'язкового розгляду і прийняття відповідного рішення. До другої групи матеріалів належать: 1) інформаційні документи, надані Консультативними Сторонами та спостерігачами, які містять додаткову інформацію з порядку денного або доповнюють робочі документи; 2) документи Секретаріату, які сприяють проведенню КНДА або інформуванню його учасників (готуються з 2006 року відповідно до мандату, встановленого КНДА); і 3) допоміжні документи, підготовлені будь-яким учасником КНДА, які не виносяться на розгляд КНДА і надаються лише з метою формального інформування.

Робота КОНС характеризується поступовим зростанням кількості документів, які потребують опрацювання. Так, на Першому засіданні КОНС було розглянуто всього 12 робочих і 27 інформаційних документів, а вже на 13-те засідання КОНС у 2010 році було подано рекордну кількість робочих документів (48). У свою чергу, найбільшу кількість інформаційних документів було розглянуто під час проведення Міжнародного полярного року у 2007 році – 76 документів (рис. 1).

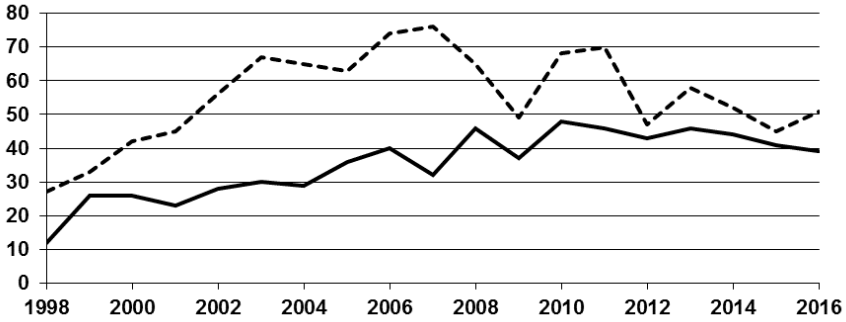


Рис. 1. Кількість робочих документів (нижня крива) та інформаційних документів (включаючи документи Секретаріату і допоміжні документи), які були розглянуті на щорічних засіданнях КОНС за 1998 −2016 роки.

Аналіз роботи КОНС свідчить про те, що делегати Комітету приділяли основну увагу питанням, які пов'язані з виконанням положень Додатків I, II та V Мадридського протоколу. Таким питанням було присвячено понад 75% всіх робочих документів, розглянутих у першому десятиріччі роботи КОНС з 1998 по 2007 рік включно – найбільш динамічний період роботи КОНС. Питанням, що стосуються Додатків III і IV, а також іншим пунктам порядку денного, приділялося менше уваги у зв'язку з тим, що на даний час природоохронні аспекти цих питань достатньо врегульовані національними та міжнародними процедурами, а інші аспекти розглядаються більш детально на самому засіданні КНДА і на засіданнях профільного експертного органу – Комітету керівників національними антарктичними програмами: це питання, які стосуються планування дій у надзвичайних ситуаціях, обміну інформацією, співпраці з іншими організаціями, а також питання біологічної розвідки (табл. 1).

Таблиця 1

Розподіл робочих та інформаційних документів за пунктами порядку денного засідань КОНС

Пункт порядку денного КОНС	Кількість робочих документів	Кількість інформаційних документів	Загальна кількість документів
Загальні питання роботи КОНС	14	17	31
Дотримання вимог Мадридського протоколу	11	180	191
Питання, що стосуються Додатку I: розгляд проектів ВОНС	11	29	40
Інші питання, що стосуються Додатку I	15	70	85
Питання, що стосуються Додатку II	23	27	50
Питання, що стосуються Додатку III	0	40	40
Питання, що стосуються Додатку IV	6	12	18
Питання, що стосуються Додатку V	152	82	234
Моніторинг навколишнього середовища	10	37	47
Доповіді про стан навколишнього середовища Антарктики	9	11	20
Звіти про міжнародні інспекції	4	1	5
Біологічна розвідка	0	11	11
Стратегічне планування роботи КОНС	2	2	2
Планування дій з реагування на надзвичайні ситуації	9	9	18
Дані та обмін інформацією	5	6	11
Співробітництво з іншими організаціями	1	21	22
Разом	272	554	826

Джерело (The Committee, 2005; Sanchez, 2007).

Значна кількість інформаційних документів, розглянутих за пунктом "Дотримання вимог Мадридського протоколу" пояснюється тим, що, відповідно до статті 17 протоколу Сторони зобов'язані надавати щорічні звіти з імплементації його положень. У свою чергу, велика кількість робочих документів за пунктом "Питання, що стосуються Додатку V" пов'язана з вимогою щонайменше раз на п'ять років переглядати плани управління існуючих районів особливої охорони чи управління, а також розглядати в установленому порядку пропозиції визначення нових районів з таким статусом.

За час роботи КОНС він направив на КНДА цілу низку рекомендацій, за результатами розгляду яких Консультативні Сторони ухвалили майже половину правових актів (Заходів, Рішень та Резолюцій). Більше того, понад 90% ухвалених після 1998 року Заходів (обов'язкових до виконання актів, які набувають чинності після їх затвердження усіма Консультативними Сторонами), що регламентують діяльність людини в Антарктиці, підготовлені за результатами роботи КОНС (Fedchuk, 2012).

5. Невирішені проблеми природоохоронного режиму

Реалізація положень Мадридського протоколу через описані вище процедури і настанови стала ключовим компонентом більшості антарктичних операцій за останні 25 років. Водночас природоохоронний режим Антарктики за вказаний період не зміг подолати низку взаємопов'язаних невирішених проблем, які лишаються його поточними викликами.

По-перше, мова йде про забезпечення дієвого механізму мінімізації кумулятивного впливу антропогенної діяльності на навколишнє середовище Антарктики (як це зазначено у статтях 3 і 6 протоколу). Незважаючи на те, що оцінка кумулятивного впливу і пов'язаний з цим екологічний моніторинг є необхідними компонентами процедур ОВНС, методологічні питання організації такої роботи залишаються слабо розробленими (Tin, 2009), в результаті чого питання збереження дикої природи лишається суто формальним для більшості операторів антарктичної діяльності (An Unprecedented, 2016; Hemmings, 2010).

Відповідно до статті 6 Мадридського протоколу, Консультативні Сторони взяли на себе зобов'язання співпрацювати при плануванні і здійсненні діяльності в районі дії Договору про Антарктику. Таке співробітництво включає, серед іншого, взаємні консультації щодо вибору місць розташування майбутніх станцій для того, щоб уникнути кумулятивного впливу, спричиненого їхньою надмірною концентрацією в певних районах, а також (там, де це доцільно) здійснювати спільні експедиції та спільно використовувати наукові станції. На практиці така співпраця в Антарктиці досі має вкрай мало достойних прикладів (Hemmings, 2011). За винятком Нідерландів, нові держави, що приєднуються до Договору про Антарктику і прагнуть набути статусу Консультативної Сторони, прагнуть мати свої власні наукові станції. Зокрема, Чехія, Бельгія, Індія, Китай, Південна Корея і Білорусь вже побудували або будують нові станції, ще низка станцій на стадії планування (ASOC, 2006; ASOC, 2004). Крім того, розширюється доступ в Антарктику повітряним шляхом: за останні роки було споруджено 11 постійних та тимчасових злітно-посадкових смуг (Orheim, 2011). Зведення таких об'єктів у поєднанні з експлуатацією маршрутів для санно-гусеничних переходів у глиб материка, утриманням польових таборів, аварійних укриттів та складів пального, є важливими джерелами нарощення кумулятивного впливу на навколишнє середовище Антарктики (ASOC, 2005).

Останнє суттєве розгортання науково-дослідницької діяльності в масштабах усього регіону відбулось під час Міжнародного полярного року у 2007−2008 роках, в рамках якого виконувалось понад 350 наукових проектів, з яких 286 (або 82%) передбачали проведення польових досліджень в Антарктиці протягом двох антарктичних літніх сезонів поспіль, а в результаті проведення 105 проектів було залишено для подальшого тривалого використання наукове обладнання та супутні об'єкти інфраструктури (ASOC, 2007). Незалежно від впливу на навколишнє середовище кожного окремого проекту, кумулятивний вплив усіх 350 проектів, включаючи відповідну матеріально-технічну діяльність, ще потребує належної оцінки, так само, як і сукупний вплив туристичної діяльності, масштаби і обсяги якої також суттєво зросли після 1991 року (Fedchuk, 2014).

По-друге, ширше застосування на практиці так званого попереджувального підходу, закладеного у принципах Мадридського протоколу. Зокрема, згідно з пунктом 2 (c) статті 3, будь-яка діяльність повинна плануватись і здійснюватися на основі інформації, достатньої для проведення попередніх оцінок і обґрунтованого заключення щодо її потенційного впливу на навколишнє середовище Антарктики. Це означає, що у разі недостатньої інформації у процесі прийняття рішень слід активніше застосовувати запобіжні заходи, передбачені протоколом для діяльності, що може здійснюватися виключно на підставі дозволу (включаючи часові або просторові обмеження для певних видів діяльності на певних територіях). Це, у свою чергу, стимулюватиме збір нових екологічних даних та

донесення результатів передових екологічних досліджень до відома керівництва національних антарктичних програм, відповідальних за прийняття рішень (An Unprecedented, 2016).

По-третє, як випливає з попереднього, невирішеною проблемою лишається номінальне виконання процедур ОВНС та їх адекватне застосування для всіх видів діяльності на належному рівні (ASOC, 2011). Показово, що за весь час існування Мадридського протоколу не було ухвалено жодного рішення про недопущення здійснення заявленої діяльності за результатами розгляду відповідної ВОНС. Це вказує на те, у процесі ОВНС де-факто встановлюється імператив дотримання суто адміністративної процедури, а не застосування ОВНС як практичного інструменту природокористування (Hemmings, 2010). Не дивлячись на те, що сама процедура ОВНС має значний потенціал для гармонізації національних або приватних (у випадку туризму чи морського промислу) інтересів із завданнями міжнародного природоохоронного режиму Антарктики, остаточне рішення щодо застосування конкретних процедур ОВНС до тієї чи іншої запланованої діяльності в Антарктиці ухвалюється на національному рівні, виходячи з саме з національних інтересів (Bastmeijer, 2008).

Крім того, процедури ОВНС потребують доопрацювання для їх адекватного застосування туристичними операторами. Основні труднощі, з якими вони стикаються у процесі виконання ОВНС, зводяться до: 1) визначення вихідного еталонного стану середовища, з яким потрібно порівнювати прогнозні зміни, оскільки це передбачає проведення оцінки в кількох різних місцях, де відбувається висадка туристів на берег під час антарктичних круїзів; а також 2) визначення кумулятивного впливу, оскільки кожну територію відвідує кілька операторів упродовж кількох сезонів (The application, 2004).

У зв'язку з цим необхідно вдосконалити застосування процедури ОВНС для районів, де здійснюється багатопрофільна і регулярна діяльність кількох операторів, що спричиняє певний кумулятивний вплив; а також для районів з обмеженою присутністю людини, де подальше розгортання діяльності матиме несприятливий екологічний вплив на дику природу. Значний потенціал для вирішення цієї проблеми закладений у ширшому застосуванні Стратегічної оцінки навколишнього середовища (СОНС) – спеціальному інструменті природокористування, який являє собою структурований процес, спрямований на посилення природоохоронних завдань у процесі стратегічного планування та прийняття рішень. СОНС доповнює існуючі рівні ОВНС (Попередню і Всебічну оцінки впливу на навколишнє середовище) і, на відміну від них, застосовується не для оцінки прямого екологічного впливу конкретної діяльності на певній території, а для забезпечення збереження бажаного рівня якості навколишнього середовища в межах окреслених регіонів чи секторів Антарктики (Hemmings, 2011). Таким чином, СОНС створює необхідне підґрунтя для обґрунтованого відхилення найбільш небезпечних для навколишнього середовища проектів на ранніх етапах їх підготовки, що виключає необхідність проведення в подальшому детальних, затратних і почасти суперечливих за висновками Всебічних оцінок впливу на навколишнє середовище. Проте обов'язкове застосування процедури СОНС можливе тільки після перегляду Додатка I та внесення відповідних змін, а для цього необхідно досягти консенсусу з-поміж усіх Консультативних сторін Договору про Антарктику шляхом тривалих переговорів.

По-четверте, систематичне розгортання репрезентативної мережі різних типів підохоронних районів, визначених у Додатку V Мадридського протоколу, для забезпечення адекватного (максимально повного за наявної інформації) охоплення цим інструментом як наземного так і морського середовища. Незважаючи на велику кількість природоохоронних районів та їхню загальну площу, становлення просторової мережі таких районів все ще не набуло системного характеру і не є достатньо репрезентативним з огляду на інтегральне еколого-географічне районування Антарктики (Kuzko, 2014; Shaw, 2014; Hughes, 2013). Більше того, в умовах сучасного міжнародно-правового режиму, створення АРОУ стає єдиним легітимним способом забезпечення у системі Договору про Антарктику національних пріоритетів та стратегічного бачення розвитку багатопрофільної людської діяльності на значних за розмірами територіях, які виходять далеко за межі національних станцій і мають площу від сотень до тисяч квадратних кілометрів (Fedchuk, 2009).

Нарощення масштабів, розширення географії та диверсифікація людської діяльності в Антарктиці вимагає постійного вдосконалення та розроблення нових форм і методів просторового управління на принципах збалансованого сталого розвитку і з урахуванням нових викликів 21 століття. При цьому комплексне застосування різних інструментів в рамках Додатку V потребує ефективного довгострокового прогнозування і, як наслідок, стратегічного планування подальшого розвитку людської діяльності на регіональному рівні (Orhaim, 2011; ASOC, 2007).

Загалом, провідні фахівці (Hemmings, 2013; Bastmeijer, 2008) схиляються до думки, що допоки ці питання не будуть комплексно вирішені, усталені процедури ОВНС, практика визначення підохоронних районів, а також напрацьовані засади просторового управління різнорідною людською діяльністю в Антарктиці лишатимуться швидше інструментами забезпечення стратегічних національних інтересів в Антарктиці, ніж ефективними природоохоронними засобами.

6. Стратегічне планування і завдання на майбутнє

Перший п'ятирічний план роботи КОНС був ухвалений на 31-й КНДА, що проходила у м. Києві у 2008 році. З того часу він регулярно переглядається для коректного відображення пріоритетів співробітництва усіх держав-членів Договору про Антарктику стосовно вирішення проблемних питань першочергового значення (Fedchuk, 2015).

Як було показано вище, наразі питання охорони навколишнього середовища мають найвищий пріоритет у Системі Договору про Антарктику поряд з ефективним управлінням людською діяльністю та забезпеченням стабільності міжнародно-правового режиму регіону (25 Years, 2016; Fedchuk, 2012). У плані роботи КОНС на 2016 рік до першочергових були віднесені такі природоохоронні завдання:

- реагування на ризики, пов'язані з інтродукцією (занесенням) людиною немісцевих біологічних видів в Антарктику і переміщенням місцевих видів в межах Антарктики;
- реагування на наслідки впливу кліматичних змін і скорочення площі морського льоду на екосистеми Антарктики та людську діяльність в регіоні, включаючи питання модернізації антарктичних станцій в умовах зміни клімату;
- мінімізація впливу туристичної діяльності на навколишнє середовище Антарктики;
- визначення передових методів роботи і вдосконалення існуючих методів та засобів, а також розроблення додаткових інструментів охорони навколишнього середовища, включаючи процедури ОВНС;
- підвищення ефективності управління районами з особливим природоохоронним статусом і подальше розширення мережі підохоронних районів Антарктики, включаючи морське середовище.

П'ятирічний план роботи надає КОНС не тільки "дорожню карту" розгляду поточних нагальних питань, а й дозволяє передбачити майбутні виклики, які можуть порушити усталену стабільність і ефективність природоохоронного режиму Антарктики, в першу чергу − це очікуване стрімке розгортання біологічної розвідки з подальшою комерціалізацією отриманих результатів у фармацевтичній, харчовій та іншій промисловості.

Зі збільшенням навантаження на навколишнє середовище Антарктики, а також залежних і пов'язаних з нею екосистем затребуваність у фахових рекомендаціях КОНС тільки зростатиме. При цьому темпи змін в Антарктиці вимагатимуть більш гнучкої і активної системи управління природокористуванням Антарктики (Orheim, 2011). Нові виклики, пов'язані з появою нових видів діяльності або нових форм впливу на навколишнє середовище, можуть не регулюватися положеннями чинного Мадридського протоколу, проте вимагають належного розгляду і застосування його принципів. У зв'язку з цим фахівці пропонують два підходи до імплементації Мадридського протоколу: протокол як набір правил з регулювання конкретних питань, і протокол як нормативний документ, що містить стратегічні принципи природокористування антарктичного регіону (Summary, 2016).

У поточній імплементації Мадридського протоколу переважає перший підхід, який забезпечує базовий режим охорони навколишнього середовища для конкретних видів діяльності, наприклад, процедури ОВНС або правила поводження з відходами. Водночас для досягнення всебічної охорони навколишнього середовища в довгостроковій перспективі протокол повинен бути чимось більшим, ніж сума його частин (Summary, 2016). Цей документ повинен належним чином регулювати не тільки "традиційні" питання природокористування Антарктики, а й передбачати механізм реагування на нові проблемні питання і вжиття попереджувальних заходів. Це зумовлює необхідність застосування другого підходу до імплементації Мадридського протоколу як стратегічного нормативного документу для забезпечення збереження бажаного рівня якості навколишнього середовища. Такий підхід вимагає стратегічного мислення стосовно всеосяжної охорони навколишнього середовища Антарктики та її екологічних, наукових і естетичних цінностей, а також тіснішої взаємодії між усіма суб'єктами антарктичної діяльності і ефективного застосування на практиці усього спектру інструментів міжнародно-правового режиму Антарктики.

7. Обговорення результатів. Висновки

Перебіг сучасних складних і різнорідних процесів як у навколишньому середовищі Антарктики (регіональні зміни клімату, скорочення площі морського льоду, інтродукція немісцевих біологічних видів), так і в характері людської діяльності (збільшення кількості суб'єктів діяльності, її диверсифікація та просторове поширення) зумовлюють особливості розвитку природоохоронного режиму Південної полярної області.

Наприкінці 1980-х років Сторони Договору про Антарктику не змогли досягти консенсусу щодо затвердження міжнародного нормативного документу з регулювання промислової розробки родовищ корисних копалин в Антарктиці. Рішення Сторін про відхилення Конвенції з регулювання освоєння мінеральних ресурсів Антарктики (КРОМРА) на користь всеосяжного і попереджувального режиму охорони навколишнього середовища стало важливою віхою в історії природокористування Антарктики. Результуючий документ – Мадридський протокол – погоджувався Консультативними Сторонами з 1989 по 1991 рік і став кульмінацією багаторічного розроблення екологічних стандартів і інструментів управління, які були зведені в один комплексний документ.

Поза сумнівом, Мадридський протокол багато в чому визначив основний напрям діяльності міжнародної антарктичної спільноти в кінці XX – на початку XXI століття. Наочним підтвердженням цього є значне збільшення робочих та інформаційних документів, присвячених питанням охорони навколишнього середовища по відношенню до інших пунктів порядку денного щорічних Консультативних нарад з Договору про Антарктику (Fedchuk, 2012). За 25 років свого існування Мадридський протокол кардинально вплинув на зміну загальних правил проведення експедиційних досліджень в Антарктиці, наклавши суттєві обмеження на організацію та проведення практичної діяльності в регіоні (Preconditions, 2016).

Виконавчий орган Мадридського протоколу – Комітет з охорони навколишнього середовища – регулярно надає фахові рекомендації Консультативним Сторонам Договору про Антарктику і, з часу його створення (з 1998 року), виконав значну роботу з розроблення новаторських практичних інструментів (письмових процедур, настанов, вказівок тощо) з врегулювання таких природоохоронних питань, як процедури екологічного моніторингу та оцінки впливу на навколишнє середовище (що дозволило значно зменшити екологічний вплив, спричинений науково-дослідницькою діяльністю і супутніми транспортно-логістичними операціями); заходи з охорони флори і фауни, попередження інтродукції немісцевих видів; уникнення забруднення морського середовища; утилізація і видалення відходів від попередньої діяльності; розроблення методично-організаційного комплексу з охорони і управління спеціально визначеними районами, історичними місцями та пам'ятками Антарктики. Існуюча система АРОО і АРОУ є одним їх найважливіших елементів Мадридського протоколу, а механізми, передбачені в Додатку V, довели свою дієвість як одні з найбільш ефективних засобів забезпечення збереження навколишнього середовища і мінімізації антропогенного впливу. Додаток VI після набуття чинності буде важливим внеском у розвиток міжнародного екологічного права, тому його ратифікація всіма Консультативними Сторонами є одним з найважливіших пріоритетних завдань для Консультативних Сторін Договору про Антарктику до кінця поточного десятиліття.

Після майже сімнадцяти років роботи КОНС утвердився як основний дорадчий орган Консультативних нарад з Договору про Антарктику. Це стало можливим завдяки тому, що Комітет застосовував цілу низку стратегічних і тактичних заходів, включаючи: створення, використання і коригування власних процедур роботи; визначення проблем, наявних в самому Протоколі та використання гнучких підходів до їх вирішення; розробку засобів практичного управління навколишнім середовищем та його охорони; використання можливостей електронного системи обміну інформацією на офіційному веб-сайті Секретаріату Договору про Антарктику на базі всесвітньої мережі та Інтернет; надання підтримки іншим організаціям у вигляді достовірної інформації (The Committee, 2005).

Невирішеними проблемами природоохоронного режиму залишаються впровадження дієвого механізму мінімізації кумулятивного впливу антропогенної діяльності на навколишнє середовище Антарктики, включаючи міжнародне співробітництво у питанні поширення нових станцій та інших об'єктів наукової інфраструктури; ширше застосування на практиці так званого попереджувального підходу при плануванні та здійсненні антарктичної діяльності; вдосконалення застосування процедури ОВНС для всіх видів діяльності (як для науково-дослідницької діяльності і супутніх транспортно-логістичних операцій, так і для комерційної туристичної діяльності); а також подальше систематичне розгортання репрезентативної мережі підохоронних районів.

Незважаючи на визначені вище невирішені проблеми, Мадридський протокол вважається визначним досягненням міжнародної дипломатії, завдяки чому він став повноцінним третім стовпом Системи Договору про Антарктику поряд з мирним використанням континенту і міжнародним науковим співробітництвом в регіоні (25 Years, 2016).

Основний виклик для Сторін Договору про Антарктику полягає у забезпеченні ефективного і своєчасного реагування на зростаючий тиск як на навколишнє середовище Антарктики, так і на її міжнародно-правовий режим. При цьому головне завдання Консультативних Сторін, принаймні на осяжну перспективу, полягає у подальшому стримуванні реалізації територіальних претензій та ресурсо-орієнтованих інтересів і, натомість, виконанні міжнародних зобов'язань та розкритті потенці-

алу переваг, які надає людству всебічна охорона природи Антарктики і наукове розуміння її ролі у глобальних змінах навколишнього середовища Землі (Fedchuk, 2010). Цю проблему слід вирішувати за рахунок ефективного застосування Мадридського протоколу у поєднанні з іншими новаторськими інструментами природокористування. У цьому контексті Мадридський протокол слід розглядати не тільки як набір правил з регулювання конкретних питань, а й як стратегічний "дороговказ", яким Сторони Договору про Антарктику повинні керуватись для планування і здійснення своєї діяльності, а також для упередженого вирішення проблемних питань, що виникатимуть у майбутньому.

Література / References

1. **25 Years** of the Protocol on Environmental Protection to the Antarctic Treaty / Secretariat of the Antarctic Treaty. – Buenos Aires : ATS. – 2016. – 24 p.
2. **An Unprecedented** Achievement: 25 Years of the Environmental Protocol // Informational Paper IP-079 submitted by ASOK at the XXXIX ATCM (Santiago, Chile, 2016). – 2016. – 4 p.
3. **Antarctic** Treaty System: An Assessment // Proceedings of a Workshop Held at Beardmore South Field Camp, Antarctica, January 7–13, 1985. – Washington, D.C. : National Academies Press. – 1986. – pp. 153–168.
4. **ASOC.** Are more Antarctic stations justified? / ASOC // Informational Paper IP-094 submitted by ASOC at the ATCM XXVII (Cape Town, South Africa, 2004). – 2004. – 7 p.
5. **ASOC.** Development Pressures on the Antarctic Wilderness / ASOC // Informational Paper IP-074 submitted by ASOC at the ATCM XXVIII (Stockholm, Sweden, 2005). – 2005. – 9 p.
6. **ASOC.** Station Sharing in Antarctica / ASOC // Informational Paper IP-094 submitted by ASOC at the ATCM XXIX (Edinburgh, 2006). – 2006. – 9 p.
7. **ASOC.** The Antarctic Environmental Protocol, 1991-2011 // Informational Paper IP-089rev.1 submitted at the XXXIV ATCM (Buenos Aires, 2011). – 2011. – 9 p.
8. **ASOC**. The Human Footprint of the IPY 2007-2008 in Antarctica / ASOC // Informational Paper IP-086 rev.1 submitted at the XXX ATCM (New Delhi, 2007). – 2007. – 6 p.
9. **Bastmeijer K.,** Environmental Impact Assessment in Antarctica / Bastmeijer K., Roura R. // In: Theory and Practice of Transboundary Environmental Impact Assessment / Bastmeijer K. and Koivurova T. (eds.). – Leiden : Brill/Martinus Nijhof Publishers. – 2008. – pp. 175−219.
10. **COMNAP.** An Assessment of Environmental Emergencies Arising from Activities in Antarctica / Cancel of Managers of National Antarctic Programs (COMNAP) // Working Paper WP-016 submitted to the XXIII Antarctic Treaty Consultative Meeting (Lima, Peru, 1999). – 1999. – 8 p.
11. **COMNAP**. Repair or Remediation of Environmental Damage: COMNAP report on its experience // Working Paper WP-062 submitted to the XXIII Antarctic Treaty Consultative Meeting (Hobart, Australia, 2012). – 2012. – 6 p.
12. **Fedchuk A.** Diversification of the tourism activity in Antarctica / Fedchuk A. // Ukrainian Antarctic Journal. – 2014.– Volume 13. – pp. 288−296. – in Ukrainian.
13. **Fedchuk A.** Structure of broad-scale management in the Vernadsky station area / Fedchuk A. // Ukrainian Antarctic Journal. – 2009.– Volume 8. – pp. 307−319. – in Ukrainian.
14. **Fedchuk** A. The evolution of the Antarctic Treaty System: a structure and dynamics of the acts adopted for 1961-2011 / Fedchuk A. // Ukrainian Antarctic Journal. – 2012.– Volume 10/11. – pp. 406−427. – in Ukrainian.
15. **Fedchuk A.** The formation of Ukrainian-centric approach in complex-geographical Antarctic research / Fedchuk A. // Geography and Tourism. – 2010. – Volume No. 5. – pp. 159−165. – in Ukrainian.
16. **Fedchuk** A. The prioritization of Antarctic exploration emerging issues / Fedchuk A. // Ukrainian Antarctic Journal. – 2015.– Volume 14. – pp. 261−270. – in Ukrainian.
17. **Hemmings** A. High level Antarctic EIA under the Madrid Protocol: state practice and the effectiveness of the Comprehensive Environmental Evaluation process / Alan D. Hemmings, Lorne K. Kriwoken // Int Environ Agreements. – 2010. – Volume 10. – pp.187–208. – DOI 10.1007/s10784-010-9119-5.
18. **Hemmings** A. D. 'Environmental Management' as Diplomatic Method: The Advancement of Strategic National Interest in Antarctica / Hemmings A. D. // In book: Exploring Antarctic Values / Editors : Daniela Liggett, Alan D. Hemmings. – Canterbury : Gateway Antarctica. – 2013. – pp. 70−89.
19. **Hemmings** A. D. Why did we get an International Space Station before an International Antarctic Station? / Hemmings Alan D. // The Polar Journal. – 2011. – Volume 1(1). – pp. 5−16.
20. **Hughes** K. A. Area protection in Antarctica: How can conservation and scientific research goals be managed compatibly? / K. A. Hughes, L. R. Pertierra, D. W. Walton // *Environmental Science & Policy*. – Volume 31. – 2013. – pp. 120–132.
21. **Kuzko O.** The development of Antarctic protected areas: mathematical forecast for 2020 / Kuzko O. V., Fedchuk A. P., Savchenko V. V. // Ukrainian Antarctic Journal. – 2015.– Volume 14. – pp. 256−260.

22. **Orheim O**. Managing the Antarctic environment: The evolving role of the Committee for Environmental Protection / Orheim O., Press A., & Gilbert N. // Science diplomacy: science, Antarctica, and the governance of international spaces. – 2011. – pp. 209−221.
23. **Preconditions** for adopting the Protocol on Environmental Protection to the Antarctic Treaty // Informational Paper IP-069 submitted by Russian Federation at the ATCM XXXIX (Santiago, Chile, 2016). – 2016. – 5 p.
24. **Sánchez R.** The Antarctic Committee for Environmental Protection: past, present, and future / Sánchez R. A., McIvor E. // Polar Record. – 2007. – № 43(03). – pp. 239−246.
25. **Shaw** J.D. Antarctica's Protected Areas Are Inadequate, Unrepresentative, and at Risk / Shaw J.D., Terauds A., Riddle M., Possingham H.P. and Chown S.L. // *PLoS Biol*. – Volume 12(6). – 2014. – P. 5. – doi:10.1371/journal.pbio.1001888.
26. **Summary** of Abstracts – Symposium // Working Paper WP-049, submitted by Norway at the ATCM XXXIX (Santiago, Chile, 2016). – 2016. – 7 p.
27. **The application** of existing EIA procedures to tourism activities in Antarctica // Working Paper WP-028, Agenda Item 4c, XXVII ATCM (Cape Town, South Africa, 2004). – 2004. – 3 p.
28. **The Committee** on Environmental Protection of the Antarctic Treaty: An overview and likely future scenarios // Working Paper WP-009 submitted by Argentina at the ATCM XXVIII (Stockholm, Sweden, 2005). – 2005. – 6 p.
29. **Tin T**. Impacts of local human activities on the Antarctic environment / Tin T., Fleming Z. L. ughes K. A. at al. // Antarctic Science. – 2009. – Volume 21 (1). – P. 3–33.

УКРАЇНСЬКИЙ АНТАРКТИЧНИЙ ЖУРНАЛ
УАЖ, №15, 243—278 (2016)

UDC 001.8+502.3 (99)

UKRAINIAN ANTARCTIC RESEARCH: CURRENT BIBLIOGRAPHY (2012 – 2015)

N. G. Videnina[1], V. P. Rybachuk[1], A. P. Fedchuk[2] and S. I. Prymachenko[1]

[1]State Institution "G. M. Dobrov Institute for Scientific and Technological Potential and Science History Studies of NAS of Ukraine", 60, Tarasa Shevchenko blvd., Kyiv, 01032, Ukraine; e-mail: vnyugvpr@yandex.ru;vedenina@nas.gov.ua
[2] National Science Antarctic Center of the Ministry of Education and Science of Ukraine; e-mail: uac@uac.gov.ua; andriyf@gmail.com

Ukrainian Antarctic Research: Current Bibliography (2012 – 2015).
N. G. Videnina, V. P. Rybachuk, A. P. Fedchuk, and S. I. Prymachenko

Abstract. The bibliographic descriptions of the Ukrainian scientific works on Antarctica that were published domestically and abroad in 2012–2015 are listed herein. This bibliographic data extends and complements the 2010–2011 current bibliography of national publications, presented in the "Ukrainian Antarctic Journal" in 2012 (issue 10-11). The abstracts were collected from Ukrainian scientific journals, collections, and conference proceedings as well as national ("Dzherelo", "Litopys zhurnal'nykh statej", etc.) and international ("Antarctic Bibliography", "Scopus", "Google scholar", "Scirus", "e-Library", etc.) bibliographic databases. In total 214 publications were compiled on the topics of Antarctic research within the last four years.

Key words: Antarctic bibliography, Antarctic research, Antarctica, Ukraine, Ukrainian Antarctic Research Expedition, Vernadsky Station

1. Introduction

This article presents the results of research on bibliographic search, compiling bibliography and scientometric analysis of scientific and professional works on Antarctica in Ukraine, published domestically and abroad in 2012–2015, as well as publications of official documents of Ukraine granted to international bodies of the Antarctic Treaty.

The study is a system-monitoring project of current national scientific literature on Antarctica and has been carried out at the Dobrov Institute of Scientific and Technological Potential and Science History Studies of the National Academy of Sciences of Ukraine for the last 10 years. This bibliographic annotated data (over 200 bibliographic descriptions) extends and complements the 1997-2007 current bibliography of national publications, presented in the "Ukrainian Antarctic Research" [Ukrainian.., 2008] in 2008 by the Dobrov Institute of Scientific and Technological Potential and Science History Studies of the NAS of Ukraine, together with the National Science Antarctic Center of the Ministry of Education and Science of Ukraine and the Institute of Geological Sciences of the NAS of Ukraine as well as in the current bibliography issues from July 2007 through October 2012, presented in the "Ukrainian Antarctic journal" within the

2009-2012 [1] . [Rybachuk V. P., Videnina N. G., 2009; 2010; 2011/2012]. Primarily compiling a bibliography of current publications should be regarded as part of a systematic information-bibliographic and scientometric support for the implementation of state scientific and technical programs [Rybachuk V. et al., 2013].

The general methodological framework for searching, selecting, processing and compiling of bibliographic information[2] was given in previous works. Domestic printed scientific periodicals (journals and collections) were the main sources. Also, bibliographic information was collected from domestic and foreign abstracting journals, bibliographic databases, and from those available in Web databases including: "Ukrainika scientific" [Bibliographic Database, 2016] and "Bibliometryka of Ukrainian Science" information-analytical system [Bibliometryka.., 2016] of the Vernadsky National Library of Ukraine.; the Antarctic Bibliography database[2] of the American Geosciences Institute, Google scholar, Scirus[3], Scopus, E-Library.ru and others. In addition, the bibliography was compiled on the base of sources provided by the scientists' reports follow from researches under the state program of Ukrainian research in Antarctica in 2002-2010 and 2011-2020 to ensure greater bibliography completeness.

Bibliographic descriptions listed herein are arranged under the subject headings, and sections - retrospectively by years. Articles and conference reports reprinted in foreign publications and translated into foreign languages, are located in the same block (under one number) with original bibliographic descriptions of national publications. Bibliographic descriptions were prepared according to the state standards requirements in force in Ukraine. The Vernadsky National Library of Ukraine abstract database [Bibliographic Database, 2016] is taken as a basis. Some differences are allowed in cases of unavailability of the full text of the original or from methodological considerations. In particular, general material designation [text] is not used in the bibliographic descriptions of printed publications.

2. Composition and Analysis of the Bibliography

2.1. Scientific publications

The current bibliography includes in total 214 bibliographic descriptions of publications in 2012-2015. Most of them, as always, are articles in periodicals (199 descriptions), conference and symposia proceedings (77 descriptions)[4]

Viewing the bibliography confirms a stable trends of scientists' publication activity of research institutions, universities and other research organizations, typical for recent years (Figure). However, the financial, economic and institutional changes that took place in national science recently, influenced the publication rate to some extent.

About a third of the total articles published in Ukrainian scientific journals and collections that are indexed in international databases, about 20% of them presented in foreign publications. It should be outlined that the "Ukrainian Antarctic Journal" is still the main source of the publications of Ukrainian scientists. So there is an urgent need to integrate it into the international database.

2.2. Official documents

After joining the Antarctic Treaty in 1992 Ukraine received the right to appoint their authorized representatives to the annual consultative meeting of the Antarctic Treaty - the highest collective intergovernmental body for development - and provide their governments recommendations to facilitate the implementation of the principles and objectives of the Antarctic Treaty. However, the Ukrainian delegation began regularly providing official documents from 2000 only. In general, 44 information and working papers were given in 2000-2016 years.

[1] Since 2010 the monitoring of the Ukrainian scientific works on Antarctica and the accompanying bibliography were produced with financial support from the National Science Antarctic Center of Ukraine for the implementation of state scientific programs on Antarctic research in 2002-2010 and 2011-2020.

[2] The Antarctic Bibliography was last updated September 30, 2011 [Antarctic Bibliography, 2011].

[3] Scirus retired in 2014 [Scirus, 2014].

[4] List does not include abstracts on international conferences that were devoted entirely to the subject Antarctic [Internationalization…, 2013; Antarctic Research.., 2015].

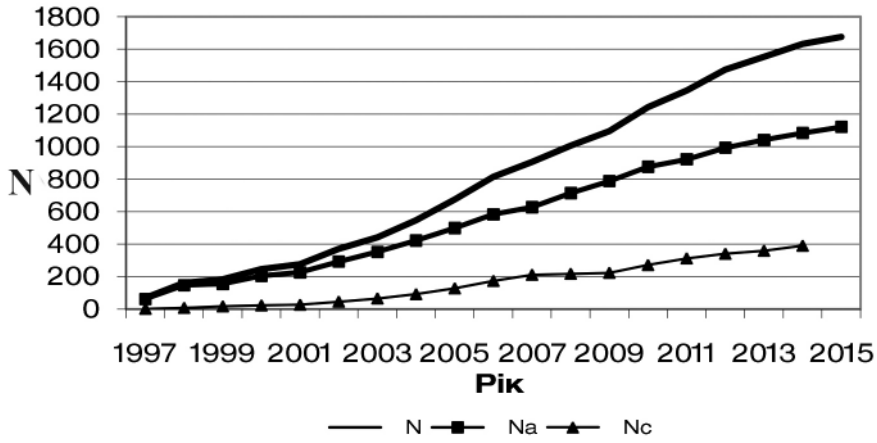


Fig. The bibliography rate (cumulative curves).

Legend: N - the total number of publications per year; Na - articles in journals, periodicals, and prolonged publications; Nc - conference reports (excluding the conferences hosted by NASC of MES of Ukraine).

In the early years of the Ukrainian delegation's involvement at Consultation Meetings, official documents, covering measures of Ukraine at the legislative, administrative and organizational levels, aimed firstly at ratification of the main application of the Antarctic Treaty – the Protocol on Environmental Protection (which experts called "ecological constitution" of Antarctica); and secondly at Ukraine's status of Consultative Parties to the Antarctic Treaty were developed and reviewed. The Protocol was ratified in 2001 (the laws of Ukraine № 2284-III, 22 February 2001), And in 2004, Ukraine became the 28th Consultative Party to the Antarctic Treaty, having thus the right to participate in making any decisions related to the management and use of the Antarctic region.

Since 2004, official documents provided by the Ukrainian delegation at the Consultative Meetings have mainly reported character and highlighted the main research output at Vernadsky station and of annual Ukrainian Antarctic expeditions. Activity on modernization of infrastructure and hardware complex of the Vernadsky station, and on implementation of the requirements of Protocol on Environmental Protection (the results of environmental assessments, the number of permits issued for scientific selection of samples in Antarctica) are shown there.

Since 2005, delegates from Ukraine at the Meeting of the Committee on the Environment have produced documents on the use of spatial management tools near the Vernadsky station. In particular, to reduce the cumulative environmental impact, authorized representatives of Ukrainedevelop cooperation with other stakeholders - the conditions of landing and staying on the shore - for a number of islands around the station: Plaines, Petermann, Winter, Booth, Yalur. These islands are highly popular among tourists and are the representative areas where Ukrainian scientists laid the scientific grounds for long-term monitoring of changes in the environment.

In general, compared with other countries that take an active position on the consultative meeting, Ukraine gave a rather small number of documents concerning only the most pressing issues on the agenda. However, analysis of submitted documents clearly indicates a consistent and systematic effort by Ukraine to institutionalize by available means of so-called area of scientific interest of Ukraine in Antarctica (the area around the Vernadsky station within 30-35 km radius and the availability of a total area of about 1,800 km2) to strengthen the position of Ukraine generally in Antarctica as a geostrategic area of the planet [Kuzko A. et al., 2013].

Recently, a delegation from Ukraine is making efforts to find potential partners in scientific and technical cooperation on the Vernadsky station and outlines our country as a guide for other states that are only beginning to develop a national Antarctic program. Thus, in 2016 at a meeting of the working group on scientific cooperation of KNDA, information on the successful experience of the first joint Ukrainian-Turkish expedition to the Vernadsky Antarctic station during rotation of the 20th and 21th Ukrainian Antarctic expeditions in April 2016 was provided. In the Final Report of the meeting it is stated that the experience gained during joint expeditions is particularly interesting for the other parties to the Antarctic

Treaty, which do not have their own infrastructure in Antarctica, but tend to carry out research and development in accordance with paragraph 2 of Article IX of the Antarctic Treaty, which is a prerequisite for the acquisition of the status of the Consultative parties to the Antarctic Treaty.

The second activity of Ukraine is about participation in the work of the Commission for the Conservation of Antarctic Marine Living Resources and its working groups, which is a working body of the Convention for the Conservation of Antarctic Marine Living Resources (one of the key international instruments of the Antarctic Treaty System). Ukraine became a state party to the Convention in 1994 as one of the successor states of the USSR, although some documents from Ukraine were granted observer to the Commission since 1992. In general, over the past twenty-five years (1992-2016 gg.), the Ukraine delegation authorized observers and experts and prepared and submitted 86 documents to the Commission.

At the annual meetings of the Commission for the Conservation of Antarctic Marine Living Resources, a Ukrainian delegation reports on the results of industrial activity in Antarctica and provides legal notices of Ukraine as a Party to the Convention on the intention to carry out sea fishing vessel flying the flag of Ukraine. In addition, the documents submitted by the delegation of Ukraine, are scientifically based proposals for amendments to decisions taken (activity to preserve) regarding krill fishing quotas; Ukraine's position is outlined on the definition and use of different criteria for management of marine fisheries; with further suggestions provided on prevention of illegal, unregulated and unaccountable harvesting of marine living resources.

Ukraine has become the eighth country that started reporting the scientific work program of the Commission on Ecosystem Monitoring (CEMP) of coastal areas, engaging in this Biological work during winter at the the Vernadsky station. This is a recent and significant achievement of Ukraine's participation in the activities of the Commission (as reflected in the relevant official documents delegation). In addition, since 2005 Ukraine has been one of the first of the Parties to consistently and systematically develop the idea of the first network protected marine areas in the waters of Argentine islands and this is a further recent and significant achievement of Ukraine's participation in the activities of the Commission (as reflected in the relevant official documents delegation)

3. Conclusions and Recommendations

This bibliographic data reflects the scientific achievements of scientists in Antarctica during the implementation of Ukranian national research programs in Antarctica in the past two decades [Gozhik, P. et al., 2015) and growth trends in Ukraine's contribution to global research in the Antarctic region.

Further research and development is appropriate due to its relevance and practical significance. They are particularly important in connection with the development of the State target scientific and technical program of research in Antarctica for the next period (after 2020), in particular the information and scientometric support of research priorities and action programs; analysis the validity of the implementation of budgetary expenditures and so on.

Important areas of using bibliographic and scientometric studies, in particular are: reasoning public policy to ensure the national interests of Ukraine in the Antarctic region and its participation in international scientific cooperation in the framework of the Antarctic Treaty.

In the context of the further bibliographic support and scientometric monitoring of the state target Antarctic program in the coming years, it is advisable to carry out, in particular, the following: (1) to continue the producing the annual current bibliography and process methodical approaches to integration of bibliographic databases of national Antarctic research with the information system of the National Antarctic Data Centre of Ukraine; (2) to maintain scientometric analysis of development effectiveness and efficiency of scientific research in Antarctica of Ukraine for the period from 1996 to 2020 (in the global context); (3) to complete academic publication and abstracts bibliography of scientific works of scientists in Ukraine on Antarctic research over the period 1992-2016 years.

References

1. **Antarctic Bibliography** [Electronic resource]. – AGI, USA. – 2011. – URL: http://www.coldregions.org/dbtw-wpd/coldy/coldyA.htm (Last accessed: 25.10.2016).
2. **Antarctic Research**: New Horizons and Priorities. VII International Antarctic Conference Proceedings. – VII IAC 2015, May 12–14, 2015, Kyiv, Ukraine : abstracts. – Kyiv, 2015. – 132 p. – URL: http://www.uac.gov.ua/custom_content_source_list/mak/mak7/thesis.pdf

3. **Bibliographic Database** "Ukrainika scientific" [Electronic resource]. – V. I. Vernadsky National Library of Ukraine. – 2016. – URL: http://www.irbis-nbuv.gov.ua//cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=REF&P21DBN=REF&S21CNR=20&Z21ID= (Last accessed: 25.10.2016).
4. **Bibliometryka** Ukrainian science [Electronic resource]. – V. I. Vernadsky National Library of Ukraine. – 2016. – URL: http://nbuviap.gov.ua/bpnu/index.php (Last accessed: 25.10.2016).
5. **Gozhik, P. F.**, Lytvynov, V. A., and Malanchuk, V. M. Twenty Years in Antarctica: Main Achivements and Outlooks *Ukrainian Antarctic Journal*. – 2015. – № 14. – P. 9–23. (In Ukrainian). – URL: http://www.uac.gov.ua/custom_content_source_list/uaj/uaj14/uaj14_9.pdf
6. **Internationalization** of Antarctic Research – Way to Spiritual Unity of Humanity / VI International Antarctic Conference – VI МАК 2013, Kyiv, Ukraine, May 15–17, 2013 : abstracts. – Kyiv, 2013. – 486 pp. – URL: http://www.uac.gov.ua/SitePages/InternationalCooperation/mak6.aspx
7. **Kuzko, O. V.**, Savchenko, V. V., and Fedchuk, A. P. Ukraine national interests in Antarctica: the quantitative adjectives. *Ukrainian Antarctic Journal*. – 2013. – № 12. – P. 350–357. (In Ukrainian). – URL: http://www.uac.gov.ua/custom_content_source_list/uaj/uaj12/uaj12_350.pdf
8. **Rybachuk, V.**, Gozhyk, P., Videnina, N., and Lytvynov, V. Methods of Bibliographic Support and Scientometric Monitoring for Implementation of Ukrainian National Science and Technology Research Program in Antarctic in 2011–2020. *Problems and perspectives of innovation development of economy*: Proceedings of XVIII International scientific-practical conference (Yalta, Sept. 30 – Oct. 6, 2013). – Kyiv, Simferopol, Yalta, 2013. – P. 293–297. (In Ukrainian). – URL:
9. http://www.uiis.com.ua/files/Sbornik%202013.pdf
10. **Rybachuk, V. P.**, Videnina, N. G. Ukrainian Antarctic research: current bibliography (July 2007 – June 2009). *Ukrainian Antarctic Journal*. – 2009. – № 8. – P. 320–336. (In Ukrainian). – URL: http://www.uac.gov.ua/science/ uaj/8/UAJ_N_8_519-535.pdf
11. **Rybachuk, V. P.**, Videnina, N. G. Ukrainian Antarctic research: current bibliography (Jan. 2009 – Oct. 2010). *Ukrainian Antarctic Journal*. – 2010. – № 9. – P. 321–349. (In Ukrainian). – URL: http://www.uac.gov.ua/science/uaj/9/UAJ_N_9_321-327.pdf; http://www.uac.gov.ua/science/uaj/9/UAJ_N_9_328-349.pdf
12. **Rybachuk, V. P.**, Videnina, N. G. Ukrainian Antarctic research: current bibliography (Jan. 2010 – Nov. 2011). *Ukrainian Antarctic Journal*. – 2011/2012. – № 10–11. – P. 428–455. (In Ukrainian). – URL: http://www.uac.gov.ua/science/uaj/10-11/UAJ_N10-11_428-455.pdf
13. **Scirus** has retired [Electronic resource]. – Elsevier, Nitherland. – 2014. – URL: http://www.sciencedirect.com/scirus/ (Last accessed: 25.10.2016).
14. **Ukrainian Antarctic Research** / Rybachuk, V. P., Gozhyk, P. F., Videnina, N. G., Lytvynov, V. A. Edited by P. F. Gozhyk. – Kyiv, 2008. – 286 p. – [1,236 bibliographic records and abstracts (1997–2007)]. (In Ukrainian). – ISBN 978-966-02-4803-8.

BIBLIOGRAPHICAL DESCRIPTIONS OF PUBLICATIONS (2012–2015)

Література

1. **Антарктичні** дослідження: нові горизонти та пріоритети / VII Міжнар. антаркт. конф. – VII МАК 2015, м. Київ, Україна, 12–14 трав. 2015 р. [Текст] : тези / Міністерство освіти і науки України, Нац. академія наук України, Нац. техн. ун-т України „КПІ", Нац. антаркт. наук. центр (м. Київ, Україна,). – К. : Укр. фітосоціол. центр, 2015. – Режим доступу: http://www.uac.gov.ua/custom_content_source_list/mak/mak7/thesis.pdf
2. **Бібліометрика** української науки [Електронний ресурс]. – Нац. б-ка України ім. В. І. Вернадського НАН України. – 2016. – Режим доступу: http://nbuviap.gov.ua/bpnu/index.php
3. **Гожик П. Ф.** Двадцять років в Антарктиці: основні досягнення та перспективи [Текст] / П. Ф. Гожик, В. А. Литвинов, В. М. Маланчук// Укр. антаркт. журн. – 2015. – № 14. – С. 9−23. – Режим доступу: http://www.uac.gov.ua/custom_content_source_list/uaj/uaj14/uaj14_9.pdf
4. **Исследования** Украины в Антарктике: научное издание [Текст] / В. П. Рыбачук, П. Ф. Гожик (отв. ред.), Н. Г. Виденина, В. А Литвинов : МОН України, Национальный научный антарктический центр; НАН Украины; Институт геологических наук; Центр исследований научно-технического потенциала и истории науки им. Г. М. Доброва. – К. : «Варта», 2008. – 286 с. – (Библиогр.: 1236 назв. [1997–2007 гг.]. Указ. междунар. конф., авт., изданий). – ISBN 978-966-02-4803-8.
5. **Інтернаціоналізація** досліджень в Антарктиці – шлях до духовної єдності людства [Текст] / VI Міжнар. антаркт. конф. – VI МАК 2013, м. Київ, Україна, 15–17 трав. 2013 р. : тези / Держ. агентство з

питань науки, інновацій та інформатизації України, Нац. академія наук України, Нац. техн. ун-т України «КПІ», Нац. авіац. ун-т, Нац. антаркт. наук. центр (м. Київ, Україна,). – К. : ПФ «Фоліант», 2013. – 486 с. – Режим доступу: http://www.uac.gov.ua/SitePages/InternationalCooperation/mak6.aspx

6. **Кузько О. В.** Національні інтереси України в Антарктиці: кількісні характеристики / О. В. Кузько, В. В. Савченко, А. П. Федчук // Укр. антаркт. журн. – 2013. – № 12. – С. 350−357. – Режим доступу: http://www.uac.gov.ua/custom_content_source_list/uaj/uaj12/uaj12_350.pdf

7. **Реферативна** база даних «Україніка наукова» [Електронний ресурс]. – Нац. б-ка України ім. В. І. Вернадського НАН України. – 2016. – Режим доступу: http://www.irbis-nbuv.gov.ua//cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=REF&P21DBN=REF&S21CNR=20&Z21ID=

8. **Рибачук В. П.** Бібліографічний супровід та наукометричний моніторинг реалізації Державної цільової науково-технічної програми проведення досліджень в Антарктиці на 2011–2020 роки: методологічні аспекти [Текст] / В. П. Рибачук, П. Ф. Гожик, Н. Г. Віденіна, В. А. Литвинов // XVIII Междунар. науч.-практич. конф. „Проблемы и перспективы инновационного развития экономики", Ялта, 30 сент. – 6 окт. 2013 г. : Матер. конф. – Киев, Симферополь, Ялта, 2013. – С. 293–297. – Режим доступу: http://www.uiis.com.ua/files/Sbornik%202013.pdf

9. **Рибачук В. П.** Дослідження України в Антарктиці: поточна бібліографія. Публікації 2007–2009 рр. [Текст] / В. П. Рибачук, Н. Г. Віденіна // Укр. антаркт. журн. – 2009. – № 8. – С. 320–336. – Бібліогр. : с. 322−323. – Режим доступу: http://www.uac.gov.ua/science/ uaj/8/UAJ_N_8_519-535.pdf

10. **Рибачук В. П.** Дослідження України в Антарктиці: поточна бібліографія. Публікації 2009–2010 рр. [Текст] / В. П. Рибачук, Н. Г. Віденіна // Укр. антаркт. журн. – 2010. – № 9. – С. 321-349. – Бібліогр. : с. 325−327. – Режим доступу: http://www.uac.gov.ua/science/uaj/9/UAJ_N_9_321-327.pdf; http://www.uac.gov.ua/science/uaj/9/UAJ_N_9_328-349.pdf

11. **Рибачук В. П.** Дослідження України в Антарктиці: поточна бібліографія. Публікації 2010–2011 рр. [Текст] / В. П. Рибачук, Н. Г. Віденіна // Укр. антаркт. журн. – 2011/2012. – № 10–11. – С. 428–455. – Бібліогр.: с. 430−455. – Режим доступу: http://www.uac.gov.ua/science/uaj/10-11/UAJ_N10-11_428–455.pdf

12. **Antarctic** Bibliography [Electronic resource]. – AGI, USA. – 2016. – Available online at http://www.coldregions.org/dbtw-wpd/coldy/coldyA.htm.

13. **Scirus** has retired [Electronic resource]. – Elsevier, Nitherland. – 2014. – Available online at http://www.sciencedirect.com/scirus/

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК (ПУБЛІКАЦІЇ 2012–2015)
BIBLIOGRAPHICAL DESCRIPTIONS OF PUBLICATIONS (2012–2015)
Книги і збірники. Глави з монографій. Автореферати дисертацій
Books and collections. Book chapters. Thesis abstracts

1. **Антарктичні дослідження: нові горизонти та пріоритети** / VII Міжнар. антаркт. конф. – VII МАК 2015, м. Київ, Україна, 12–14 трав. 2015 р. = Antarctic Research: New Horizonts and Priorities (VII IAC 2015). VII International Antarctic Conference, Kyiv, Ukraine, May 12–14, 2015 : тези / Міністерство освіти і науки України, Нац. академія наук України, Нац. техн. ун-т України «КПІ», Нац. антаркт. наук. центр (м. Київ, Україна,). – К. : Укр. фітосоціол. центру, 2015. – Режим доступу : http://www.uac.gov.ua/custom_content_source_list/mak/mak7/thesis.pdf
2. **Варіації іонного складу зовнішньої іоносфери над Україною за даними методу некогерентного розсіяння**: автореф. дис. … канд. фіз.-мат. наук : 04. 00. 22 / Д. В. Котов // Ін-т радіофізики та електроніки ім. О. Я. Усикова. НАНУ – Х., 2013. – 20 с. – укр.
3. **Зміни кліматичного режиму Антарктиди, антарктичного півострова, в районі станції «Академік Вернадський» :** автореф. дис. … канд. геогр. наук : 11. 00. 09 / С. В. Клок // Київський нац. ун-т ім. Т. Г. Шевченка. – К., 2013. – 20 с. – укр.
4. **Інтернаціоналізація досліджень в Антарктиці – шлях до духовної єдності людства** / VI Міжнар. антаркт. конф. – VI МАК 2013, м. Київ, Україна, 15–17 трав. 2013 р. = Internationalization of Antarctic Research – Way to Spiritual Unity of Humanity (VI IAC 2013). VI International Antarctic Conference, Kyiv, Ukraine, May 15−17, 2013 : тези / Держ. агентство з питань науки, інновацій та інформатизації України, Нац. академія наук України, Нац. техн. ун-т України «КПІ», Нац. авіац. ун-т, Нац. антаркт. наук. центр (м. Київ, Україна,). – К. : ПФ «Фоліант», 2013. – 486 с. : рис., табл. – Текст укр., рос., англ. – Дод. тит. арк. англ. – 300 прим. – Режим доступу : http://www.uac.gov.ua/SitePages/InternationalCooperation/mak6.aspx
5. **Історико-науковий аналіз вивчення Антарктики вченими України** : автореф. дис. ... канд. іст. наук : 07. 00. 07 / Г. А. Будзика; НАН України, Центр дослідж. наук.-техн. потенціалу та історії науки ім. Г. М. Доброва. – Київ, 2015. – 20 с. – укр.

6. **Конфлікти та шляхи їх попередження у працюючих в умовах ізольованої групи** / Є. В. Моїсеєнко, О. А. Мірошніченко // – Ж. : Вид-во Житомир. держ. ун-ту ім. Івана Франка, 2013. – 171 с. – укр.
7. **Магнітометричний моніторинг високоенергетичних процесів у геокосмосі :** автореф. дис. … канд. фіз.-мат. наук : 04. 00. 22 / М. О. Шамота; // Ін-т радіофізики та електроніки ім. О. Я. Усикова. НАНУ – Х., 2013. – 20 с. – укр.
8. **Медико-статистичний метод та засоби оцінювання професійної придатності операторів екстремальних видів діяльності :** автореф. дис. … канд. тех. наук : 05. 11. 17 / О. В. Булигіна // Вінницький нац. техн. ун-т. – В., 2013. – 21 с. – укр.
9. **Метод оцінювання технічного стану медичного діагностичного обладнання на пересувних комплексах :** автореф. дис. … канд. тех. наук: 05. 11. 17 / В. Л. Кучеренко // Вінницький нац. техн. ун-т. НАНУ – В., 2013. – 20 с. – укр.
10. **Наддалеке поширення ВЧ радіосигналів та тропосферно-іоносферна взаємодія** : автореф. дис. ... д-ра фіз.-мат. наук : 01. 04. 03, 04. 00. 22 / А. В. Залізовський; НАН України, Ін-т радіофізики і електроніки ім. О.Я. Усикова. – Харків, 2014. – 32 с. – укр.
11. **Особливості температурно-вологісного режиму в тропосфері високих широт Південної півкулі** : автореф. дис. ... канд. геогр. наук : 11. 00. 09 / О. М. Прокоф'єв; Одес. держ. екол. ун-т. – О., 2014. – 20 с. – укр.
12. **Радіодіагностика іоносферних збурень, що стимульовані потужними тропосферними процесами :** автореф. дис. ... канд. фіз.-мат. наук : 01. 04. 03 / А. О. Сопін // Ін-т радіофізики та електроніки ім. О. Я. Усикова. НАНУ – Х., 2013. – 20 с. – укр.
13. **Розпізнавання технічного стану об'єктів на основі штучних нейронних мереж : монографія** / Н. І. Бурау, О. В. Зажицький. – К. : НАУ, 2014. – 120 с.
14. **Термодинамічні та енергетичні умови розвитку мезомасштабних процесів у фронтальних зонах атмосфери**: автореф. дис. … канд. геогр. наук : 11. 00. 09 / Д. В. Пішняк // Одеський держ. екол. ун-тет МОН України – О., 2014. – 20 с. – укр.
15. **Технології медичного обстеження і реабілітації** : навч. посіб. / В. Д. Кузовик, Є. В. Моісеєнко, В. А. Литвинов. – Житомир : «Рута», 2014. – 215 с.
16. **Частотно-кутове зондування іоносфери (ЧКЗІ)** : автореф. дис. ... д-ра фіз.-мат. наук : 01. 04. 03 / В. Г. Галушко; НАН України, Ін-т радіофізики і електроніки ім. О. Я. Усикова. – Харків, 2015. – 32с. – укр.
17. **Український антарктичний журнал** = Ukrainian Antarctic Journal : наук. вид. / Міністерство освіти і науки України, Нац. антаркт. наук. центр; голов. ред. П. Ф. Гожик. – К. : Вид-во Укр. фітосоціол. центру, 2015. – № 14. – 374 с. – укр., рос., англ. – ISSN 1727-7485. – Режим доступу : http://uaj.uac.gov.ua/?q=uaj14
18. **Український антарктичний журнал** = Ukrainian Antarctic Journal : наук. вид. / Міністерство освіти і науки України, Нац. антаркт. наук. центр; голов. ред. П. Ф. Гожик. – К. : Вид-во Укр. фітосоціол. центру, 2014. – № 13. – 306 с. – укр., рос., англ. – ISSN 1727-7485. – Режим доступу : http://uaj.uac.gov.ua/?q=uaj13
19. **Український антарктичний журнал** = Ukrainian Antarctic Journal : наук. вид. / Держ. агентство з питань науки, інновацій та інформатизації України, Нац. антаркт. наук. центр; голов. ред. П. Ф. Гожик. – К. : Вид-во Укр. фітосоціол. центру, 2013. – № 12. – 367 с. – укр., рос., англ. – ISSN 1727-7485. – Режим доступу : http://uaj.uac.gov.ua/?q=uaj12
20. **Український антарктичний журнал** = Ukrainian Antarctic Journal : наук. вид. / Держ. агентство з питань науки, інновацій та інформатизації України, Нац. антаркт. наук. центр; голов. ред. П. Ф. Гожик. – К. : Вид-во Укр. фітосоціол. центру, 2011−2012. – № 10−11. – 464 с. – укр., рос., англ. – ISSN 1727-7485. – Режим доступу : http://www.uac.gov.ua/SitePages/uaj10.aspx

Статті в журналах і збірниках
Articles in journals and collections

2015 р.

21. **Автоматизация анализа данных цветопреференциального обследования антарктических зимовщиков /** С.-А. И. Мадяр, Е. Э. Ковалевская, Л. С. Глоба, Е. С. Штогрина, Р. А. Косовненко, Ю. А. Добров, Е. В. Моисеенко // Укр. антаркт. журн. – 2015. – № 14. – С. 217–228.
22. **Взаимосвязи изменений атмосферного давления и ритма сердца зимовщиков в Антарктике: модельно-математический анализ /** Е. В. Моисеенко, А. Ю. Утевский, Т. П. Бондаренко, К. В. Носов, Ю. Г. Беспалов // Укр. антаркт. журн. – 2015. – № 14. – С. 197–204.

23. **Влияние птиц на пространственное распределение** *Deschampsia antarctica* **Desv. острова Талиндез (Аргентинские острова, прибрежная Антарктика)** / И. Ю. Парникоза, Е. В. Абакумов, И. В. Дикий, Д. В. Пилипенко, П. П. Швидун, И. А. Козерецкая, В. А. Кунах // Вестн. Санкт-Петербургского ун-тета. Сер. 3 : Биология. – 2015. – № 1. – С. 78–97.
24. **Газогидраты в структурах дна континентальных окраин Антарктики (по результатам геофизических исследований)** / С. П. Левашов, Н. А. Якимчук, И. Н. Корчагин, В. Г. Бахмутов, В. Д. Соловьев, Д. Н. Божежа // Доп. НАН України. – 2015. – № 4. – С. 83–86. – Библиогр. : 7 назв. – рус.
25. **Геомагнитное поле–климат: причинно-следственные связи в изменении некоторых параметров атмосферы** / Н. А. Килифарска, В. Г. Бахмутов, Г. В. Мельник // Физика Земли. – 2015. – № 5. – С. 160.
26. **Двадцять років в Антарктиці: основні досягнення та перспективи** / П. Ф. Гожик, В. А. Литвинов, В. М. Маланчук // Укр. антаркт. журн. – 2015. – № 14. – С. 9–23.
27. **Двухпозиционная локация высокоширотных ионосферных неоднородностей с использованием декаметрового радара ekb и радиотелескопа утр-2: первые результаты** / О. И. Бернгардт, К. А. Кутелев, В. И. Куркин, К. В. Гркович, Ю. М. Ямпольский, А. С. Кащеев., С. Б. Кащеев, В. Г. Галушко, С. А. Григорьева, О. А. Кусонский // Известия высших учебных заведений. Радиофизика. – 2015. – Т. 58. – № 6. – С. 433–453.
28. **Диатомовые водоросли как показатель динамики формирования поверхностных донных осадков южной части моря Скоша** / О. С. Огиенко, Ю. А. Тимченко // Science Rise. – 2015. – Т. 5. – № 1 (10). – С. 31–37.
29. **Добові та сезонні міграції тюленів Уедделла (*Leptonychotes weddelli*) в районі архіпелагу Аргентинські острови (Західна Антарктика)** / І. В. Дикий, М. О. Дронговська // Укр. антаркт. журн. – 2015. – № 14. – С. 158–162
30. **Дослідження взаємозв'язків функції кровообігу людини та рівня інфразвукового фону в умовах Антарктики** / Є. В. Моісеєнко, О. І. Лящук., Є. В. Карягін // Укр. антаркт. журн. – 2015. – № 14. – С. 190−196.
31. **Исследования в Антарктике частотно-временных характеристик ВЧ сигналов на сверхдальних радиолиниях** / А. В. Зализовский, А. В. Колосков, Ю. М. Ямпольский // Укр. антаркт. журн. – 2015. – № 14. – С. 124−137.
32. **История создания и функционирования Национального Антарктического научного центра в Украине** / Г. А. Будзыка // Клио. – 2015. – № 1 (97). – С. 171−173.
33. **Конкуренті взаємини птахів Антарктики в локальному осередку людської діяльності (на прикладі УАС «Академік Вернадський»)** / В. М. Смаголь, О. О. Салганський // Укр. антаркт. журн. – 2015. – № 14. – С. 163-167.
34. **Мантийный поток через пролив Дрейка по данным гравитационной томографии** / Р. Х. Греку, Д. А. Литвинов, Т. Р. Греку // Укр. антаркт. журн. – 2015. – № 14. – С. 24−35.
35. **Моделювання робочих процесів порталу Національного антарктичного наукового центру України** / Л. С. Глоба, Р. Л. Новогруська // Укр. антаркт. журн. – 2015. – № 14. – С. 229−237.
36. **Нейродинамічні та соціально-психологічні особливості адаптації зимівників** / О. А. Мірошниченко // Укр. антаркт. журн. – 2015. – № 14. – С. 205−216
37. **Оперативная оценка ресурсов углеводородов в пределах поисковых площадей и отдельных структур на шельфе методом частотно-резонансной обработки и интерпретации данных ДЗЗ** / С. П. Левашов, Н. А. Якимчук, И. Н. Корчагин, Д. Н. Божежа // Геоінформатика. – 2015. – № 1. – С. 5–26. – Библиогр.: 30 назв. – рус.
38. **Особливості використання сейсмічного шуму для вивчення глибинної будови Західної Антарктики** / О. І. Лящук, Ю. А. Андрущенко, Є. В. Карягін // Укр. антаркт. журн. – 2015. – № 14. – С. 58–65.
39. **Особливості лейкоцитарної формули крові щурів за умов стрес-індукованих ерозивно-виразкових уражень шлунка та профілактичного введення меланіну** / Д. В. Голишкін, Т. М. Фалалєєва, Н. В. Чижанська, Т. В. Берегова, Л. І. Остапченко // Укр. антаркт. журн. – 2015. – № 14. – С. 180–184.
40. **Первое наблюдение холодного промежуточного слоя на шельфе Антарктического полуострова** / И. П. Неверовский, Ю. И. Попов, В. Н. Сытов, А. С. Матыгин // Укр. антаркт. журн. – 2015. – № 14. – С. 114–123.
41. **Перспектива застосування агоністів PPARγ меланіну та піоглітазону при тривалій гіпоацидності шлунка** / О. І. Цирюк, Т. В. Берегова // Укр. антаркт. журн. – 2015. – № 14. – С. 185–188.
42. **Перспективы получения коллагенолитических ферментов с гидробионтов Антарктического региона** / Н. Г. Ракша, Д. В. Гладун, А. Н. Савчук, Л. И. Остапченко // Укр. антаркт. журн. – 2015. – № 14. – С. 175–179.

43. **Підбір оптимальних умов для хроматографічного тестування екстрактів тканин гідробіонтів Антарктичного регіону** / Д. В. Гладун, Т. Б. Вовк, Н. Г. Ракша, О. М. Савчук, Л. І. Остапченко // Укр. антаркт. журн. – 2015. – № 14. – С. 168–174.
44. **Порівняльний аналіз зведеного латентного показника пристосовуваності популяцій *Deschampsia antarctica* Desv. о. Галіндез (Аргентинські острови, морська Антарктика) протягом трьох сезонів /** Н. Мірюта, І. Парнікоза, П. Швидун, Г. Мирюта, О. Пороннік, І. Козерецька, В. Кунах // Укр. антаркт. журн. – 2015. – № 14. – С. 143–157
45. **Предварительные результаты полевых тектонофизических исследований в районе западного побережья Антарктического полуострова** / А. В. Муровская, В. Г. Бахмутов // Укр. антаркт. журн. – 2015. – № 14. – С. 66–73
46. **Пріоритезація актуальних питань освоєння Антарктики /** А. П. Федчук // Укр. антаркт. журн. – 2015. – № 14. – С. 261–270
47. **Про взаємозвязок нерівномірності обертового руху землі та антарктичної тектонічної плити /** К. Р. Третяк, Ф. К. Ф. Аль-алусі // Укр. антаркт. журн. – 2015. – № 14. – С. 43−57
48. **Расслоенная интрамагматическая дайка в интрузии анортозитов на острове Берселот (архипелаг Аргентинские острова, Западная Антарктида) /** Г. В. Артеменко, В. Г. Бахмутов, И. А. Самборская, Л. Н. Бахмутова // Укр. антаркт. журн. – 2015. – № 14. – С. 36−42
49. **Результати магнітоваріаційного моніторингу на УАС «Академік Вернадський» /** В. Ю. Максимчук, Т. А. Климкович // Укр. антаркт. журн. – 2015. – № 14. – С. 74−82
50. **Связь состояния общего содержания озона над антарктической станцией «Академик Вернадский» с озоновой дырой над Антарктидой /** В. Ф. Мартазинова, Е. К. Иванова // Укр. антаркт. журн. – 2015. – № 14. – С. 93−102
51. **Системний підхід до моделювання порталу «Національний центр антарктичних даних» /** Н. В. Дерманська, Р. Л. Новогрудська // Укр. антаркт. журн. – 2015. – № 14. – С. 238−245
52. **Структура водных масс в регионе архипелага Аргентинские острова** / И. П. Неверовский, Ю. И. Попов, В. Н. Сытов, А. С. Матыгин // Укр. антаркт. журн. – 2015. – № 14. – С. 103−113
53. **Эль-Ниньо и его влияние на климат Антарктического полуострова /** В. Е. Тимофеев // Укр. антаркт. журн. – 2015. – № 14. – С. 83−92
54. **Determination of the Soil-Permafrost Border in Selected Plots of Antarctic Peninsula on the Base of Vertical Electric Sounding Data /** E. V. Abakumov, I. Yu. Parnikoza // Укр. антаркт. журн. – 2015. – № 14. – С. 138−142
55. **Development of Antarctic Protected Areas: Mathematical Forecast for 2020 /** O. V. Kuzko, A. P. Fedchuk, V. V. Savchenko // Укр. антаркт. журн. – 2015. – № 14. – С. 256−260
56. **Impact Assessment of Metal Corrosion on Fuel Reservoir Carrying Capacity /** O. O. Lukyanchenko, Yu. V. Vorona, O. V. Kostina, O. V. Kuzko., O. A. Kyrychuk // Укр. антаркт. журн. – 2015. – № 14. – С. 246−255
57. **Regularities of Quantitative Distribution for Fe(Iii)-Reducing Bacteria iin Natural Ecosystems /** V. M. Govorukha, O. A. Havrylyuk, O. B.Tashyrev // Biotechnologia Acta. – 2015. – Т. 8. – № 3. – С. 123−128.

2014 р.

58. **Биорегуляторная коррекция кинетозных расстройств человека при морском укачивании** / Е. В. Моисеенко, С.-А. И. Мадяр, С. В. Чорный, Е. Э. Ковалевская // Укр. антаркт. журн. – 2014. – № 13. – С. 254−264.
59. **Використання електрофоретичних методів для експрес-аналізу білків морських гідробіонтів Антарктичного регіону /** Н. Г. Ракша, Д. В. Гладун, О. М. Савчук, Л. І. Остапченко // Укр. антаркт. журн. – 2014. – № 13. – С. 192−197
60. **Влияние птиц на пространственное распределение *Deschampsia antarctica* Desv. острова Галиндез (Аргентинские острова, Прибрежная Антарктика)** / И. Ю. Парникоза, Е. В. Абакумов, И. В. Дикий, Д. В. Пилипенко, П. П. Швидун, И. А. Козерецкая, В. А. Кунах // Рус. орнитолог. журн. – 2014, **23**, Экспресс-вып. 1056. – С. 3095−3107.
61. **Встречаемость амбры у кашалотов, добытых флотилиями «Слава» и «Советская Украина»** / Ю. А. Михалёв // Укр. антаркт. журн. – 2014. – № 13. – С. 175−184
62. **Геомагнитные солнечно-суточные вариации в Антарктике, связь с солнечной активностью** / О. И. Максименко, О. Я. Шендеровская // Укр. антаркт. журн. – 2014. – № 13. – С. 67−74. – Библиогр. : 74 назв. – рус.

63. **Гигантские кальмары рода *Architeuthis* в Южном океане** / В. Л. Юхов // Укр. антаркт. журн. – 2014. – № 13. – С. 242–253
64. **Диверсифікація туристичної діяльності в Антарктиці /** А. П. Федчук // Укр. антаркт. журн. – 2014. – № 13. – С. 288–296
65. **Електропровідність мантії Землі в районі станції «Академік Вернадський»** / Б. Т. Ладанівський // Геофиз. журн.. – 2014. – **36**, № 5. – С. 156–164. – Бібліогр. : 162 назв. – укр.
66. **Зависимость популяций *Deschampsia antarctica* Desv. острова Галиндез (Аргентинские острова, Прибрежная Антарктика) от гнездования двух видов птиц /** И. Ю. Парникоза, Е. В. Абакумов, И. В. Дикий, Д. В. Пилипенко, П. П. Швидун, И. А. Козерецкая, В. А. Кунах // Вестн. Санкт-Петербургского ун-тета (прийнято до друку).
67. **Загрязненность прибрежной экосистемы тяжелыми металлами как показатель климатических изменений в Антарктике** / Э. З. Самышев, Н. И. Минкина, Ю. П. Копытов, Е. С. Чудиновских, С. М. Игнатьев // Укр. антаркт. журн. – 2014. – № 13. – С. 198–213
68. **Зведений латентний показник пристосовуваності *Deschampsia antarctica* Desv. як відбиток мікроумов існування в районі Адміральської бухти (о. Короля Георга, Прибережна Антарктика)** / Н. Ю. Мірюта, І. Ю. Парнікоза, Г. Ю. Мирюта, П. П. Швидун, Є. Смикла, І. Козерецька, В. Куна // Укр. антаркт. журн. – 2014. – № 13. – С. 159–й174. – Бібліогр. : 172 назв. – укр.
69. **Изменения геомагнитного поля Антарктики за последнее столетие /** Г. В. Мельник, В. Г. Бахмутов, О. Я. Шендеровская // Укр. антаркт. журн. – 2014. – № 13. – С. 75–80. – Библиогр. : 80 назв. – рус.
70. **Історія створення та діяльності Наукового комітету з антарктичних досліджень (до 20-річчя прийняття України до SCAR)** / Г. А. Будзика // Наука та наукознавство. – 2014. – № 2. – С. 117–121. – Бібліогр. : 10 назв. – укр.
71. **Магнитные и плотностные характеристики магматических пород в районе УАС Академик Вернадский /** В. В. Шпыра, В. Г. Бахмутов, Л. Н. Бахмутова, Д. П. Гладкочуб, А. В. Кошелев, Т. В. Скарбовийчук, В. И. Якухно // Укр. антаркт. журн. – 2014. – № 13. – С. 81–93. – Библиогр. : 92 назв. – рус.
72. **Мезомасштабная доступная потенциальная энергия фронтального раздела как характеристика его конвективной и грозовой активности /** Д. В. Пишняк, В. М. Шпиг, Г. П. Ивус // Вісн. Одеського держ. екол. ун-тету. – 2014. – № 17. – С. 67–77.
73. **Методика оценки критической частоты слоя F2 по разности собственных частот ионосферных альфвеновских резонансов** / Н. А. Бару, А. В. Колосков, Ю. М. Ямпольский, А. Ю. Пашинин // Радиофизика и радиоастрономия. – 2014. – **19**, № 2. – С. 151–159. – Библиогр. : 18 назв. – рус.
74. **Можливість попередження про загрозу цунамі внаслідок землетрусів у морі Скоша за допомогою геофізичних методів** / О. І. Лящук // Укр. антаркт. журн. – 2014. – № 13. – С. 61–66. – Бібліогр. : 5 назв. – укр.
75. **Морфофункціональні зміни органа зору у зимівників української антарктичної станції Академік Вернадський** / Д. В. Варивончик, С. О. Риков, А. О. Салюков, А. Б. Мішенін, Г. Ю. Пишнов, Є. В. Моісеєнко // Фізіол. журн. – 2014. – **60**, № 1. – С. 70–77. – Бібліогр. : 19 – укр.
76. **Наблюдаемость ионосферных альфвеновских резонансов в Антарктике в полном цикле солнечной активности и «эффект расщепления»** / Н. А. Бару, А. В. Колосков, Ю. М. Ямпольский, Р. А. Рахматулин, А. Ю. Пашинин // Укр. антаркт. журн. – 2014. – № 13. – С. 124–132
77. **Новые результаты рекогносцировочных исследований в Баренцевом море с целью поисков скоплений углеводородов методом частотно-резонансной обработки данных ДЗЗ** = New results of reconnaissance investigation in the Barents Sea for hydrocarbon accumulations prospecting by method of frequency-resonance processing of remote sensing data / С. П. Левашов, Н. А. Якимчук, И. Н. Корчагин, Д. Н. Божежа // Геоінформатика. – 2014. – № 3. – С. 21–32. – Библиогр. : 20 назв. – рус. – Режим доступа: http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/98079/03-Levashov.pdf?sequence=1
78. **О газогидратном потенциале структур дна континентальных окраин Антарктики (по данным геофизических исследований)** / С. П. Левашов, Н. А.Якимчук, И. Н. Корчагин, Ю. М. Пищаный, В. Г. Бахмутов, В. Д. Соловьёв, Д. Н. Божежа // Укр. антаркт. журн. – 2014. – № 13. – С. 48–60. – Библиогр. : 47 назв. – рус.
79. **Определение параметров мировых гроз по записям шумановского резонанса (еще раз о точечном источнике в исследованиях шумановского резонанса)** / А. П. Николаенко // Радиофизика и электроника. – 2014. – 5, № 2. – С. 33–41. – Библиогр. : 19 назв. – рус.
80. **Отримання цільових білкових фракцій з морських гідробіонтів Антарктичного регіону /** Д. В. Гладун, Т. Б. Вовк, Н. Г. Ракша, О. М. Савчук, Л. І. Остапченко // Укр. антаркт. журн. – 2014. – № 13. – С. 133–139

81. **Показники психологічної готовності особистості до екстремальних умов життєдіяльності /** О.А. Мірошниченко // Укр. антаркт. журн. – 2014. – № 13. – С. 265–274
82. **Применение информационных технологий в медико-биологических исследованиях Антарктики** / Е. В. Моисеенко, Л. С. Глоба, Т. Е. Моисеенко // Актуальні. пробл. економіки. – 2014. – № 11. – С. 394–398. – Библиогр. : 10 назв. – рус. .
83. **Пріоритети антарктичної науки** / В. А. Литвинов, А. П. Федчук // Укр. антаркт. журн. – 2014. – № 13. – С. 9–14. – Бібліогр. : 14 назв. – укр.
84. **Результаты работы РКТС «Море содружества» на промысле антарктического криля (*Euphausia superba*) в Атлантическом секторе Антарктики и его биологическое состояние в зимний сезон 2014 г**. Н. Н. Жук, Ю. В. Корзун // Укр. антаркт. журн. – 2014. – № 13. – С. 140–158. – рус.
85. **Связь изменений климата с геомагнитным полем. 1. Пространственно-временная структура магнитного поля Земли и климата в XX в. /** В. Г. Бахмутов, В. Мартазинова, Н. Килифарска, Г. В Мельник, Е. К. Иванова // Геофиз. журн. – 2014 – № 1. – с. 81 – 104. – рус.
86. **Сеть интернет-управляемых ВЧ приемников для ионосферных исследований** / А. В. Колосков, Ю. М. Ямпольский, А. В. Зализовский, В. Г. Галушко, А. С. Кащеев, Хоз С. Ла, А. Брекке, В. С. Белей, М. Т. Ритвелд // Радиофизика и радиоастрономия. – 2014. – Т. 19, № 4. – С. 324–335. – рус.
87. **Средство пассивной защиты резервуаров от ветровой нагрузки в условиях Антарктики** / Н. И. Бурау, А. В. Кузько, С. А. Цыбульник // Укр. антаркт. журн. – 2014. – № 13. – С. 275–280
88. **Температурное и петрофизическое моделирование глубинных горизонтов земной коры района Антарктического полуострова** / В. А. Корчин, П. А. Буртный, Е. Е. Карнаухова // Укр. антаркт. журн. – 2014. – № 13. – С. 31–47. – Библиогр. : 46 назв. – рус.
89. **Технологія біологічного очищення стічних вод української антарктичної станції Академік Вернадський /** Л. А. Саблій, Є. В. Кузьмінський, В. С. Жукова, М. В. Бляшина // Укр. антаркт. журн. – 2014. – № 13. – С. 281–287
90. **Фауна безхребетних тварин мохових угруповань острова Пітерман і прилеглого регіону Антарктичного півострова /** В. М. Трохимець, Н. С. Яковенко, О. С. Коваленко, І.В. Дикий // Укр. антаркт. журн. – 2014. – № 13. – С. 214–224.
91. **Филогенетический анализ бактерий экстремальных экосистем** / В. А. Романовская, В. В. Парфенова, Н. Л. Белькова, Е. В. Суханова, Г. В. Гладка, А. А. Таширева // Мікробіол. журн.. – 2014. –76, № 3. – С. 2–10. – Библиогр. : 10 назв. – рус.
92. **Щодо результатів використання автоматизованої станції погоди «Тропосфера» в умовах української антарктичної станції Академік Вернадський** / С. В. Клок, В. М. Коцюба // Укр. антаркт. журн. – 2014. – № 13. – С. 94–102. – Бібліогр. : 8 назв. – укр.
93. **Development of the Marine Protected Area Network in the Argentine Islands Area (Akademik Vernadsky Antarctic Station, Ukraine)** / A. Yu. Utevsky, M. Yu. Kolesnykova, D. V. Shmyrov, O. I. Sinna // Укр. антаркт. журн. – 2014. – № 13. – С. 225–230
94. **New Forms of Chromosome Polymorphism in *Deschampsia Antarctica* Desv. from the Argentine Islands of the Maritime Antarctic Region** / D. O. Navrotska, M. O. Twardovska, I. O. Andreev, I. Yu. Parnikoza, A. A. Betekhtin, O. M. Zahrychuk, N. M. Drobyk, R. Hasterok, V. A. Kunakh // Укр. антаркт. журн. – 2014. – № 13. – С. 185–191
95. **Primary Production Assessment of the Southern Indian Ocean in Consumption of Silicic Acid /** A. T. Kochergin // Укр. антаркт. журн. – 2014. – № 13. – С.103–109
96. **Realization of the marine protected area network in the Akademik Vernadsky station region** / A. Yu. Utevsky, E. I. Sennaya, M. Yu. Kolesnykova // Ukrainian Antarctic Journal. – 2014.– № 13. – англ.
97. **Some Peculiarities of the Near-Surface Air Temperature Change in the Antarctic Peninsula Region** / V. E. Tymofeyev // Укр. антаркт. журн. – 2014. – № 13. – С. 110–123
98. **The Falkland Basins: New Structural Model and Hydrocarbon Bearing Prospects (by Remote Sensing and Geoelectric Data)** / I. N. Korchagin, V. G. Bakhmutov, S. P. Levashov, V. D. Solovyov, N. A. Yakymchuk, D. N. Bozhezha // Укр. антаркт. журн. – 2014. – № 13. – С. 22–30. – Бібліогр. : 18 назв. – англ.
99. **Some peculiarities of the near-surface air temperature change in the Antarctic peninsula region** = Деякі особливості багаторічної зміни температури повітря на Антарктичному півострові / V. E. Tymofeyev // Укр. антаркт. журн.. –2014. – № 13. – С. 110–123. – Бібліогр. : 23 назв. – англ.
100. **Use of Chemical Markers in Antartic Ecosystem Studies of Demaria Mount** / L. V. Chepeleva, Z. A. Sizova, G. D. Yukhno, S. Yu. Utevsky, Yu. G. Gamulya, A. Yu. Utevsky, A. D. Roshal // Укр. антаркт. журн. – 2014. – № 13. – С. 231–241– англ.

2013 р.

101. **Аномалії сили тяжіння в акваторіях Антарктичного півострова за даними супутникової градієнтометрії GOCE, морської та аерогравіметрії** / Д. О. Марченко, В. Ю. Максимчук // Укр. антаркт. журн. – 2013. – № 12. – С. 56–61.
102. **Библиометрический портрет академика Владимира Ивановича Вернадского: известность в мире** / В. П. Рыбачук // Б-ки нац. академий наук: пробл. функционир., тенден. разв. – К., 2013. – Вып. 11. – С. 22–33. – Режим доступа: http://nbuv.gov.ua/UJRN/bnan_2013_11_5.
103. **Влияние длительного пребывания в условиях Антарктики на ультраструктуру и функции тромбоцитов у людей при гипоксической нагрузке** / Е. В. Розова, Е. В. Моисеенко // Укр. антаркт. журн. – 2013. – № 12. – С. 307–314.
104. **Возрастная позиция, геодинамическая специфика и палеомагнетизм интрузивных комплексов западного побережья Антарктического полуострова** / В. Г. Бахмутов, Д. П. Гладкочуб, В. В. Шпира // Геофиз. журн. – 2013. – 35, № 3. – С. 3–30. – Библиогр. : с. 27–30 – рус.
105. **Выразительный, познавательный и коммуникативный уровни цветопреференции человека как показатели оценки психологических особенностей личности** / С.-А. И. Мадяр, Е. Э. Ковалевская, Е. В. Моисеенко // Укр. антаркт. журн. – 2013. – № 12. – С. 323–334.
106. **Гидрологические исследования на акватории архипелага Аргентинские острова: проблемы и перспективы** / Ю. В. Артамонов // Укр. антаркт. журн. – 2013. – № 12. – С. 113––125.
107. **Диагноз и прогноз ледовых условий в районе Антарктического полуострова** / В. Е. Тимофеев // Укр. антаркт. журн. – 2013. – № 12. – С. 93–112.
108. **Диагностика глобальной грозовой активности на основе многолетнего мониторинга сигналов шумановского резонанса на УАС Академик Вернадский** / А. В. Колосков, Н. А. Бару, О. В. Буданов, В. Г. Безродный, Б. Ю. Гаврилюк, А. В. Пазнухов, Ю. М. Ямпольский // Укр. антаркт. журн. – 2013. – № 12. – С. 170–176.
109. **Дослідження психологічних особливостей характеру зимівників українських антарктичних експедицій** / О. А. Мірошниченко // Укр. антаркт. журн. – 2013. – № 12. – С. 300–306.
110. **Зависимость характеристик ионосферного альфвеновского резонанса от состояния геокосмоса по данным синхронных наблюдений в Антарктике и Евразии** / Н. А. Бару, А. В. Колосков, Р. А. Рахматулин // Укр. антаркт. журн. – 2013. – № 12. – С. 177–185.
111. **Значення поверхневих об'ємів острівних льодовиків Антарктичного узбережжя як показник зміни кліматичних умов** / К. Р. Третяк, В. М. Глотов, Ю. І. Голубінка // Укр. антаркт. журн. – 2013. – № 12. – С. 69–82.
112. **Зоопланктон в водах у о-ва Галиндез (архипелаг Аргентинские о-ва, Антарктика)** / С. М. Игнатьев, Е. В. Попова, Т. А. Мельник // Мор. екол. журн. – 2013. – 12, № 4. – С. 53–60. – Библиогр. : 20 назв. – рус.
113. **Исследования изменчивости термической структуры вод по данным многочасовых зондирований в районах антарктических станций** / А. Ю. Артамонов, И. А. Репина, Ю. В. Артамонов // Укр. антаркт. журн. – 2013. – № 12. – С. 155–169
114. **Колониальные виды птиц, гнездящиеся в районе УАС Академик Вернадский (сезон 2010-2011 гг.)** / Д. В. Пилипенко // Укр. антаркт. журн. – 2013. – № 12. – С. 206–216. – Библиогр. : 7 назв. – рус.
115. **Магматическая расслоенность габброидов батолита Антарктического полуострова** / Г. В. Артеменко, В. Г. Бахмутов, И. А. Самборская, Л. Н. Бахмутова, В. В. Шпира // Укр. антаркт. журн. – 2013. – № 12. – С. 30–33.
116. **VI Международная Антарктическая конференция «Интернационализация исследований в Антарктике – путь к духовному единству человечества»,** Киев, 15–17 мая 2013 г. / Н. Г. Виденина // Наука та наукознавство. – 2013. – № 3. – С.144 – 147. – Режим доступа: http://nbuv.gov.ua/UJRN/NNZ_2013_3_17.
117. **Методические подходы к получению фракции трипсиноподобных ферментов из морских гидробионтов (на примере антарктического криля)** / Д. В. Гладун, А. Н. Савчук, Л. И. Остапченко // Укр. антаркт. журн. – 2013. – № 12. – С. 294–299.
118. **Многолетнее изменение температуры воздуха в районе Антарктического полуострова и его причины** / В. Е. Тимофеев // Наук. пр. Укр. н.-д. гідрометеорол. ін-ту. – 2013. – Вип. 264. – С. 9–17. – Библиогр. : 22 назв. –рус.
119. **Надежность металлических резервуаров с дизельным топливом в условиях Антарктики** / Н. Н. Бурау, Ю. Г. Жуковский, Д. В. Шевчук, А. В. Кузько // Укр. антаркт. журн. – 2013. – № 12. – С. 335–349

120. **Національні інтереси України в Антарктиці: кількісні характеристики** / О. В. Кузько, В. В. Савченко, А. П. Федчук // Укр. антаркт. журн. – 2013. – № 12. – С. 350–357
121. **Незнайома Антарктика: рослини розкривають свої таємниці** / Н. А. Матвєєва // Вісн. НАН України. – 2013. –№ 10. – С. 58–70. –Бібліогр. : 76 назв. – укр.
122. **Некоторые черты биологии антарктического глубоководного кальмара (АГК) – *Mesonychoteuthis hamiltoni, Robson*, 1925** / В. Л. Юхов // Укр. антаркт. журн. – 2013. – № 12. – С. 217–237
123. **Новые результаты геофизического картирования скоплений углеводородов на шельфе и континентальном склоне западной Антарктики** / С. П. Левашов, Н. А.Якимчук, И. Н. Корчагин, Ю. М. Пищаный, В. Г. Бахмутов, В. Д. Соловьев, Д. Н. Божежа // Геология и полезные ископ. Мирового океана. – 2013. – № 1. – С. 28–43.
124. **Определение времени образования пролива Брансфилд (западная Антарктика) на основании данных GPS-наблюдений** / Ю. В. Козленко, М. В Козленко // Геология и полезн. ископ. Мирового океана. – 2013. – № 1. – С. 64 – 75.
125. **Особенности распределения микроэлементов в поверхностных отложениях острова Галиндез (Западная Антарктика)** / С. М. Недогибченко, Н. О. Крюченко, Э. Я. Жовинский // Укр. антаркт. журн. – 2013. – № 12. – С. 39–44.
126. **Особенности структуры поля температуры и крупномасштабных фронтов на поверхности Индоокеанского сектора Южного океана в районах неоднородности рельефа дна** / Е. А. Скрипалёва // Укр. антаркт. журн. – 2013. – № 12. – С. 138–146
127. **Особливості росту молоді тюленя Уедделла (*Leptonychotes weddellii*)** / І. В. Дикий, О. О. Салганський // Укр. антаркт. журн. – 2013. – № 12. – С. 258–264
128. **Оценка перспектив нефтегазоносности отдельных структур Баренцева моря частотно-резонансным методом обработки данных дистанционного зондирования Земли** / С. П. Левашов, Н. А.Якимчук, И. Н. Корчагин // Геоинформатика. – 2013. – № 1. – С. 5–16.
129. **Перерахунок магнітоваріаційних даних з довільної до геомагнітної системи координат** / Б. Т. Ладанівський // Укр. антаркт. журн. – 2013. – № 12. – С. 34–38
130. **Полярні дослідження у світлі ідей творця теорії ноосфери** / П. Гожик // Укр. антаркт. журн. – 2013. – № 12. – С. 7–10
131. **Порівняльний аналіз показників популяційної успішності *Deschampsia antarctica* в районі Адміральської бухти (о. Короля Георга, Прибережна Антарктика)** / І. Парнікоза, І. Ожередова, Н. Мірюта, І. Козерецька, Дж. Смикла, В. Кунах // Укр. антаркт. журн. – 2013. – № 12. – С. 186–198
132. **Примитивные почвы горы Demaria (Graham Land, Antarctic Penisula): морфология, минеральный состав, вертикальное распределение** / А. Д. Рошаль, А. П. Краснопёрова, И. В. Дикий, Г. Д. Юхно, З. А. Сизова, Д. В. Шмырев, Ю. Г. Гамуля, А. Ю. Утевский // Укр. антаркт. журн. – 2013. – № 12. – С.265–281
133. **Психофізіологічний опитувальник учасників антарктичної експедиції щодо професійної адаптації в особливих умовах** / Г. Ю. Пишнов, Є. В. Моісеєнко, Л. Г. Висоцька // Укр. антаркт. журн. – 2013. – № 12. – С. 315– 322
134. **Результаты океанографических исследований в прибрежных районах Индоокеанского сектора Антарктики в декабре 2011 и январе-феврале 2012 гг. (по материалам 57-й Российской антарктической экспедиции)** / А. Ю. Артамонов, Ю. В. Артамонов, В. И. Бочкарёв, В. П. Бунякин, И. А. Репина // Укр. антаркт. журн. – 2013. – № 12. – С. 126–137
135. **Сезонная изменчивость геострофических течений в Западной Антарктике по гидрологическим и спутниковым данным** / Ю. В. Артамонов, Е. А. Скрипалева, А. В. Федирко // Мор. гидрофиз. журн. – 2013 г. – № 6. – С. 57–73. – Библиогр. : 22 назв. – рус.
136. **Сезонная и межгодовая изменчивость переносов геострофических течений в Южном океане по данным контактных и спутниковых измерений** / Ю. В. Артамонов, А. В. Федирко, А. А. Кубряков, Е. А. Скрипалёва, С. В. Станичный // Укр. антаркт. журн. – 2013. – № 12. – С. 147–154
137. **Температурно-влажностный режим и погодные условия на станции Академик Вернадский в 2012 г.** / В. Ф. Мартазинова, Е. К. Иванова, В. Е. Тимофеев // Укр. антаркт. журн. – 2013. – № 12. – С. 83–92
138. **Трендовые изменения геомагнитного поля на обсерватории "Аргентинские острова": эффект в Sq-вариациях** / О. И. Максименко, В. Г. Бахмутов, N. Kilifarska, О. Я. Шендеровская // Укр. антаркт. журн. – 2013. – № 12. – С. 62-68
139. **Хід виконання Державної цільової науково-технічної програми проведення досліджень в Антарктиці на 2011-2020 рр**. / П. Ф. Гожик, В. А.Литвинов, В. М. Маланчук // Укр. антаркт. журн. – 2013. – № 12. – С. 11–20

140. **Эксплуатация антарктического криля (*Euphausia superba*) на участках его промысла в водах Антарктики (район 48) в осенне-зимний период 2004 г.** / Н. Н. Жук // Укр. антаркт. журн. – 2013. – № 12. – С. 238–257
141. **Южно-Фолклендский бассейн: новые данные о глубинных геофизических неоднородностях и нефтегазоносности (по результатам геоэлектрических и дистанционных исследований)** / С. П. Левашов, Н. А.Якимчук, И. Н. Корчагин, Ю. М. Пищаный, В. Г. Бахмутов, В. Д. Соловьев, Д. Н. Божежа // Геоинформатика. – 2013. – № 4. – С. 5–15.
142. **Crustal structure of the Antarctic Peninsula sector of the Gondwana margin around Anvers Island from geophysical data** / T. Yegorova, V. Bakhmutov // Tectonophysics. – vol. 585. – 2013. – P.77-89. doi:10.1016 / j.tecto.2012.09.029.
143. ***Deschampsia antarctica Desv.* в Прибрежной Антарктике: видовая уникальность или долговременные адаптивные стратегии?** / И. Ю. Парникоза, И. А. Козерецкая, М. П. Андреев, В. А. Кунах // Укр. ботан. журн. – 2013. –70, № 5. – С. 614–623. – Библиогр. : 74 назв. – рус.
144. **Geomagnetic influence on Antarctic Climate – Evidences and Mechanism** / N. Kilifarska, V. Bakhmutov, G. V. Melnyk // International Review of Physics (I.RE.PHY.). 2013. – **7**, N. 3. – P. 242 – 252.
145. **New Crustal Models of Drake Passage and the Hydrocarbon Reservoir Searching in the Antarctic Peninsula Continental Margin Structures (By the 17th Ukrainian Antarctic Expedition Results)** / I. N. Korchagin, V. D. Solovyov, V. G. Bakhmutov, S. P. Levashov, N. A. Yakymchuk, D. N. Bozhezha // Укр. антаркт. журн. – 2013. – № 12. – С. 21–29
146. **Phage Detection in the Rhizosphere of Higher Antarctic Plants Using Transmission Electron Microscopy** / O. Mas, O. Andriychyk, V. Polischuk // Укр. антаркт. журн. – 2013. – № 12. – С. 199–205. – Бібліогр. : 12 назв. – англ.
147. **Response of Photosynthetic Apparatus of Two *Deschampsia* Species with Different Distribution Areas on Abiotic Stress** / N. Taran, V. Storozhenko, A. Okanenko, L. Batsmanova, N. Svietlova // Укр. антаркт. журн. – 2013. – № 12. – С. 282–293
148. **The development of tourism at Faraday / Vernadsky station: changes in governance and visitor patterns** / Andrii Fedchuk // Polar Record. – 2013. – 49. – P. 286-290. doi:10.1017/S0032247412000599.
149. **The Mystery of Antarctic Climate Change and its Relation to Geomagnetic Field** / N. A. Kilifarska, V. G. Bakhmutov, G. V. Melnyk // Укр. антаркт. журн. – 2013. – № 12. – С. 45–55

2012 р.

150. **20 років разом: історія та сучасний стан українсько-британських відносин** / В. Хандогій // Zovnishni spravy. **–** 2012. – (001). – С. 8–10.
151. **Аналіз архіву наукової гідрометеорологічної інформації Української антарктичної станції Академік Вернадський** / С. В. Клок // Укр. антаркт. журн. – 2011/2012. – № 10–11. – С. 333–338.
152. **Антарктида – мікробні ценози, екосистеми та біорозвідка.** Наук. повідомл. на засіданні Президії НАН України 1 лют. 2012 року / О. Б. Таширев // Вісн. НАН України. – 2012. – № 3. – С. 40–47. – укр. – Режим доступу: http://www.nbuv.gov.ua/portal/all/herald/2012_3/a3.pdf
153. **Антарктичні ювілеї: 100-річчя підкорення Південного географічного полюса, 50-річчя набуття чинності Договором про Антарктику** / А. П. Федчук // Укр. антаркт. журн. – 2011/2012. – № 10–11. – С. 11.
154. **Біологічні характеристики бактеріофагів, виділених в Антарктиці /** О. В. Пугач, О. В. Мась, О. М. Андрійчук, В. П. Поліщук //. Укр. антаркт. журн. – 2011/2012. – № 10–11. – С. 296–301.
155. **Введення в культуру *in vitro Deschampsia antarctica* Desv. (Poaceae) з двох районів Прибережної Антарктики /** О. М. Загричук, Н. М. Дробик, І. А. Козерецька, І. Ю. Парнікоза, В. А. Кунах // Укр. антаркт. журн. – 2011/2012. – № 10–11. – С. 289–295.
156. **Географічний градієнт генетичного поліморфізму *Deschampsia antarctica* Desv. із Прибережної Антарктики /** І. О. Андрєєв, Р. А. Волков, І. А. Козерецька, І. Ю. Парнікоза, К. В. Спірідонова, С. С. Кир'яченко, Д. М. Майданюк, В. А. Куна // Укр. антаркт. журн. – 2011/2012. – № 10–11. – С. 282–288.
157. **Глобальное действие магнитного поля на флору и фауну Земли** / Л. Е. Никифорова, И. В. Гаевская // Наук. вісн. Таврійського держ. агротехнол. ун-ту. – 2012**. – І,** Вип. 2. – С. 31–36. – Бібліогр. : 3 назв. – рус. – Режим доступу: http://www.nbuv.gov.ua/e-Journals/nvtdau/2012_1/pdf2t1/12nleote.pdf

158. **Двухпозиционный (Антарктида–Украина) мониторинг глобальных электро-магнитных резонанансов Земли** / А. В. Колосков, Н. А. Бару, О. В. Буданов, В. Е. Пазнухов, Ю. М. Ямпольский // Укр. антаркт. журн. – 2011/2012. – № 10−11. – С. 121–127.
159. **Дослідження впливу екологічних факторів Антарктики на здатність людини до адаптації** / Є. В. Моїсеєнко // Фізіолог. журн.. – 2012. – **58**, № 4. – С. 35−43**.**
160. **Дослідження України в Антарктиці: поточна бібліографія. Публікації 2010−2011 рр.** / В. П. Рибачук, Н. Г. Віденіна // Укр. антаркт. журн. – 2011/2012. – № 10−11. – С. 428−455.
161. **Еволюція Системи Договору про Антарктику: структура і динаміка актів, ухвалених за 1961−2011 рр. /** А. Федчук // Укр. антаркт. журн. – 2011/2012. – № 10−11. – С. 406−427.
162. **Застосування телемедичних систем при проведенні антарктичних досліджень /** І. Шустова // Укр. антаркт. журн. – 2011/2012. – № 10−11. – С. 361−364.
163. **Изменчивость поля температуры воды в Антарктике по данным попутных измерений на НЭС «Академик Фёдоров» в 1999–2011 гг.** / Ю. В. Артамонов, Н. Н. Антипов, В. П. Бунякин, А. В. Клепиков, В. А. Литвинов, В. В. Лукин, Е. А. Скрипалёва // Укр. антаркт. журн. – 2011/2012. – № 10−11. – С. 172−185.
164. **Изучение динамики цветовой преференции человека и разработка биорегуляторной технологии с использованием таблиц БИОКОЛОР /** С.-А. И. Мадяр, Е. Э. Ковалевская, Е. В. Моисеенко // Укр. антаркт. журн. – 2011/2012. – № 10−11. – С. 375−389.
165. **Изучение палеонапряженности и палеонаправлений геомагнитного поля в мелу и в палеоцене по породам Западной Антарктики /** В. В. Щербакова, В. Г. Бахмутов, В. П. Щербаков, Г. В. Жидков, В. В. Шпира, Ю. К. Виноградов // Укр. антаркт. журн. – 2011/2012. – №10−11. – С. 48−86.
166. **Исследование физико-механических свойств недр земли в Антарктике в районе Аргентинских островов /** В. К. Жуковский, А. Р. Гохман, Е. В. Карягин // Укр. антаркт. журн. – 2011/2012. – № 10−11. – С. 97−105.
167. **Исследование хронологической схемы изменения климата вблизи станции Академик Вернадский с помощью определения концентраций химических примесей в леднике /** П. И. Будник, В. Ф. Грищенко, Г. В. Клишевич, Н. Д. Курмей, Т. И. Макаренко // Укр. антаркт. журн. – 2011/2012. – № 10−11. – С. 315−319.
168. **Інноваційний вектор часу /** В. Литвинов // Укр. антаркт. журн. – 2011/2012. – № 10−11. – С. 8−10
169. **Історія становлення міжнародного співробітництва в дослідженнях Антарктики** / Г. А. Будзика // Нариси з іст. природознавства і техн. : зб. наук. пр. – К. : Фенікс, 2012. – Вип 46. – С. 77−83. – Бібліогр. : 9 назв. – укр.
170. **К юбилею академика Владислава Ивановича Монченко** / В. В. Анистратенко, Ю. Н. Токарев // Мор. экол. журн.. – 2012. – 11, № 2. – С. 107−108. – Режим доступа: http://10.0.0.194:8080/dspace/handle/99011/2848
171. **Карликовый гладкий кит Caperea Marginata Gray, 1846, Южной Атлантики** / Ю. А. Михалёв, Г. А. Будыленко Укр. антаркт. журн. – 2011/2012. – № 10−11. – С. 144−160.
172. **Методические аспекты учета численности бактериобентоса в условиях сезонного колебания температур /** В. П. Чекалов // Вісник Дніпропетров. ун-ту. Біологія. Екологія =. Visnyk of Dnipropetrovsk University. Biology. Ecology.– 2012. – **2**, Вип. 20, – С. 101–107. – Библиогр. : 12 – 2012. – Режим доступа: http://www.nbuv.gov.ua/PorTal/Natural/Vdpu/Biol/2012_20_2/Ve21215.pdf
173. **Множественная устойчивость к токсичным металлам микроорганизмов антарктических клифов (о-в Галиндез) /** А. Б. Таширев, В. А. Романовская, П. В. Рокитко, А. А. Таширева // Укр. антаркт. журн. – 2011/2012. – № 10−11. – С. 212−221.
174. **Національний центр антарктичних даних як невід'ємна частина наукових досліджень України в Антарктиці** / Л. С. Глоба, В. А. Литвинов, І. В. Мороз // Укр. антаркт. журн. – 2011/2012. – № 10−11. – С. 339−342.
175. **О возможном механизме «эффекта саморассеяния» мощных ВЧ сигналов в ионосфере** / В. Г. Галушко, В. Г. Безродный, А. В. Колосков, А. В. Зализовский // Радиофизика и Радиоастрономия. – 2012. – **17**, № 2. – С. 112−124.
176. **О геодинамике тектонического пояса пролива Дрейка – моря Скоша, Южный океан /** Г. Б. Удинцев, А. Ф. Береснев, А. В. Кольцова, Л. Г. Доморацкая, Г. В. Шенке, Н. Отт, А. Бейер, В. Г. Бахмутов, В. Д. Соловьёв // Укр. антаркт. журн. – 2011/2012. – № 10−11. – С. 26−35.
177. **Объективизация профессионально важных черт личности и уровня профессиональных компетенций с помощью полиграфа** [Электронный ресурс] / В. В. Опанасенко –10 с. – Библиогр. : 4 назв. – Режим доступа: http://psytechagency.com.ua/wp-content/uploads/2012/09/Objectivization-of-traits-of-character-and-profcompetention-by-polygraph.pdf .

178. **Определение критической частоты f-слоя по данным наблюдений ионосферного альфвеновского резонанса /** А. В. Колосков, Н. А. Бару // Укр. антаркт. журн. – 2011/2012. – № 10–11. – С. 114–120.
179. **Опыт двумерного магнитовариационного моделирования в районе УАС Академик Вернадский (Западно-Антарктический полуостров)** / И. М. Логвинов, В. Н. Тарасов, С. С. Чулков // Геофиз. журн . – 2012. – 34, № 3. – С. 61–75. – Библиогр. : с. 73–75. – рус.
180. **Опыт обнаружения скоплений углеводородов в структурах континентальных окраин западной антарктики и других регионов (по данным экспериментальных геоэлектрических и дистанционных исследований)** [Электронный ресурс] / И. Н. Корчагин, С. П. Левашов, Н. А.Якимчук, В. Д.Соловьев, В. Г. Бахмутов, Д. Н. Божежа // Электрон. науч. журн. «Нефтегазовое дело». – 2012. – № 1. – С. 242–264. – Режим доступа: http://www.ogbus.ru/authors/Korchagin/Korchagin_1.pdf
181. **Особенности состава, возраст и модель образования габброидов Андийского комплекса (мыс Туксен, Западная Антарктика) /** Д. П. Гладкочуб, Т. В. Донская, В. Г. Бахмутов // Укр. антаркт. журн. – 2011/2012. – № 10–11. – С. 39–47.
182. **Особенности фоновых вариаций полного электронного содержания ионосферы над Антарктическим полуостровом** / А. А. Сопин, Е. М. Занимонский, В. Н. Лисаченко, Ю. М. Ямпольский // Радиофизика и Радиоастрономия. – 2012. –**17**, № 1. – С. 49–56.
183. **Особенности электрической активности мозга человека при длительном пребывании в условиях Антарктики** / В. И. Сухоруков, Л. П. Забродина // Укр. антаркт. журн. – 2011/2012. – № 10–11. – С. 365–369.
184. **Перенесення складових антарктичної трав'янистої тундрової формації домініканським мартином в регіоні Аргентинських островів (Прибережна Антарктика) /** І. Ю. Парнікоза, І. В. Дикий, В. Ю. Іванець, І. А. Козерецька, А. І. Рожок, В. А. Кунах // Укр. антаркт. журн. – 2011/2012. – № 10–11. – С. 272–281.
185. **Пластичність морфогенезу та особливості репродукції рослин *Colobanthus quitensis* і *Deschampsia antarctica* в Антарктичному регіоні /** О. А. Кравець, Н. Ю. Таран, В. О. Сороженко // Укр. антаркт. журн. – 2011/2012. – № 10–11. – С. 302–305.
186. **Погодные условия на станции Академик Вернадский в 2011 г. и ожидаемое состояние температурного режима в летний период 2011-2012 гг. по инструментальным наблюдениям 2011 г.** / В. Ф. Мартизанова, В. Е. Тимофеев, Е. К. Иванова // Укр. антаркт. журн. – 2011/2012. – № 10–11, 320–332.
187. **Поиск «уикенд эффекта» в вариациях интенсивности природных СНЧ шумов** / А. В. Пазнухов, Ю. М. Ямпольский, Е. М. Занимонский, А. В. Соина // Радиофизика и радиоастрономия. – 2012. – **17**, № 1. – С. 67–73. **Search of "weekend effect" in the intensity of natural VLF noise variations** / A. V. Paznukhov, Y. M. Yampolski, Y. M. Zanimonskiy, A. V. Soina // Radio Physics and Radio Astronomy. – 2012. – **17**, № 1.– P. 67–73.
188. **Портативні водолазні системи гідроакустичного мовного зв`язку дальньої та ближньої дії /** Ю. А. Попадюха // Зб. наук. праць. Акад. військ.-мор. сил ім. П. С. Нахімова. – 2012.—— Вип. 1. – № 9. – Бібліогр. : 9 назв.. – укр. – Режим доступу: http://www.nbuv.gov.ua/portal/natural/znpavms/2012_1/Stati_PDF_9/Popaduha.pdf
189. **Проблеми розвитку внутріконтинентального туризму в Антарктиці (до 100-річчя підкорення південного полюса** / А. Федчук // Геогр. та туризм. – 2012. – Вип. 19. – С. 161–170.
190. **Происхождение и история развития пролива Брансфилда (с учетом интерпретации данных ГСЗ)** / Ю. В. Козленко, М. В. Козленко // Геофиз. журн . – 2012. – 34, № 2. – С. 82–92. – Библиогр.: С. 90-92. – рус.
191. **Промысловые и биологические показатели антарктического криля (*Euphausia superba*) на участках его промысла у Южных Шетландских островов и в проливе Брансфилд в марте-мае 2006 г. /** Н. Н. Жук // Укр. антаркт. журн. – 2011/2012. – № 10–11. – С. 201–211.
192. **Распространение психрофильных микроорганизмов в наземных биотопах Антарктики** / В. А. Романовская, А. Б. Таширев, С. О. Шилин, Г. В. Гладка // Мікробіол. журн . – 2012. – **74**, № 1. – С. 3–8. – Библиогр. : 16 назв. – рус.
193. **Расширение гнездового ареала антарктического поморника *Chatharacta antarctica* (Lesson, 1831) в районе УАС Академик Вернадский /** Д. В. Пилипенко // Укр. антаркт. журн. – 2011/2012. – № 10–11. – С. 306–310.
194. **Результаты геохимических исследований проявлений рудной минерализации в породах батолита антарктического полуострова /** Г. В. Артеменко, В. Г. Бахмутов, Л. Н. Бахмутова // Укр. антаркт. журн. – 2011/2012. – № 10–11. – С. 13–25.

195. **Ріст рослин при різних температурних умовах: чи відрізняються рослини Антарктики /** Н. А. Матвєєва, С. Е. Чапкевич, К. О. Дробот, В. П. Дуплий // Укр. антаркт. журн. – 2011/2012. – № 10−11. – С. 257−262.
196. **Розробка конструкції і польові випробування портативного озонометра для української озонометричної мережі** / Г. О. Войтенко, В. П. Войтенко // Наук. вісті Далівського ун-ту. – 2012.– № 6. – Бібліогр. : 5 назв. – укр. – Режим доступу: http://www.nbuv.gov.ua/e-Journals/Nvdu/2012_6/12vgouom.pdf
197. **Роль спрямованості особистості в адаптації до порушень динаміки між організмом і середовищем** / О. А. Мірошниченко // Укр. антаркт. журн. – 2011/2012. – № 10−11. – С. 370−374.
198. **Сезонная динамика потребления кислорода и численность гетеротрофного бактериопланктона в районе антарктической станции Академик Вернадский /** В. П. Чекалов // Укр. антаркт. журн. – 2011/2012. – № 10−11. – С. 229−238.
199. **Сезонная и межгодовая изменчивость водных масс в проливе Дрейка /** Ю. В. Артамонов, Е. А. Скрипалёва, А. В. Федирко // Укр. антаркт. журн. – 2011/2012. – № 10−11. – С. 161−171.
200. **Секвенирование последовательностей RBCL и ITS2 антарктических растений для определения возможности их использования в ДНК-штрихкодировании /** В. П. Дуплий, Н. А. Матвеева, А. М. Шаховский, Е. М. Кищенко, Л. Е. Курбатова // Укр. антаркт. журн. – 2011/2012. – № 10−11. – С. 263−271.
201. **Создание единого информационного пространства данных антарктических исследований** / Л. С. Глоба, И. А. Кузин, И. В. Мороз, К. С. Мочалкина, Р. Л. Новогрудская // Укр. антаркт. журн. – 2011/2012. – № 10−11. – С. 343−351.
202. **Суточные вариации параметров ионосферных неоднородностей по данным измерений ПЭС над Антарктическим полуостровом** / В. Г. Галушко, А. А. Сопин, Ю. М. Ямпольский // Радиофизика и Радиоастрономия. – 2012. – **17**, № 3. – С. 218−232.
203. **Удосконалення та систематизація нормативної бази даних щодо життєдіяльності українських антарктичних експедицій – запорука успішного виконання Державної цільової науково-технічної програми досліджень України в Антарктиці /** І. В. Мороз, Б. Ю. Гаврилюк // Укр. антаркт. журн. – 2011/2012. – № 10−11. – С. 352−360.
204. **Устойчивость к токсичным металлам хемоорганотрофных бактерий, изолированных из антарктических клифов** / А. Б. Таширев, П. В. Рокитко, А. С. Левишко, В. А. Романовская, А. А. Таширева // Мікробіол. журн . – 2012. – **74**, N 2. – С. 3−7. – Библиогр. : 14 назв. – рус.
205. **Фітопланктон у водах біля о-ва Галіндез (Аргентинські о-ви, Антарктика)** / Л. В**.** Кузьменко, С. М. Игнатьев // Мор. экол. журн.. − 2012. − **11**, № 2. − С. 52−63. – Режим доступу**:** http://10.0.0.194:8080/dspace/handle/99011/2839
206. **Ценотичні зв'язки біоти суходолу островів Західної Антарктики** / І. В. Дикий, Й. В. Царик, І. В. Шидловський, В. Н. Трохимець, О. В. Головачов // Укр. антаркт. журн. – 2011/2012. – № 10−11. – С. 239−256.
207. **Электростатический механизм эмиссии бром-содержащих соединений, участвующих в цикле разрушения поверхностного озона /** Е. Ю. Ткаченко // Укр. антаркт. журн. – 2011/2012. – № 10−11. – С. 128−135.
208. **ЮгНИРО – путь становления и развития / 90 лет** – Южному науч.-исслед. ин-ту рыб. хоз-ва и океанографии / О. А. Петренко // Риб. госп-во України. – 2012. – № 3. – С. 66−68.
209. **Crustal structure of the Antarctic Peninsula sector of the Gondwana margin around Anvers Island from geophysical data** / T. Yegorova, V. Bakhmutov // Tectonophysics, 585, p. 77–89, Feb. 2013. – Available online at: doi:10.1016/j.tecto.2012.09.029 http://dx.doi.org/10.1016/j.tecto.2012.09.029, How to Cite or Link Using DOI
210. **Digisonde observations of TIDs with frequency and angular sounding technique /** V. V.Paznukhov, V. G. Galushko, B. W. Reinisch // Advances in Space Research, **49** (4), p.700−710, Feb 2012. – Available online at: doi:10.1016/j.asr.2011.11.012
211. **Environmentally induced oxidative stress in aquatic animals** / V. I. Lushchak // Aquatic Toxicology, 101 (1), p.13−30, Jan 2011. – Available online at: doi:10.1016/j.aquatox.2010.10.006
212. **Mechanism of Male Gamete Motility in Araphid Pennate Diatoms from the Genus Tabularia (Bacillariophyta)** / N. A. Davidovich, I. Kaczmarska, S. A. Karpov, O. I. Davidovich, M. L. MacGillivary, Mather, Laura // Protist, **21** (163), p. 480−494, May 2012. – Available online at : doi:10.1016/j.protis.2011.09.002
213. **NAO-induced spatial variations of total ozone column over Europe at near-synoptic time scale** / V. N. Khokhlov, A. V Romanova // Atmospheric Environment, **45** (20), p.3360−3365, Jun 2011. – Available online at : doi:10.1016/j.atmosenv.2011.03.056

214. **Parcularity of the Geoid determination at the Antarctic region /** D. O. Marchenko, V. U. Maksymchuk // Укр. антаркт. журн. – 2011/2012. – № 10–11. – С. 106–113.
215. **Population-related molecular responses on the effect of pesticides in Carassius auratus gibelio** / H. I. Falfushynska, L. L. Gnatyshyna, O. B. Stoliar // Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology, **18** (155), p. 396-406, Mar 2012. – Available online at: doi:10.1016/j.cbpc.2011.11.001
216. **Radioastronomical measurement of ultrahigh-energy cosmic particle fluxes / A D Filonenko //** Physics-Uspekhi, **55** (8), p.741-772, Aug 2012. – Available online at: doi:10.3367/UFNe.0182.201208a.0793
217. **Results Taggings of Antarctic Whales** / Yu. A. Mikhalev, L. M. Kozachenko // Укр. антаркт. журн. – 2011/2012. – № 10–11. – С. 136–143.
218. **Sequence stratigraphy and onlap history of the Donets Basin, Ukraine: Insight into Carboniferous icehouse dynamics /** J. M. Eros, I. P. Montañez, D. A. Osleger, V. I. Davydov, T. I. Nemyrovska, V. I. Poletaev, M. V. Zhykalyak // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, **313-314**. – Jan 2012. – P. 1-25. – Available online at: doi:10.1016/j.palaeo.2011.08.019
219. **Use of Deschampsia antarctica for nest building by the kelp gull in the Argentine Islands area (maritime Antarctica) and its possible role in plant dispersal** / I. Parnikoza, I. Dykyy, V. Ivanets, I. Kozeretska, V. Kunakh, A. Rozhok, R. Ochyra, P. Convey // Polar Biology. – 2012. – **35,** № 1. – P. 1753-1758. – Bibliogr.: 18 refs. – eng. – Available online at: http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00300-012-1212-5?LI=true#page-1

Матеріали конференцій.
Conference proceedings

2015 р.

220. **Антарктичні дослідження: нові горизонти та пріоритети** / VII Міжнар. антаркт. конф. – VII МАК 2015, м. Київ, Україна, 12–14 трав. 2015 р. = Antarctic Research: New Horizonts and Priorities (VII IAC 2015). VII International Antarctic Conference, Kyiv, Ukraine, May 12-14, 2015 : тези / Мін-во освіти і науки України, Нац. академія наук України, Нац. техн. ун-т України «КПІ», Нац. антаркт. наук. центр (м. Київ, Україна,). – К. : Укр. фітосоціол. центру, 2015. – Режим доступу: http://www.uac.gov.ua/custom_content_source_list/mak/mak7/thesis.pdf

2014 р.

221. **Геолого-геофизические исследования в районе Украинской антарктической станции Академик Вернадский /** В. Г. Бахмутов // Матер. I Междунар. науч.-практ. конф. «Мониторинг сост. природ. среды Антарктики и обеспеч. деят. нац. экспедиций», 26–29 мая 2014 г., п. Нарочь, Беларусь. – 2014 – С. 15–19
222. **Классификация и прогноз общего содержания озона на Украинской антарктической станции Академик Вернадский /** В. Ф. Мартазинова // Матер. I Междунар. науч.-практ. конф. «Мониторинг сост. природ. среды Антарктики и обеспеч. деят. нац. экспедиций». Междунар. науч.-практ. конф., 26–29 мая, 2014 г., п. Нарочь, Білорусь. – 2014
223. **Криль как основной компонент питания ластоногих в районе архипелага Аргентинских островов**./ И. Дикий, А. Березкина, Т. Калюжная, Е. Моисеенко // Матер. I Междунар. науч.-практ. конф. «Мониторинг сост. природ. среды Антарктики и обеспеч. деят. нац. экспедиций», п. Нарочь, 26–29 мая 2014 г. Минск, «Экоперспектива». 2014. – С. 67–71.
224. **Медико-биологические исследования на украинской антарктической станции Академик Вернадский** / Е. В. Моисеенко, Л. С. Глоба, А. Е. Березкина, Т. А. Калюжная // Матер. I Междунар. науч.-практ. конф. «Мониторинг сост. природ. среды Антарктики и обеспеч. деят. нац. экспедиций», п. Нарочь, 26–29 мая 2014 г. Минск, «Экоперспектива». – 2014. – С. 169–172.
225. **Многопозиционные исследования ионосферного альфвеновского резонатора /** А. В. Колосков, Ю. М. Ямпольский, Р. А. Рахматулин, Ла Хоз Цезар, Н. А. Бару // XXIV Всерос. науч. конф. «Распространение радиоволн», Иркутск, 29 июня – 5 июля 2014 г., Тр. конф., Т. **II**. – 2014. – С. 255–258.
226. **Опыт картирования скоплений природных газогидратов в структурах континентальных окраин Антарктики (по данным геофизических исследований) /** С. П. Левашов, Н. А. Якимчук, И. Н Корчагин, В. Г. Бахмутов, В. Д. Соловьев, Д. Н. Божежа // В сб. Теория и практ. разведоч. и промысл. геофизики: матер. Междунар. науч.-практ. конф., посв. 60-летию кафедры

геофизики Пермского ун-та (21–22 нояб. 2014 г.) / Гл. ред. В. И. Костицын; Пермский гос. нац. исслед. ун-т. Пермь. –2014. – С.106–109.

227. **Особенности поведения характеристик шумановских резонансов в полном цикле солнечной активности /** А. В. Колосков, О. В. Буданов, Ю. М. Ямпольский, Р. А. Рахматулин, А. Ю. Пашинин // XXIV Всерос. науч. конф. «Распространение радиоволн», Иркутск, 29 июня – 5 июля 2014 г., Тр. конф.. Т. **II.** – 2014. – С. 251–254.
228. **Особенности снегонакопления в районе Украинской антарктической станции «Академик Вернадский» /** С. В. Клок // Щоріч. Міжнар. конф. в рамках VIII Всеукр. фестивалю науки «Астрономія та фізика космосу в Київському ун-ті», 27–30 трав. 2014 р. Астрон. обсерваторія Київського нац. ун-ту ім. Тараса Шевченка, Київ (Україна). – 2014
229. **Палеомагнетизм магматических комплексов Ингульского мегаблока в решении проблем геодинамики Украинского щита /** В. Г. Бахмутов // «Геохронология и геодинамика раннего докембрия (3,6–1,6 млрд. лет) Евразийского континента» : сб. тез. Междунар. науч. конф., посв. 90-летию акад. НАН Украины Н.П. Щербака, 16–17 сент. 2014, г. Киев, Украина. – 2014 – С. 11–12.
230. **Потепление в регионе Антарктического полуострова и изменение атмосферной циркуляции /** В. Е. Тимофеев // «Мониторинг сост. природ. среды Антарктики и обеспеч. деят. нац. экспедиций». Международная научно-практическая конференция, 26–29 мая, 2014 г. к. п. Нарочь, Белорусь. – 2014 – С.239–243.
231. **Психологический статус зимовщиков на украинской антарктической станции академик вернадский /** Г. Ю. Пышнов, Е. В. Моисеенко // "Science", the European Association of pedagogues and psychologists, International scientific-practical conference of teachers and psychologists, "Science of future" the 5th of March, 2014, Prague (Czech Republic) Vol.2, pp.199 – 201.
232. **Психофізіологічні властивості успішності фахової діяльності антарктичних зимівників.** / Є. В. Моісеєнко // Тез. доп. V Всеукраїнської науково-практичної конференції «Індивідуальні психофізіологічні особливості людини та професійна діяльність». 16–18 квіт. 2014 р., Черкаси, Україна. – 2014 – С.55–56.
233. **Разработка диагностического сервера на базе современных микроконтроллеров /** Н. І. Бурау, Р. Ю. Свердлов // Новые направления разв.приборостроения: 7 Междунар. студ. науч.-техн. конф.: сб. тез. – Минск : БНТУ, 2014. – С. 62
234. **Розробка діагностичного серверу для систем моніторингу SHM /** Н. І. Бурау, Р. Ю. Свердлов // Інтегровані інтелектуальні робототехнічні комплекси «ІРТК-2014»: 7 Міжнар. наук.-практ. конф. : зб. тез. – К. : НАУ, 2014. – С. 240–241.
235. **Содержание органического вещества и обогащенность гумуса азотом в почвах острова Галиндез, Западная Антарктика /** Е. В. Абакумов, И. Ю. Парникоза, В. М. Томашунас; **Organic content and humus nitrogen richness in Galindez Island, Western Antarctica /** E. V. Abakumov, I. Yu. Parnikoza, V. M. Tomashynas // Матер. VI Всерос. науч. конф. с междунар. участием «Гуминовые вещества в биосфере», Сыктывкар. – 2014 – С. 42–43.
236. **Создание новых морских охранных районов (МОР) в районе архипелага Аргентинские острова. /** И. Дикий, А. Утевский, А. Березкина, Т. Калюжная, Е. Моисеенко // В матер. І-й Междунар. науч.-практ. конф. "Мониторинг сост. природ. среды Антарктики и обеспеч. деятельности нац. экспедиций». К. п. Нарочь, 26–29 мая 2014 г. Минск, «Экоперспектива». – 2014. – С. 71–73.
237. **Температура воздуха как составляющая экстремальных погодних условий. Статистическая модель прогноза среднегодовой температуры воздуха в районе УАС «Академик Вернадский» /** В. Ф. Мартазинова, С. В. Клок // Матер. І Междунар. науч.-практ. конф. «Мониторинг сост. природ. среды Антарктики и обеспеч. деятельности нац. экспедиций, 26–29 мая, 2014 г., к. п. Нарочь, Белорусь. – 2014. – С. 140–144.
238. **Температурный режим УАС «Академик Вернадский» и статистическая модель прогноза температуры воздуха на текущий год /** В. Ф. Мартазинова, Е. К. Иванова // Матер. І Междунар. науч.-практ. конф. «Мониторинг сост. природ. среды Антарктики и обеспеч. деятельности национальных экспедиций», 26–29 мая, 2014 г., к. п. Нарочь, Белорусь. – 2014 – С. 134–139.
239. **Inversion of Multi-Station Schumann Resonance Background Records for Global Lightning Activity in Absolute Units /** A. Koloskov, Yu. Yampolski, Earle R. Williams, Vadim C. Mushtak, Anirban Guha, Robert A. Boldi, Jozsef Bor, Tamas Nagy, Gabriella Satori, Ashwini Kumar Sinha, Rahul Rawat, Yasuhide Hobara, Mitsuteru Sato, Yukihiro Takahashi, Colin Gregory Price, Mariusz Neska, Robert C. Moore, Michael F. Mitchell and Antony C. Fraser-Smith // AGU Fall Meeting, 15–19 December 2014, San Francisco, 1 p. – Available online at: https://agu.confex.com/agu/fm14/meetingapp.cgi#Paper/28321
240. **Geomagnetic field–Ozone influence on the surface air temperature in epicentral regions of Balkan's earthquakes /** N. A. Kilifarska, V. G. Bakhmutov, T. Mozgova, G. V. Melnyk // Complex research of earthquake's forecasting possibilities, seismicity and climate change correlations Black Sea

Haz Net Workshop, 16−19 Dec 2013, INRNE, BAS, BG, Tzarigradsko shose, 72, Sofia Black Sea Haz Net Series Volume 3 Sophia, 2014, 9 pages.

241. **Geomagnetic field and climate variability: possible mechanism of connection /** N. A. Kilifarska, V.G. Bakhmutov, G.V. Melnyk // 10th International Conference "PROBLEMS OF GEOCOSMOS" Book of Abstracts St. Petersburg, Petrodvorets, October 6−10, 2014, St. Petersburg. – 2014. – P.161−162. – Available online at: http://geo.phys.spbu.ru/geocosmos/book_of_abstracts.pdf
242. **Global Circuit Response to the 11-Year Solar Cycle: Changes in Source or in Medium? /** A. Koloskov, Yu. Yampolski, W. Earle, G. Anirban, R. Boldi, G. Satori, R. Markson. // XV International Conference on Atmospheric Electricity, 15−20 June 2014, Norman, Oklahoma, U.S.A, p.12.
243. **Global warming or climate variability – the role of geomagnetic field and lower stratospheric ozone /** N. A. Kilifarska, V. G. Bakhmutov, G. V. Melnyk // Complex research of earthquake's forecasting possibilities, seismicity and climate change correlations BlackSeaHazNet Workshop, 16-19 Dec 2013, INRNE, BAS, BG, Tzarigradsko shose, 72, Sofia BlackSeaHazNet Series Volume 3, Sophia, 2014, 11 pages.
244. **Humus films and humus accumulations in soils of Antarctica /** E. V. Abakumov, I. Yu. Parnikoza // Biogenic-abiogenic interaction in natural and anthropogenic systems. V International symposium. – St-Petersburg. -2014. – St-Petersburg: VVM Publishing Lld, 2014. – P. 119−120.
245. **Long-term monitoring of the Schumann resonance signals from Antarctica** / A. V. Koloskov, O. V. Budanov and Yu. M. Yampolski // XXXI General Assembly and Scientific Symposium of the International Union of Radio Science Union Radio Scientifique Internationale, August 17-23, 2014 Beijing, China, (CIE), 4 p, 978-1-4673-5225-3/14/$31.00 ©2014 IEEE.
246. **Manifestations of interaction between atmospheric and space climate systems /** A. V. Zalizovski, Y. M. Yampolski, A. Sopin, A A. Zanimonsky // 11th European Space Weather Week, November 17-21 2014, Liege, Belgium – Available online at: http://www.stce.be/esww11/contributions/public/Session14/S14-P-07-ZalizovskiA/
247. **Paleomagnetic and rock magnetic study of Lower Devonian sediments from Podolia, SW Ukraine: remagnetization problems /** M. Jeleńska, M. Kądziałko-Hofmokl, V. Bakhmutov, I. Poliachenko, P. Ziółkowski // 14th Castle Meeting «New trends on Paleo, Rock and Environmental Magnetism» 31st of August to 6th of September 2014 Évora, Portugal. – Available online at: https://www.fc.ul.pt/sites/default/files/fcul/public/14Castlemeeting/Jelenska%20Abstract% 202.pdf
248. **Paleomagnetic and rock magnetic study of Silurian-Devonian sediments from Podolia, SW Ukraine: remagnetization problems** / M. Jeleńska, M. Kądziałko-Hofmokl, V. Bakhmutov, I. Poliachenko, P. Ziółkowski // 10th International Conference "PROBLEMS OF GEOCOSMOS" Book of Abstracts St.Petersburg,Petrodvorets,October 6–10, 2014, St. Petersburg, 2014. P. 48−50. – Available online at: http://geo.phys.spbu.ru/geocosmos/book_of_abstracts.pdf
249. **Studies of the Ionospheric Turbulence Excited by the Fourth Gyroharmonic at HAARP /** A. Koloskov, Yu. Yampolski, Sopin., A. Zalizovski, G. Milikh, A. Najmi, A. Mahmoudian, P. Bernhardt, S. Briczinski, C. Siefring K. Chiang, M. Psiaki, and K. Papadopoulos // AGU Fall Meeting, 15-19 December 2014, San Francisco, 1 p. – Available online at: https://agu.confex.com/agu/fm14/meetingapp.cgi#Paper/16268
250. **The Falkland Basins – New Structural Model and Hydrocarbon Bearing Prospects (by Remote Sensing and Geoelectric Data)** / S. P. Levashov, M. A. Yakymchuk, I. N. Korchagin, V. G. Bakhmutov, V. D. Soloviev and D. N. Bozhezha // 6 EAGE Conference and Technical Exhibition incorporating SPE EUROPEC 2014. Amsterdam, 16−19 June 2014. 5 pages. DOI: 10.3997/2214-4609.20140908. – Available online at: http://www.earthdoc.org/publication/publicationdetails/?publication=75780.
251. **Trend changes of Sq-variations of geomagnetic field at the observatory "Akademic Vernadsky" (AIA) /** O. I. Maksimenko, V. G. Bakhmutov, O. Ya. Shenderovskaya, N. A. Kilifarska // 10th International Conference "PROBLEMS OF GEOCOSMOS" Book of Abstracts St. Petersburg, Petrodvorets, October 6−10, 2014, St. Petersburg, 2014. P. 172−173. Available online at: http://geo.phys.spbu.ru/geocosmos/book_of_abstracts.pdf

2013 p.

252. **Інтернаціоналізація досліджень в Антарктиці – шлях до духовної єдності людства** / VI Міжнар. антаркт. конф. – VI МАК 2013, м. Київ, Україна, 15-17 трав. 2013 р. = Internationalization of Antarctic Research – Way to Spiritual Unity of Humanity (VI IAC 2013). VI International Antarctic Conference, Kyiv, Ukraine, May 15–17, 2013 : тези / Держ. агентство з пит. науки, інновацій та

інформатизації України, Нац. академія наук України, Нац. техн. ун-т України „КПІ", Нац. авіац. ун-т, Нац. антаркт. наук. центр (м. Київ, Україна,). – К. : ПФ «Фоліант», 2013. – 486 с. : рис., табл. – Текст укр., рос., англ. – Дод. тит. арк. англ.– 300 прим. – Режим доступу: http://www.uac.gov.ua/SitePages/InternationalCooperation/mak6.aspx

253. **Бібліографічний супровід та наукометричний моніторинг реалізації Державної цільової науково-технічної програми проведення досліджень в Антарктиці на 2011–2020 роки: методологічні аспекти** / В. П Рибачук, П. Ф. Гожик, Н. Г. Віденіна, В.А. Литвинов // XVIII Междунар. науч.-практич. конф. «Пробл. и персп. инновац. разв. экон.», Ялта, 30 сент. – 6 окт. 2013 г. – Киев, Симферополь, Ялта, 2013. – С. 293–297. – Режим доступу: http://www.uiis.com.ua/files/Sbornik%202013.pdf
254. **Библиометрический портрет академика Владимира Ивановича Вернадского: известность в мире** / В. Рыбачук, Ю. Виденина-Сулье // Міжнародна наукова конференція «Адаптація завдань і функцій наукової бібліотеки до вимог розвитку цифрових інформаційних ресурсів» (Київ, 8–10 жовтня 2013 р.). – К., 2013.
255. **Идеи В. И. Вернадского об исследовании полярных регионов и вклад Украины в изучение Антарктики: библиометрический обзор (1997−2012 гг.)** / В. П. Рыбачук, Н. Г. Виденина // VI Міжнар. антаркт. конф. – VI МАК 2013; Держ. агентство з питань науки, інновацій та інформатизації України, Нац. академія наук України, Нац. техн. ун-т України «КПІ», Нац. авіац. ун-т, Нац. антаркт. наук. центр (м. Київ, Україна, 15-17 трав. 2013 р.). – К., 2013. – С. 14 – 17.
256. **Изучение углеводородного потенциала отдельных участков шельфа Антарктического полуострова и Фолклендских островов дистанционными и геоэлектрическими методами /** Н. А. Якимчук, С. П. Левашов, И. Н. Корчагин, Ю. М. Пищаный, В. Г. Бахмутов, В. Д. Соловьев, Д. Н. Божежа // Тез. третьей междунар. науч.-практ. конф. для геологов и геофизиков «Калининград-2013. Пробл. и достиж. совр. нефтегаз. Геологии», 27 − 31 мая 2013 г. – С. 162−166. – CD-ROM.
257. **Использование попутных судовых измерений для исследования межгодовой изменчивости температуры на поверхности океана** / Артамонов Ю. В. // Пробл., методи та засоби досліджень Світового океану: междунар. науч.-практ. конф.13−15 мая 2013 г. : сб. ст. по матер. конф. – Запорожье, 2013 – С. 31−41.
258. **Моделирование глубинных температурных режимов некоторых районов Антарктического полуострова /** В. А Корчин, П. А. Буртный, Е. Е. Карнаухова // ISBN: 966-7080-01-3. Матер. XXIII Междунар. науч. шк. им. акад. С. А. Христиановича «Деформир. и разруш. матер. с дефектами и динам. явления в горных породах и выработках», 23−29 сент. 2013, Алушта. 2013 – С. 139−141.
259. **Новые геоэлектрические модели глубинного строения земной коры Западной Антарктики /** С. П. Левашов, Н. А. Якимчук, И. Н. Корчагин, Ю. М. Пищаный, В. Г. Бахмутов, В. Д. Соловьев, Д. Н. Божежа // Глубинное строение. Геодинамика. Тепл. поле Земли. Интерпрет. геофиз. полей. Седьмые науч. чтения памяти Ю. П. Булашевича. Матер. конф. Екатеринбург : УРО РАН, 2013. – С. 353−355.
260. **Обнаружение скоплений газогидратов в районе Антарктического полуострова в 17-ой Украинской антарктической экспедиции /** С. П. Левашов, Н. А.Якимчук, И. Н. Корчагин, В. Г. Бахмутов, В. Д. Соловьев, Д. Н. Божежа // Матер. доп. наук.-практ. конф. «Нафтогазова геофізика – нетрадиційні ресурси», 20−24 трав. 2013 р., Івано-Франківськ, – 2013 – С. 120−125
261. **Опыт картирования скоплений природных газогидратов в структурах континентальных окраин Антарктики (по данным геофизических исследований)** / С. П. Левашов, Н. А. Якимчук, И. Н. Корчагин, В. Г. Бахмутов, В. Д. Соловьев, Д. Н. Божежа // В сб. : Теория и практ. развед. и промысл. Геофизики. Матер. Междунар. науч.-практ. конф., посв. 60-летию кафедры геофизики Пермского ун-та; глав. ред. В. И. Костицын. Пермь. – 2014. – С. 106−110
262. **Оценка перспектив нефтегазоносности глубинных горизонтов разреза по результатам обработки и дешифрирования данных ДЗЗ** / С. П. Левашов, Н. А. Якимчук, И. Н. Корчагин // Вопр. теории и практ. геолог. Интерпрет. гравитац. магнитных и электр. Полей : Матер. 40-й сессии Междунар. науч. семинара им. Д. Г. Успенского, Москва, 28 янв.– 1 февр. 2013 г., М. : ИФЗ РАН. – 2013. – С. 190−196.
263. **Применение мобильных геофизических методов для оценки перспектив нефтегазоносности некоторых структур Баренцева моря /** С. П. Левашов, Н. А. Якимчук, И. Н. Корчагин // Вопр. теории и практ. геолог. интерпретации гравитац., магнит. и электр. полей : Матер.40-й сессии Междунар. науч. семинара им. Д. Г. Успенского, Москва, 28 янв.– 1 февр. 2013 г., Москва, ИФЗ РАН. – 2013. – С. 185−190.

264. **Применение спутниковых измерений и данных ре-анализа для оценки связи сезонной изменчивости поля ветра и характеристик температурных фронтов /** Е. А. Скрипалева // Пробл., методи та засоби досліджень Світового океану : Междуна. науч.-практ. конф., 13−15 мая 2013 г. : сб. ст. по матер. конф., Запорожье. –2013. – С. 272−282
265. **Применение частотно-резонансного метода обработки данных ДЗЗ для оценки нефтегазоносности перспективных объектов в акваториях Арктики /** С. П. Левашов, Н. А.Якимчук, И. Н. Корчагин, Д. Н. Божежа // Тезы третьей Междунар. науч.-практ. конф. для геологов и геофизиков «Калининград-2013. Пробл. и достиж. совр. нефтегазовой геологии», 27 − 31 мая 2013 г. – 2013 – С. 87−91. – CD-ROM.
266. **Результаты применения геоэлектрических и дистанционных методов для изучения углеводородного потенциала структур материковой окраина Антарктического полуострова** / С. П. Левашов, Н. А.Якимчук, И. Н. Корчагин, Ю. М. Пищаный, В. Г. Бахмутов, В. Д. Соловьев, Д. Н. Божежа // Вопр. теории и практ. геолог. интерпретации гравитац., магнит. и электр. полей : Матер. 40-й сессии Междунар. науч. семинара им. Д. Г. Успенского, Москва, 28 янв. – 1 февр. 2013 г., Москва, ИФЗ РАН. – 2013. – С. 196−201.
267. **Южно-Фолклендский бассейн: новые данные о глубинных неоднородностях литосферы и нефтегазоносности по результатам геоэлектрических и дистанционных исследований /** С. П. Левашов, Н. А.Якимчук, И. Н. Корчагин, Ю. М. Пищаный, В. Г. Бахмутов, В. Д. Соловьев, Д. Н. Божежа // Геоинформатика: теорет. и прикл. Аспекты : XII Междунар. конф., 13−16 мая 2013 г. : тез. докл. – К. : ВАГ, 2013. 4201. 6 с. – Available online at: http://www.earthdoc.org/publication/publicationdetails/?publication=68077
268. **Experience of Mobile Geophysical Methods Using for Hydrocarbon Potential Assessment of Some Structures in Barents Sea** / N. A. Yakymchuk, S. P. Levashov, I. N. Korchagin // 75nd EAGE Conference and Technical Exhibition incorporating SPE EUROPEC 2013. London, 10−13 June 2013. CD-ROM Abstracts volume. 5 pages. DOI: 10.3997/2214-4609.20130580. – Available online at: http://www.earthdoc.org/publication/publicationdetails/?publication=68437
269. **Geophysical Investigations for Study of Hydrocarbon Accumulations in the Bottom Structures of West Antarctic Region.** / N. A. Yakymchuk, I. N. Korchagin, S. P. Levashov, V. D. Solovyov, V. G. Bakhmutov, D. N. Bozhezha // 75nd EAGE Conference and Technical Exhibition incorporating SPE EUROPEC 2013. London, 10−13 June 2013. CD-ROM Abstracts volume. 5 pages. DOI: 10.3997/2214-4609.20130581. – Available online at: http://www.earthdoc.org/publication/publicationdetails/?publication=68438
270. **Geophysical investigations in West Antarctic region during seasonal works of 17th Ukrainian Antarctic expedition of 2012** / S. P. Levashov, N. A. Yakymchuk, I. N. Korchagin, V. G. Bakhmutov, V. D. Solovyov, D. N. Bozhezha // Expanded abstracts of SEG Houston 2013 Annual Meeting. 22–27 September 2013, Houston, Texas, USA. 5 pages. DOI: dx.doi.org/10.1190/segam2013-0523.

2012 р.

271. **20 років діяльності України в системі договору про Антарктику** / Г. А. Будзика // Матер. 11-ї Всеукр. наук. конф. «Актуальні питання іст. науки і техн.» (м. Київ, 4–6 жовт. 2012 р.) : тези. – 2012. – С. 19–20. – укр. – Режим доступу: http://stepscenter.ho.ua/041012.pdf#page=19
272. **Анализ волнового поля на сверхдлинной трассе Москва (РВМ) – УАС Академик Вернадский** / С. Б. Кащеев, В. Г. Галушко, А. В. Колосков, И. И. Пикулик, Ю. М. Ямпольский // Электромагнитные методы исслед. окруж. пространства : сб. тез. докл. Первой укр. конф. (Харьков, 25–27 сент. 2012 г.). – Харьков, 2012. – С. 178-180. – рус. – Режим доступа: http://ri.kharkov.ua/emes/EMES2012_Thesis.pdf
273. **Биологическая характеристика основных видов рыб прилова при траловом промысле на шельфе островов Кергелен (Индийский океан, Субантарктика)** / Л. К. Пшеничнов // Сучасні пробл. теорет. і практ. іхтіології / Матер. V Міжнар. іхтіол. наук.-практ. конф., присв. пам'яті І. Д. Штаревича; МОНмолодьспорт України, Чернівецький нац.. ун-т ім. Юрія Федьковича (13−16 верес. 2012 р.) м. Чернівці, Україна. – 2012. – С. 188−190. – Режим доступа: http://www.eco-tiras.org/docs/berg/Cernauti-kof_ichthyo_chernivtsi_2012.pdf#page=190
274. **Видовой состав, промысловые ресурсы рыб Южного океана и перспективы их устойчивого использования в рамках Комиссии по сохранению морских живых ресурсов Антарктики** / Л. К. Пшеничнов // Сучасні пробл. теорет. і практ. іхтіології / Матер. V Міжнар. іхтіол. наук.-практ. конф., присв. пам'яті І. Д. Штаревича; МОНмолодьспорт України, Чернівецький нац.. ун-т ім. Юрія Федьковича (13-16 верес. 2012 р.) м. Чернівці, Україна. – 2012. – С. 190–

191. – Режим доступа: http://www.eco-tiras.org/docs/berg/Cernauti-kof_ichthyo_chernivtsi_2012.pdf#page=190

275. **Динамика ионосферных неоднородностей над Антарктическим полуостровом по данным ГНСС** / А. А. Сопин, В. Г. Галушко, Ю. М. Ямпольский // Электромагнитные методы исслед. окруж. пространства : сб. тез. докл. Первой укр. конф. (Харьков, 25–27 сент. 2012 г.). – Харьков, 2012. – С. 222. – рус. – Режим доступа: http://ri.kharkov.ua/emes/EMES2012_Thesis.pdf
276. **Исследование уловов антарктического криля с целью анализа прилова рыб в Антарктической части Атлантического океана** / К. А. Вишнякова // Сучасні пробл. теорет. і практ. іхтіології / Матер. V Міжнар. іхтіол. наук.-практ. конф., присв. пам'яті І. Д. Штаревича ; МОНмолодьспорт України, Чернівецький нац. ун-т ім. Юрія Федьковича (13−16 верес. 2012 р.) м. Чернівці, Україна. – 2012. – С. 48-49. – Режим доступа: http://www.eco-tiras.org/docs/berg/Cernauti-kof_ichthyo_chernivtsi_2012.pdf#page=190
277. **Ихтиофауна Антарктики: история формирования и современный облик / Г. А. Шандиков // Сучасні проблеми теоретичної і практичної іхтіології** / Матеріали V Міжнародної іхтіол. наук.-практ. конф., присв. пам'яті І. Д. Штаревича; МОНмолодьспорт України, Чернівецький нац. ун-т ім. Юрія Федьковича (13−16 вересня 2012 р.) м. Чернівці, Україна. – 2012. – С. 253–253. – Режим доступу: http://www.eco-tiras.org/docs/berg/Cernauti-kof_ichthyo_chernivtsi_2012.pdf#page=190
278. **Клонування і молекулярно-генетична характеристика послідовностей ДНК хлоропластів та мітохондрій *Deschampsia antarctica* Desv**./ Р. О., Макаренко, Б. В. Іващук, О. П. Савчук, А. Є. Румянцева, М. Н. Череп, Н. А. Матвєєва, М. В. Кучук, Б. В. Моргун / // Сучасна фітоморфологія. Матер. І міжнар. наук. конф. (24−26 квіт. 2012, Львів. Нац. ун-тет ім. Івана Франка): 2. – (2012) – С. 261–263. – Бібліогр. : 5 назв. – укр. – рез.: укр., англ. – Режим доступу: http://bioweb.franko.lviv.ua/biologh/mp2ed.pdf#page=259
279. **Многофункциональные приемные комплексы ВЧ диапазона для исследования динамических процессов в ионосфере** / С. Б. Кащеев, В. Г. Галушко, А. В. Колосков, И. И. Пикулик, Ю. М. Ямпольский // Электромагн. методы исслед. окруж. пространства : сб. тез. докл. Первой укр. конф. (Харьков, 25–27 сент. 2012 г.). – Харьков, 2012. – С.181. – рус. – Режим доступа: http://ri.kharkov.ua/emes/EMES2012_Thesis.pdf
280. **О важности диагностики стальных цилиндрическихрезервуаров в условиях Антарктики** / Ю. Г. Жуковский, А. В.Кузько, И. В. Мороз // XI Міжнар. наук.-техн. конф. «Приладобудування: стан і перспективи», 24−25 квіт. 2012 року, НТУУ «КПІ», м. Київ, Україна. – 2012. – С. 31−33. – Режим доступа: http://kafpson.kpi.ua/Arhiv/proceeding12.pdf#page=13
281. **О волновом механизме взаимодействия атмосферной и космической погодных систем.** / А. В. Зализовский, Ю. М. Ямпольский // Электромагнитные методы исследования окружающего пространства : сб. тез. докл. Первой укр. конф. (Харьков, 25–27 сент. 2012 г.). – Харьков, 2012. – 308 с. – С. 74. – рус. – Режим доступа: http://ri.kharkov.ua/emes/EMES2012_Thesis.pdf
282. **Особенности биологии промысла патагонского клыкача (Dissostichus eleginoides, Nototheniidae, Perciformes) Антарктической части Атлантического океана** / И. В. Слипко. // Сучасні пробл. теорет. і практ. іхтіології / Матер. V Міжнар. іхтіол. наук.-практ. конф., присв. пам'яті І. Д. Штаревича; МОНмолодьспорт України, Чернівецький нац.. ун-т ім. Юрія Федьковича (13−16 верес. 2012 р.), м. Чернівці, Україна. – 2012. – С. 219−220. – Режим доступу: http://www.eco-tiras.org/docs/berg/Cernauti-kof_ichthyo_chernivtsi_2012.pdf
283. **Особенности поведения волновых возмущений на высотах ионосферы при различных режимах освещенности** / В. М. Сомсиков, К. Е Нургалиева, Б. Т. Жумабаев, Н. М Салихов, А. С. Инчин, Ю. М. Ямпольский, А. .В. Зализовский, В. Н Лисаченко, Д. В. Шульга // Электромагн. методы исслед. окруж. пространства : сб. тез. докл. Первой укр. конф. (Харьков, 25–27 сент. 2012 г.). – Харьков, 2012. – 308 с. – С. 232−234. – рус. – Режим доступа: http://ri.kharkov.ua/emes/EMES2012_Thesis.pdf
284. **Поиск недельных циклов в глобальных вариациях погоды и поведении интенсивности электромагнитных шумов** / Е. М. Занимонский, А. В. Пазнухов, А. В. Соина, Ю. М. Ямпольский, Я. Крыньский // Электромагн. методы исслед. окруж. пространства : Сб. тез. докл. Первой укр. конф. (Харьков, 25–27 сент. 2012 г.). – Харьков, 2012. – С. 277. – рус. – Режим доступа: http://ri.kharkov.ua/emes/EMES2012_Thesis.pdf
285. **Реакция ионосферы высоких и средних широт на изменения солнечной активности в 11-летнем цикле** / Е. М. Занимонский, А. А. Сопин, А. В. Пазнухов, В. Н. Лисаченко, Ю. М. Ямпольский // Электромагн. методы исслед. окруж. пространства : Сб. тез. докл. Первой укр. конф. (Харьков, 25–27 сент. 2012 г.). – Харьков, 2012. – С. 218. – рус. – Режим доступа: http://ri.kharkov.ua/emes/EMES2012_Thesis.pdf

286. **Сезонно-суточные вариации частотно-импульсных характеристик сигналов на сверхдальних радиолиниях** / А. В. Зализовский // Электромагн. методы исслед. окруж. Пространства : сб. тез. докл. Первой укр. конф. (Харьков, 25–27 сент. 2012 г.). – Харьков, 2012. – С. 177. – рус. – Режим доступа: http://ri.kharkov.ua/emes/EMES2012_Thesis.pdf
287. **Україна і Антарктида** / А. Музиченко, В. О. Мовчан // Відкритий міжнар. ун-тет розв. людини «Україна». Студ. наук. тов-во Всеукр. молод. громад. орг. студентів, інвалідів «Гаудеамус» Молодь: освіта, наука, духовність. IX Всеукр. наук. конф. студентів і молод. вчених : тез. доп.. Ч. 3. – 2012. – К. : Ун-тет «Україна».– С. 448–449.– укр – Режим доступу: http://www.vmurol.com.ua/upload/Naukovo_doslidna%20robota/Elektronni_vidannya/Molod_osvita/zbirnik%20tez_2012_part_3.pdf#page=448
288. **Электромагнитные исследования Украины в Антарктике** / Ю. М. Ямпольский, Л. Н. Литвиненко // Электромагн. методы исслед. окруж. пространства : Сб. тез. докл. Первой укр. конф. (Харьков, 25–27 сент. 2012 г.). – Харьков, 2012. – 308 с. – С. 24−26. – рус. – Режим доступа: http://ri.kharkov.ua/emes/EMES2012_Thesis.pdf
289. **Design of National Antarctic Data Center internet-portal on the base of ontology** / R. L. Novogrudskaya, I. A. Kuzin, K. S. Mochalkina // Microwave and Telecommunication Technology (CriMiCo), 2012 22nd International Crimean Conference. – 2012, IEEE. – P. 421−422. – Available online at: Cite @inproceedings{novogrudskaya2012design
290. **Development of Ukranian National Antarctic Data Centre** / L. S.Globa, V. A.Litvinov, I. V. Moroz, R. L. Novogrudska // XXXII SCAR and Open Science Conference & COMNAP XXIV AGM (Portland State University, Portland, USA, 17−19 July, 2012). – 2011
291. **Graphic Models of the Antarctic Legal Regime** / A. Fedchuk // Proceedings of the International Polar Year Conference "From Knowledge to Action" (22−27 April, Montreal, Canada). – Montreal, 2012. – Poster 2201.
292. **Ontology Based Approach to Antarctic Knowledge Portal Designing** / L. S. Globa, R. L. Novogrudska // 18 international multy-conference ACS'2012 (Poland 30 May – 1 June 2012). – 2011.
293. **Quantitative Characteristics of Values in Antarctica and Threats for Antarctic** / O. Kuzko, M. Leonov, A. Fedchuk, V. Savchenko // Proceedings of the XXXII-SCAR Open Science Conference "Antarctic Science and Policy Advice in a Changing World" (July 13−25, 2012, Portland, USA). – Portland : State University, 2012. – Abstract No 46.
294. **Reproduction features of deschampsia antarctica plants in antarctic region** / N. Taran, O. Kravets, V. V. Ganchurin // Abstract book of Inernational Symposium on Cell Biology jointly with 3rd Ukrainian Congress for Cell Biology (May 16−20, 2012, Resort Livadiya, Yalta). – P. 169.
295. **Semi-centennial Antarctic Governance: Lessons Learned from the Antarctic Treaty System** / A. Fedchuk // 32nd International Geographical Congress: Book of Abstracts. – Colonge, 2012. – P. 408.
296. **The Development of Antarctic Tourism: Implications of Multilevel Spatial Management** / A. Fedchuk // 32nd International Geographical Congress : Book of Abstracts. – Colonge, 2012. – P. 226−227.
297. **The Ranking of Multiple Values in Antarctica** / O. Kuzko, M. Leonov, A. Fedchuk // Proceedings of the International Polar Year Conference "From Knowledge to Action" (22−27 April, Montreal, Canada). – Montreal, 2012.

Офіційні документи
Official papers

А. Робочі та інформаційні документи, надані українською делегацією на Консультативні Наради з Договору про Антарктику та наради Комітету з охорони навколишнього середовища
Working and Informational Papers, submitted by Ukrainian Delegations at the Antarctic Treaty Consultative Meetings and Committee on Environmental Protection

2015-2016 рр.

298. **Опыт проведения совместной украино-турецкой антарктической экспедиции на станции Академик Вернадский в 2016 году** / (Делегация Украины) // Информ. док. IP-029, XXXIX Консульт. Совещ. по Договору об Антарктике (23 мая – 01 июня 2016 г., Сантьяго, Чили). – 2016. – 3 с. – Режим доступа: http://www.uac.gov.ua/custom_content_source_list/knda/2016/ATCM39_ip029_r.doc

299. **Правила поведения для посетителей островов Ялур, архипелаг Вильгельма /** (Делегации Великобритании, Украины, США, Аргентины и МААТО) // Раб. док. WP-032, XIX Совещ. Комитета по охране окруж.среды (11–15 июня, 2016, Сантьяго, Чили). – 2016. – 6 с. – Режим доступа: http://www.uac.gov.ua/custom_content_source_list/knda/2016/ATCM39_wp032_r.doc
300. **Об уплате частями взносов Консультативными Сторонами в Секретариат Договора об Антарктике** / (Делегация Украины) // Раб. док. WP-045, XXXVIII Консульт. Совещ. по Договору об Антарктике (01 – 10 июня 2015 г., София, Болгария). – 2015. – 4 с. – Режим доступа: http://www.ats.aq/devAS/ats_meetings.aspx?lang=r

2013 р.

301. **Работы по обеспечению жизнедеятельности, проведенные на станции Академик Вернадский в сезоне 2011-2012 гг.** / (Делегация Украины) // Справ. Док. ВР-011, XXXVI Консульт. Совещ. по Договору об Антарктике (20 – 29 мая 2013 г., Брюссель, Бельгия) : отчет. – 2013. – 3 с. – Режим доступа: http://www.ats.aq/devAS/ats_meetings.aspx?lang=r
302. **Исследования на станции Академик Вернадский в соответствии с Государственной целевой научно-технической программой проведения исследований в Антарктике на 2011-2020 года** / (Делегация Украины) // Справ. Док. ВР-012, XXXVI Консульт. Совещ. по Договору об Антарктике (20 – 29 мая 2013 г., Брюссель, Бельгия): отчет. – 2013. – 3 с. – Режим доступа: http://www.ats.aq/devAS/ats_meetings.aspx?lang=r

2012 р.

303. **Правила поведения для посетителей участка Порт Шарко, остров Бут** / (Делегации Великобритании, Аргентины, Франции, Украины, США и МААТО) // Раб. докум. WP-016, XV Совещ. Комитета по охране окруж. среды (11−15 июня, 2012, Хобарт, Тасмания, Австралия). – 2012. – 4 с. – Режим доступа: http://www.uac.gov.ua/images/intcoop/ATCM35_wp016_r.doc
304. **Прогресс Украины в создании широкомасштабной системы управления в районе станции Академик Вернадский** / (Делегация Украины) // Информ. докум. IP-068, XV Совещ. Комитета по охране окруж. среды (11−15 июня, 2012, Хобарт, Тасмания, Австралия): отчет. – 2012. – 2 с. – Режим доступа: http://www.uac.gov.ua/images/intcoop/ATCM35_ip068_r.doc
305. **Report on scientific activity of Ukraine for 2011-2012 season** / (Delegation of Ukraine) // Background Paper BP-004, XXXV Antarctic Treaty Consultative Meeting (11-20 June, 2012, Hobart, Tasmania, Australia): report. – 2012. – 3 pp. – Available online at: http://www.uac.gov.ua/images/intcoop/ATCM35_bp004_e.doc.

Б. Офіційні документи, надані делегацією України на розгляд Комісії зі збереження морських живих ресурсів Антарктики та її робочих груп

Official papers submitted by Delegation of Ukraine at the Commission on Conservation of Antarctic Marine Leaving Resources and its working groups

2015–2016 рр.

306. **Progress report of the CEMP camera network in Subarea 48.1** / J. Hinke, G. Watters, M. Santos, M. Korczak-Abshire, G. Milinevsky, A. Barbos, C.Southwell and L. Emmerson // SC-CCAMLR/WG-EMM-16/58 (Bologna, Italy, 2016): report. – 2016. – Available online at: http://www.ccamlr.org/en/wg-emm-16/58.
307. **Proposal by Ukraine to amend CCAMLR Conservation Measure 10-05 on the Dissostichus Catch Documentation Scheme** / (Delegation of Ukraine) // CCAMLR-XXXV/29 (Hobart, Tasmania, Australia, 2016): report. – 2016.
308. **On interim distribution of the trigger level in the fishery for Euphausia superba in statistical Subareas 48.1, 48.2, 48.3 and 48.4** / (Delegation of Ukraine) // CCAMLR-XXXV/30 (Hobart, Tasmania, Australia, 2016): report. – 2016.
309. **Amendments to Conservation Measure 51-06 (2014) General measure for scientific observation in fisheries for Euphausia superba** / (Delegation of Ukraine) // CCAMLR-XXXV/31 (Hobart, Tasmania, Australia, 2016): report. – 2016.

310. **Proposed amendments to Conservation Measure 51-06 (2014) General measure for scientific observation in fisheries for Euphausia superba** / (Delegation of Ukraine) // CCAMLR-XXXIV/BG/34 (Hobart, Tasmania, Australia, 2015): report. – 2015.
311. **On interim distribution of the trigger level in the fishery for Euphausia superba in statistical Subareas 48.1, 48.2, 48.3 and 48.4 superba** / (Delegation of Ukraine) // CCAMLR-XXXIV/BG/35 (Hobart, Tasmania, Australia, 2015): report. – 2015.
312. **Preliminary assessment of the potential for proposed bottom-fishing activities to have significant adverse impacts on vulnerable marine ecosystems superba** / (Delegation of Ukraine) // SC-CAMLR-XXXIV/BG/05 (Hobart, Tasmania, Australia, 2015): report. – 2015.

2014 p.

313. **Proposed amendments to the CM 51-06 on increase observer coverage in the krill fishery superba** / (Delegation of Ukraine) // CCAMLR-XXXIII/16 (Hobart, Tasmania, Australia, 2014): report. – 2014.
314. **Preliminary assessments of the potential for proposed bottom-fishing activities to have significant adverse impacts on vulnerable marine ecosystems superba** / (Delegation of Ukraine) // SC-CAMLR-XXXIII/BG/11 (Hobart, Tasmania, Australia, 2014): report. – 2014.

2013 p.

315. **Otification of Ukraine's intention to participate in the krill fishery in 2013/14 superba** / (Delegation of Ukraine) // CCAMLR-XXXII/10 Rev.1 (Hobart, Tasmania, Australia, 2013): report. – 2013.
316. **On absence of legal ability to organise marine protected areas in the high seas of the World Ocean, including the Antarctic waters superba** / (Delegation of Ukraine) // CCAMLR-SM-II/BG/10 (Bremerhaven, Germany, 2013): report. – 2013.

2012 p.

317. **Features of growth of young Weddell seal** / A. Salhanskyy; Scientific Committee of CCAMLR, Working Group on Ecosystem Monitoring and Management // SC-CCAMLR/WG-EMM-12/21 (Santa Cruz de Tenerife, Spain, 2012): report. – 2012. – Available online at: http://www.ccamlr.org/en/wg-emm-12/21.
318. **Notifications of Ukraine's intention to conduct exploratory long-line fisheries for *Dissostichus spp.* in 2012-2013** / (Delegation of Ukraine) // CCAMLR-XXXI/26 Rev. 1 (Hobart, Tasmania, Australia, 2012): report. – 2012. – Available online at: http://www.ccamlr.org/en/ccamlr-xxxi/26-rev-1.
319. **Notification of Ukraine's intent to conduct krill fishing in 2012-2013** / (Delegation of Ukraine); Scientific Committee of CCAMLR, Working Group on Ecosystem Monitoring and Management // SC-CCAMLR/WG-EMM-12/13 (Santa Cruz de Tenerife, Spain, 2012): report. – 2012.
320. **Some peculiarities of the distribution and fishing of *Euphausia superba* in the Indian sector of the Southern Ocean (by results of USSR fleet operations in 1970–1990)** / L. Pshenichnov; Scientific Committee of CCAMLR, Working Group on Ecosystem Monitoring and Management // SC-CCAMLR/WG-EMM-12/35 (Santa Cruz de Tenerife, Spain, 2012): report. – 2012. – Available online at: http://www.ccamlr.org/en/wg-emm-12/35.
321. **The first site of the Marine Protected Area network in the Akademik Vernadsky Station region: Argentine Islands, Skua Creek** / (Delegation of Ukraine); Scientific Committee of CCAMLR, Working Group on Ecosystem Monitoring and Management // SC-CCAMLR/WG-EMM-12/25 (Santa Cruz de Tenerife, Spain, 2012): report. – 2012. – Available online at: http://www.ccamlr.org/en/wg-emm-12/25.

Інші публікації
Other publications

322. **Антарктична Україна в дзеркалі преси = Antarctic press clips.** В 2-х томах / [кер. проекту В. Литвинов; упоряд. В. Бочкарьов]. – К. : НАНЦ МОН України, 2014. – Т. 1 (1994–2004). – 515 с.; Т.2 (2005-2014). – 522 с.

323. **Національний антарктичний науковий центр, 1993 − 2013.** Україна в Антарктиці – XX [років] = National Antarctic scientific center, 1993 − 2013 : [презентац. альб.] / [керівник проекту В. А. Литвинов]. – Кривий Ріг : Діоніс, [2013]. – 140, [1] с. : фот. кольор. – Назва на корінці : Україна в Антарктиці. – Текст укр., англ., рос. – 350 экз. – ISBN 978-966-2775-53-2
324. **Полярниці** [Электронний ресурс] / Н. Віденіна // Видеозап. – К. : Телеканал ICTV, 2012. – 20 серпня. – Проект «СТОП – 10» (рейтинг нежіночих професій). – 3 хв. 34 с. – Режим доступу: http://stop10.ictv.ua/videos/19511/

325. **Експедиція XXI** : наук.-популярне вид. / Міністерство освіти і науки України, Нац. антаркт. наук. центр; голов. ред. В. Бочкарьов. – К. : 2015. – № 9−10. – Режим доступу: http://www.uac.gov.ua/SitePages/Home/ex21_9-10.aspx
326. **Експедиція XXI** : наук.-популярне вид. / Міністерство освіти і науки України, Нац. антаркт. наук. центр; голов. ред. В. Бочкарьов. – К. : 2013. – № 8. – Режим доступу: http://www.uac.gov.ua/SitePages/Home/ex21_8.aspx
327. **Експедиція XXI** : наук.-популярне вид. / Міністерство освіти і науки України, Нац. антаркт. наук. центр; голов. ред. В. Бочкарьов. – К. : 2010−2012. – № 6−7. – Режим доступу: http://www.uac.gov.ua/SitePages/Home/ex21_6-7.aspx

ДОДАТОК А
(ДОПОВНЕННЯ СПИСКІВ ПУБЛІКАЦІЙ 2010–2011 рр.)

Статті в журналах і збірниках
Articles in journals and collections

328. **Геоелектромагнітне поле Антарктичного регіону за результатами фізичного моделювання** / В. М. Кобзова, А. Ф. Сенчина // Геодинаміка . – 2011. – № 2. – С. 113−115. – Бібліогр. : 4 назв. – укр.
329. **Диатомовые обрастания китов малых полосатиков в водах Антарктики** / В. П. Герасимюк, В. Л. Зинченко // Гидробиол. журн . – 2011. – **47**, № 5. – С. 29−36. – Библиогр. : 15 назв. – рус.
330. **Морская сеть наблюдений Украины: прошлое и настоящее** (повідомлення). 90-летию гидрометеорологической службы Украины посвящается / В. А. Наумова, Т. Г. Мытник, В. П. Евстигнеев, Е. П. Любарец, М. П. Евстигнеев // Наук. праці УкрНДГМІ.– 2011. – Вип. 261. – С. 257. – Режим доступа: http://www.nbuv.gov.ua/portal/natural/Npundgi/2011_261/261_257.pdf
331. **Озоновий шар атмосфери як пріоритетний об'єкт правової охорони** / Н. І. Золотарьова // Вісник НТУУ «КПІ». Політологія. Соціологія. Право. – 2011. – Вип. 3. – № 11. – С. 152−155. – Библиогр. : 8 назв. – укр. – Режим доступу: http://www.nbuv.gov.ua/Portal/soc_gum/VKPI_soc/2011_3/Zolotar.pdf
332. **Перспективы использования экстремофильных антарктических микроорганизмов для создания новых промышленных биотехнологий** / А. Б. Таширев, В. А.Романовская, Т. В. Береговая, Н. А. Матвеева, П. В. Рокитко, А. А. Таширева, Т. В. Фалалеева // Укр. антаркт. журн. – 2010. – № 9. – С. 158−186
333. **Підходи до оцінки ступеня вигоряння у осіб з напруженою працею за допомогою логістичних моделей** / Г. Ю. Пишнов, В. В. Кальниш // Укр. мед. часоп . – 2011. – № 3. – С. 101−105. – Бібліогр. : с. 105. – укр.
334. **Структура и функционирование антарктических морских прибрежных экосистем в условиях природного и антропогенного загрязнения** / Э. З. Самышев // Мор. екол. журн. – 2011. – 10, № 2. – С. 5−25. – Библиогр. : 42 назв. – рус.
335. **The VII Ukrainian Antartic expedition transatlantic journey impact on the *Drosophila melanogaster* crossing over** / Y. B. Shepeta, M. J. Rursa, I. A. Kozeretska // Вісн. Одеського нац. ун-ту. Сер. Біологія.- 2011. – **16**, Вип. 18 (25). – С. 29−34. – Бібліогр. : 10 назв. – англ. – Режим доступу: http://www.nbuv.gov.ua/Portal/Chem_Biol/Vonu_biol/2011_18/index/04.pdf
336. **The influence of some environmental factors on cytological and biometric parameters and chlorophyll content of Deschampsia antarctica Desv. in the maritime Antarctic** / I. Yu. Parnikoza, P. Loro, N. Yu. Miryuta, V. A. Kunakh, I. A. Kozeretska, *Tsitologia i genetika*, **45** (3), p.43−50, May 2011
337. **Various responses to copper and manganese exposure of Carassius auratus gibelio from two populations /** H. I. Falfushynska, L. L. Gnatyshyna, O. B. Stoliar, Yoon Kwon Nam // Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology, 154 (3), p. 242−253, Sep 2011. – Available online at : doi:10.1016/j.cbpc.2011.06.001

Матеріали конференцій
Conference proceedings

338. **V Международная антарктическая конференция** / В. П. Рыбачук // Наука та наукознавство. – 2011. – № 2. – С. 178–180. – рус. – Режим доступа: http://www.scienceofscience.16mb.com/SSS20112.pdf
339. **Автоматизована система Національного Центру антарктичних даних** / Л. С. Глоба, В. Б. Ковгар, В. Є. Козлітін, Є. С. Серединін // V Міжнар. антаркт. конф. «Антарктика і глоб. системи Землі: нові виклики та персп.» (м. Київ, 2011 р.) : тез. – 2011. – С.10–13.
340. **Національний центр антарктичних даних, як невід'ємна частина наукових досліджень України в Антарктиці** / Л. С. Глоба, В. А. Литвинов, І. В. Мороз // Міжнар. наук конгрес з розв. інформ.-комунікац. технол. та розбудови інформ. суспіль. в Україні (м. Київ, 2011 р.): тез. – 2011. – С. 66–67.
341. **Створення національного центру антарктичних даних** / Л. С. Глоба // Міжнар. інновац. форум країн СНД (м. Київ, 27–30 верес. 2011 р.) : тез. – 2011. – С. 41–42.
342. **Створення єдиного інформаційного середовищ даних антарктичних досліджень** / Л. С. Глоба // V Міжнар. антаркт. конф. «Антарктика і глоб. системи Землі: нові виклики та персп.» (м. Київ, 2011 р.) : тез. – 2011. – С. 131–132.
343. **Spatial governance of Antarctica: the development of the legal regime and Ukraine's national interests** / A. Fedchuk // Material of the International Conference "Territorial Identity and Geopolitics" (18–23 September, 2011, Kyiv-Crimea). – Kyiv : Akademperiodika, 2011. – P. 40–42.
344. **The Development Non-governmental Activity at Vernadsky Station** / A. Fedchuk // Abstracts Volume of the V International Antarctic Conference "Antarctica and Earth Global Systems: New Challenges and Outlooks" (May 17–19, 2011, Kyiv). – Kyiv, 2011. – P. 33.

Інші публікації
Other publications

345. **Пригоди кенгурятка та його друзів. Природний світ Австралії та Антарктиди** [для дошк. та мол. шк. віку] / Андрій Синичкін, Катя Конфеткіна. – Донецьк : Кредо, 2011. – 62 с. : кольор. іл. – (Прогулянки навколо світу ; [кн.5]). – 1500 экз. – ISBN 978-966-2455-81-6

ДОДАТОК Б
(ДОКУМЕНТИ УКРАЇНИ, НАДАНІ ДО МІЖНАРОДНИХ ОРГАНІВ СИСТЕМИ ДОГОВОРУ ПРО АНТАРКТИКУ 1992–2011 РР.)

Б.1. Робочі та інформаційні документи, надані українською делегацією на Консультативні Наради з Договору про Антарктику та наради Комітету з охорони навколишнього середовища
Working and Informational Papers, submitted by Ukrainian Delegations at the Antarctic Treaty Consultative Meetings and Committee on Environmental Protection

2011 р.

346. **Возведение православной часовни на станции Академик Вернадский** / (Делегация Украины) // Информ. докум. IP-127, XXXIV Консульт. Совещ. по Договору об Антарктике (20 июня – 01 июля 2011 г., Буэнос-Айрес, Аргентина) : отчет. – 2011. – 3 с. – Режим доступа: http://www.uac.gov.ua/images/intcoop/ATCM34_ip127_r.doc
347. **Исследования Украины в Антарктике: 2002–2011 гг.** / (Делегация Украины) // Информ. докум. IP-112, XXXIV Консультативное Совещ. по Договору об Антарктике (20 июня – 01 июля 2011 г., Буэнос-Айрес, Аргентина) : отчет. – 2011. – 2 с. – Режим доступа: http://www.uac.gov.ua/images/intcoop/ATCM34_ip112_r.doc
348. **Правила, регулирующие посещение станции Академик Вернадский / (Делегация Украины)** // Информ. докум. IP-110, XIV Совещ. Комитета по охране окруж. среды (20–25 июня 2011 г., Буэнос-Айрес, Аргентина) : отчет. – 2011. – 5 с. – Режим доступа: http://www.uac.gov.ua/images/intcoop/ATCM34_ip110_r.doc

349. **Установка нового метеорологического оборудования на станции Академик Вернадский** / (Делегация Украины) // Информ. докум. IP-111, XXXIV Консульт. Совещ. по Договору об Антарктике (20 июня – 01 июля 2011 г., Буэнос-Айрес, Аргентина) : отчет. – 2011. – 2 с. – Режим доступа: http://www.uac.gov.ua/images/intcoop/ATCM34_ip111_r.doc
350. **Annual Report Pursuant to Article 17 of the Protocol on Environmental Protection to the Antarctic Treaty** / (Delegation of Ukraine) // Informational Paper IP-093, XIV Meeting of the Committee on Environmental Protection (20 June – 01 July, 2011, Buenos Aires, Argentina) : report. – 2011. – 2 pp. – Available online at: http://www.uac.gov.ua/home/uac.gov.ua/public_html/images/intcoop/ATCM34_ip093_e.doc
351. **Notifications of Ukraine's intention to conduct exploratory long-line fisheries for *Dissostichus spp.* in 2011-12** / (Delegation of Ukraine) // CCAMLR-XXX/21 (Hobart, Tasmania, Australia, 2011): report. – 2011.
352. **On marine protected areas in the Southern Ocean** / G. P. Milinevsky, S. B. Kovalonok; CCAMLR Workshop on Marine Protected Areas // WS-MPA-11/13 (Brest, France, 29 August – 02 September 2011) : report. – 2011. – Available online at: http://www.ccamlr.org/en/ws-mpa-11/13.
353. **Preliminary results of the experiment on definition of Antarctic krill mortality rate in fishery** / L. Pshenichnov, K. Vyshniakova; Scientific Committee of CCAMLR, Working Group on Ecosystem Monitoring and Management // SC-CCAMLR/WG-EMM-11/15 (Busan, Republic of Korea, 2011): report. – 2011. –Available online at: http://www.ccamlr.org/en/wg-emm-11/15.
354. **Antarctic krill and climate change** / H. Flores, A. S. Atkinson, E. Bravo Rebolledo, V. Cirelli, G. Milinevsky at al.; Scientific Committee of CCAMLR, Working Group on Ecosystem Monitoring and Management // SC-CCAMLR/WG-EMM-11/16 (Busan, Republic of Korea, 2011): report. – 2011. – Available online at: http://www.ccamlr.org/en/wg-emm-11/16.

2010 р.

355. **Доклад об инциденте в Доме Уорди (ИМП № 62)** / (Делегация Великобритании, Франции, Украины) // Раб. докум. WP-025, XXXIII Консультативного Совещ. по Договору об Антарктике (03-14 мая, 2010, Пунта-дель-Эсте, Уругвай) : отчет. – 2010. – 2 с. – Режим доступа: http://www.uac.gov.ua/images/intcoop/ATCM33_wp025_r.doc
356. **Прогресс в создании широкомасштабной системы управления в районе станции Академик Вернадский** / (Делегация Украины) // Информ. докум. IP-071, XIII Совещ. Комитета по охране окруж. среды (03-07 мая, 2010, Пунта-дель-Эсте, Уругвай) : отчет. – 2010. – 2 с. – Режим доступа: http://www.uac.gov.ua/images/intcoop/ATCM33_ip071_r.doc
357. **Отчет Украины о выполнении положений Протокола по охране окружающей среды к Договору об Антарктике (в соответствии со ст. 17 Протокола)** / (Делегация Украины) // Информ. докум. IP-072, XIII Совещ. Комитета по охране окруж. среды (03-07 мая, 2010, Пунта-дель-Эсте, Уругвай) : отчет. – 2010. – 3 с. – Режим доступа: http://www.uac.gov.ua/images/intcoop/ATCM33_ip072_r.doc
358. **On the future revision of the Conservation Measure 51-07 (2009) Interim distribution of the trigger level in the krill fishery in Statistical Subareas 48.1, 48.2, 48.3 and 48.4** / (Delegation of Ukraine) // CCAMLR-XXIX-47 (Hobart, Tasmania, Australia, 2010) : report. – 2010. – 4 pp. – Available online at: http://www.ccamlr.org/en/ccamlr-xxix/47.
359. **On the scientific observation and krill escape mortality in the krill fishery** / (Delegation of Ukraine) // CCAMLR-XXIX-45 (Hobart, Tasmania, Australia, 2010) : report. – 2010. – 6 pp. – Available online at: http://www.ccamlr.org/en/ccamlr-xxix/45.
360. **Resolution of the Ukraine–Russian seminar 'Climate, South Ocean Resources, CCAMLR and Antarctic krill'** / (Delegation of Ukraine) // CCAMLR-XXIX/BG/35 (Hobart, Tasmania, Australia, 2010) : report. – 2010. – 5 pp. – Available online at: http://www.ccamlr.org/en/ccamlr-xxix/bg/35.

2009 р.

361. **Возможности широкомасштабного управления в районе станции Академик Вернадский** / (Делегация Украины) // Информ. докум.IP-062, XII Совещ. Комитета по охране окруж. среды (06−10 апр. 2010, Балтимор, США). – 2009. – 6 с. – Режим доступа: http://www.uac.gov.ua/images/intcoop/ATCM32_ip062_r.doc

362. **Правила поведения для посетителей участка «Дом Уорди» (остров Уинтер, Аргентинские острова)** / (Делегации Украины и Великобритании) // Раб. докум. WP-019, XII Совещание Комитета по охране окружающей среды (06-10 апреля 2010, Балтимор, США). – 2009. – 6 с. – Режим доступа: http://www.uac.gov.ua/images/intcoop/ATCM32_wp019_r.doc
363. **Украина в Антарктике: второе десятилетие исследований** / (Делегации Украины) // Информ. докум. IP-063, XXXII Консульт. Совещ. по Договору об Антарктике (06-17 апр. 2010, Балтимор, США). – 2009. – 3 с. – Режим доступа: http://www.uac.gov.ua/images/intcoop/ATCM32_ip063_r.doc
364. **Ukrainian Antarctic Research for 2008-2009 summer season** / (Delegation of Ukraine) // Informational Paper IP-064, XXXII Antarctic Treaty Consultative Meeting (06-17 April 2009, Baltimore, USA) : report. – 2009. – 3 pp. – Available online at: http://www.uac.gov.ua/images/intcoop/ATCM32_ip064_e.doc

2008 р.

365. **Правила поведения для посетителей участка «Дом Уорди» (остров Уинтер, Аргентинские острова)** / (Делегации Украины и Великобритании) // Раб. докум. WP-002, XI Совещ. Комитета по охране окруж. среды (02−06 июня 2008, Киев, Украина). – 2008. – 6 с. – Режим доступа: http://www.uac.gov.ua/images/intcoop/ATCM31_wp002_r.doc
366. **Annual report pursuant to Article 17 of the Protocol on Environmental Protection to the Antarctic Treaty** / (Delegation of Ukraine) // Informational Paper IP-022, XI Meeting of the Committee on Environmental Protection (02−06 June 2008, Kyiv, Ukraine) : report. – 2008. – 4 pp. – Available online at: http://www.uac.gov.ua/images/intcoop/ATCM31_ip022_e.doc
367. **Initial Environmental Evaluation on "RMM-technology on recycling of solid food wastes at Ukrainian Antarctic Vernadsky station"** / (Delegation of Ukraine) // Informational Paper IP-024, XI Meeting of the Committee on Environmental Protection (02−06 June 2008, Kyiv, Ukraine). – 2008. – 6 pp. – Available online at: http://www.uac.gov.ua/images/intcoop/ATCM31_ip124_e.doc
368. **On the Issue of the Replacement of Fuel Tanks at Vernadsky Station** / (Delegation of Ukraine) // Informational Paper IP-102, XI Meeting of the Committee on Environmental Protection (02−06 June 2008, Kyiv, Ukraine): report. – 2008. – 2 pp. – Available online at: http://www.uac.gov.ua/images/intcoop/ATCM31_ip102_e.doc
369. **The international collaboration in the urgent action of the winterer substitution at Vernadsky Station** / (Delegation of Ukraine) // Informational Paper IP-129, XXXI Antarctic Treaty Consultative Meeting (02−13 June 2008, Kyiv, Ukraine) : report. – 2008. – 2 pp. – Available online at: http://www.uac.gov.ua/images/intcoop/ATCM31_ip129_e.doc

2007 р.

370. **Annual report pursuant to Article 17 of the Protocol on Environmental Protection to the Antarctic Treaty** / (Delegation of Ukraine) // Informational Paper IP-031, X Meeting of the Committee on Environmental Protection (03−07 April 2007, New Delhi, India) : report. – 2007. – 3 pp. – Available online at: http://www.uac.gov.ua/images/intcoop/ATCM30_ip031_e.doc
371. **Ukrainian Antarctic Research for 2006-2007 summer season** / (Delegation of Ukraine) // Informational Paper IP-020, XXX Antarctic Treaty Consultative Meeting (03 April – 11 May 2007, New Delhi, India) : report. – 2007. – 6 pp. – Available online at: http://www.uac.gov.ua/images/intcoop/ATCM30_ip020_e.doc
372. **The Replacement of Fuel Tanks at Vernadsky Station** / (Delegation of Ukraine) // Informational Paper IP-030, X Meeting of the Committee on Environmental Protection (03-07 April 2007, New Delhi, India) : report. – 2007. – 5 pp. – Available online at: http://www.uac.gov.ua/images/intcoop/ATCM30_ip030_e.doc.

2006 р.

373. **Замена резервуаров для хранения топлива на станции Академик Вернадский** / (Делегация Украины) // Раб. докум. WP-036, IX Совещ. Комитета по охране окруж. среды (12—16 июня 2006, Эдинбург, Великобритания). – 2006. – 6 с. – Режим доступа: http://www.uac.gov.ua/images/intcoop/ATCM29_wp036_r.doc

374. **Annual report pursuant to Article 17 of the Protocol on Environmental Protection to the Antarctic Treaty** / (Delegation of Ukraine) // Informational Paper IP-048, IX Meeting of the Committee on Environmental Protection (12−16 June 2006, Edinburg, the UK): report. – 2006. – 5 pp. – Available online at: http://www.uac.gov.ua/images/intcoop/ATCM29_ip048_e.doc
375. **Ukrainian Antarctic Research for 2005-2006 summer season** / (Delegation of Ukraine) // Informational Paper IP-049, XXIX Antarctic Treaty Consultative Meeting (12-23 June 2006, Edinburg, the UK): report. – 2006. – 5 pp. – Available online at: http://www.uac.gov.ua/images/intcoop/ATCM29_ip049_e.doc

2005 p.

376. **Annual report pursuant to Article 17 of the Protocol on Environmental Protection to the Antarctic Treaty. The Ukraine (2005)** / (Delegation of Ukraine) // Informational Paper IP-101, VIII Meeting of the Committee on Environmental Protection (06-10 June 2005, Stockholm, Sweden) : report. – 2005. – 3 pp. – Available online at: http://www.uac.gov.ua/images/intcoop/atcm28_ip101_e-CEP.doc
377. **Draft proposal for discussion to Antarctic Protected Areas System – Antarctic Specially Managed Area No XX "Petermann Island, Wilhelm Archipelago, Antarctic Peninsula"** / (Delegation of Ukraine) // Informational Paper IP-098, VIII Meeting of the Committee on Environmental Protection (06-10 June 2005, Stockholm, Sweden). – 2005. – 3 pp.
378. **Possibilities for environmental changes monitoring with the assistance of tourist ship cruises staff/ passenger photography in Antarctic Peninsula region** / (Delegation of Ukraine) // Informational Paper IP-100, XXVIII Antarctic Treaty Consultative Meeting (06−17 June 2005, Stockholm, Sweden). – 2005. – 3 pp. – Available online at: http://www.uac.gov.ua/images/intcoop/atcm28_ip100_e-Monitour.doc
379. **Ukrainian Antarctic Research for 2004-2005 summer season** / (Delegation of Ukraine) // Informational Paper IP-099, XXVIII Antarctic Treaty Consultative Meeting (06−17 June 2005, Stockholm, Sweden): report. – 2005. – 2 pp. – Available online at: http://www.uac.gov.ua/images/intcoop/atcm28_ip099_e_2004-2005.doc

2004 p.

380. **Заинтересованность Украины в Информ. докум. IP-026, XXVII** Консульт. Совещ. по Договору об Антарктике (24 мая – 04 июня 2004, Кейптаун, ЮАР). – 2004. – 2 с. – Режим доступа: http://www.uac.gov.ua/images/intcoop/27IP026R.doc
381. **Annual report pursuant to Article 17 of the Protocol on Environmental Protection to the Antarctic Treaty. The Ukraine (2004)** / (Delegation of Ukraine) // Informational Paper IP-102, XXVII Meeting of the Committee on Environmental Protection (24−28 May 2004, Cape Town, South Africa) : report. – 2004. – 3 pp. – Available online at: http://www.uac.gov.ua/images/intcoop/27IP102E.doc
382. **Ukraine Antarctic Research Program (1996−2003)** / (Delegation of Ukraine) // Informational Paper IP-016, XXVII Antarctic Treaty Consultative Meeting (24 May – 04 June 2004, Cape Town, South Africa): report. – 2004. – 35 pp. – Bibliogr. : 109. – eng. – Available online at: http://www.uac.gov.ua/images/intcoop/27IP016E_1996-2003.doc

2003 p.

383. **Ukraine Antarctic Scientific Research (1996-2003)** / (Delegation of Ukraine) // Informational Paper IP-074, XXVI Antarctic Treaty Consultative Meeting (09 – 20 June 2003, Madrid, Spain): report. – 2003. – 21 pp. – Bibliogr. : 79. – eng. – Available online at: http://www.uac.gov.ua/images/intcoop/ATCM26_ip074.rtf

2002 p.

384. **О соискании Украиной консультативного статуса страны-участницы Договора об Антарктике** / (Делегация Украины) // Информ. докум.IP-018, XXV Консультативное Совещание по Договору об Антарктике (10−20 сентября 2002, Варшава, Польша). – 2002. – 2 с. – Режим доступа: http://www.uac.gov.ua/images/intcoop/25IP018_R.doc

385. **Отчет Украины о выполнении положений Протокола по охране окружающей среды к Договору об Антарктике (согласно ст. 17 Протокола)** / (Делегация Украины) // Информ. докум. IP-019, V Совещ. Комитета по охране окружа. среды (10-14 сент. 2002, Варшава, Польша): отчет. – 2002. – 3 с. – Режим доступа: http://www.uac.gov.ua/images/intcoop/25IP019_R.doc
386. **Украинские научные исследования в Антарктике в рамках Государственной программы исследований Украины в Антарктике на 2002-2010 гг.** / (Делегация Украины) // Информ. докум.IP-018, XXV Консульт. Совещ. по Договору об Антарктике (10-20 сент. 2002, Варшава, Польша). – 2002. – 2 с. – Режим доступа: http://www.uac.gov.ua/images/intcoop/25IP017_R.doc

2000 р.

387. **Относительно ратификации Украиной Протокола об охране окружающей среды к Договору об Антарктике (Мадридского Протокола)** / (Делегация Украины) // Информ. докум.IP-041, III Совещ. Комитета по охране окруж. среды (11–15 сент. 2000, Гаага, Нидерланды): отчет. – 2002. – 2 с. – Режим доступа: http://www.uac.gov.ua/images/intcoop/SATCM12_ip041_r.pdf
388. **The report on an ecological situation at the Ukrainian Antarctic station Akademik Vernadsky: 1996-2000** / (Delegation of Ukraine) // Informational Paper IP-043, XII Special Antarctic Treaty Consultative Meeting (11–15 September 2000, Hague, Netherlands): report. – 2000. – 7 pp. – Available online at: http://www.uac.gov.ua/images/intcoop/SATCM12_ip043_e.pdf

Б.2. Офіційні документи, надані делегацією України на розгляд Комісії зі збереження морських живих ресурсів Антарктики та її робочих груп
Official papers submitted by Delegation of Ukraine at the Commission on Conservation of Antarctic Marine Leaving Resources and its working groups

2009 р.

389. **On methods of the experiment carried out to determine the rate of 'escape mortality' on fishing or research vessels during Antarctic krill fishery** / (Delegation of Ukraine) // SC-CAMLR-XXVIII/BG/10 (Hobart, Tasmania, Australia, 2009) : report. – 2009. – 8 pp. – Available online at: http://www.ccamlr.org/en/sc-camlr-xxviii/bg/10.
390. **On the scientific observation and the management of Antarctic krill fisheries in Statistical Area 48** / (Delegation of Ukraine) // CCAMLR-XXVIII/BG/26 (Hobart, Tasmania, Australia, 2009) : report. – 2009. – 5 pp.
391. **Proposed amendments to Conservation Measure 51-01 (2008) Precautionary catch limitations on *Euphausia Superba* in statistical subareas 48.1, 48.2, 48.3 and 48.4** / (Delegation of Ukraine) // CCAMLR-XXVIII/48 (Hobart, Tasmania, Australia, 2009) : report. – 2009. – 6 pp. – Available online at: http://www.ccamlr.org/en/ccamlr-xxviii/48.
392. **Relevant issues in regards to the management of Antarctic krill fisheries in area 48** / G. Milinevsky, L. Pshenichnov; Scientific Committee of CCAMLR, Working Group on Ecosystem Monitoring and Management // SC-CCAMLR/WG-EMM-09/31 (Bergen, Norway, 2009): report. – 2009. – 4 pp. – Available online at: http://www.ccamlr.org/en/wg-emm-09/31.
393. **Results of the research project to digitise historical Soviet krill fishing expedition data** / (Delegation of Ukraine) // CCAMLR-XXVIII/BG/18 (Hobart, Tasmania, Australia, 2009): report. – 2009. – 5 pp. – Available online at: http://www.ccamlr.org/en/ccamlr-xxviii/bg/18.
394. **The research project to digitize historical Soviet krill fishing expedition data** / G. Milinevsky, L. Pshenichnov; Scientific Committee of CCAMLR, Working Group on Ecosystem Monitoring and Management // SC-CCAMLR/WG-EMM-09/30 (Bergen, Norway, 2009): report. – 2009. – 4 pp. – Available online at: http://www.ccamlr.org/en/wg-emm-09/30.

2008 р.

395. **Current uncertainties in scientific data for risk assessments in the allocation of krill catch limits among SSMUs in Area 48** / (Delegation of Ukraine) // CCAMLR-XXVII/43(Hobart, Tasmania, Australia, 2008) : report. – 2008. – 3 pp..

396. **Proposed amendments to Conservation Measures dealing with catch limits for the krill fishery** / (Delegation of Ukraine) // CCAMLR-XXVII/42 (Hobart, Tasmania, Australia, 2008): report. – 2008. – 3 pp.
397. **State of Antarctic krill (*Euphasia superba*) fisheries in Statistical Subarea 48.2 in 2008** / N. Zhuk, V. Bibik; Scientific Committee of CCAMLR, Working Group on Ecosystem Monitoring and Management // SC-CCAMLR/WG-EMM-08/24 (St. Petersburg, Russia, 2008) : report. – 2008. – 12 pp. – Bibliogr.: 7 refs. – eng. – Available online at: http://www.ccamlr.org/en/wg-emm-08/24.
398. **The role of fish as predators of krill (*Euphausia superba*) and other pelagic resources in the Southern Ocean** / K.-H. Kock, D. Agnew, E. Barrera-Oro, M. Belchier, M. Collins, S. Hanchet, **L. Pshenichnov**, K. Shust, D. Welsford and R. Williams; Joint CCAMLR-IWC Workshop // CCAMLR-IWC-WS-08/09 (Hobart, Tasmania, Australia, 2008) : report. – 2008. – 81 pp. – Bibliogr.: 237 refs. – eng.

2007 p.

399. **Notifications of Ukraine's intention to conduct exploratory long-line fisheries for *Dissostichus spp.* in 2007-2008** / (Delegation of Ukraine) // CCAMLR-XXVI/22 (Hobart, Tasmania, Australia, 2007) : report. – 2007. – 20 pp.
400. **Proposed amendments to conservation measures regulating new and exploratory fisheries** / (Delegation of Ukraine) // CCAMLR-XXVI/37 (Hobart, Tasmania, Australia, 2007) : report. – 2007. – 4 pp.
401. **Proposed amendments to conservation measures dealing with catch limits for the krill fishery** / (Delegation of Ukraine) // CCAMLR-XXVI/36 (Hobart, Tasmania, Australia, 2007) : report. – 2007. – 4 pp.
402. **On the scientific research of Marine Protected Area within the bounds of the Argentina Islands Archipelago** / (Delegation of Ukraine) // CCAMLR-XXVI/BG/11 (Hobart, Tasmania, Australia, 2007): report. – 2007. – 2 pp.

2006 p.

403. **Last investigations of Ukraine in Antarctica connected with assumed Marine Protected Area** / (Delegation of Ukraine) // SC-CCAMLR/WG-EMM-06/33 (Walvis Bay, Namibia, 2006): report. – 2006. – 7 pp. – Available online at: http://www.ccamlr.org/en/wg-emm-06/33.
404. **Scientific observation on krill fishing vessels: proposal to amend Conservation Measures 51-01, 51-02 and 51-03** / (Delegation of Ukraine) // CCAMLR-XXV/BG/17 (Hobart, Tasmania, Australia, 2005): report. – 2005. – 3 pp.

2005 p.

405. **On the determination and establishment of Marine Protected Area in the area of the Argentina Islands Archipelago** / (Delegation of Ukraine) // CCAMLR-XXIV/BG/19 (Hobart, Tasmania, Australia, 2005) : report. – 2005. – 5 pp.
406. **On the use of scientific observers on board krill fishing vessels** / (Delegation of Ukraine); Scientific Committee of CCAMLR, Working Group on Ecosystem Monitoring and Management // SC-CCAMLR/WG-EMM-05/32 (Yokohama, Japan, 2005) : report. – 2005. – 6 pp. – Available online at: http://www.ccamlr.org/en/wg-emm-05/32.

2004 p.

407. **Notification by Ukraine of its intention to continue an exploratory fishery for *Dissostichus spp.* in CCAMLR Subarea 88.1 for the 2004–2005 season** / (Delegation of Ukraine) // CCAMLR-XXIII/29 (Hobart, Tasmania, Australia, 2004) : report. – 2004. – 8 pp.
408. **Notification by Ukraine of its intention to continue an exploratory fishery for *Dissostichus spp.* in CCAMLR Division 58.4.1 for the season 2004–2005** / (Delegation of Ukraine) // CCAMLR-XXIII/30 (Hobart, Tasmania, Australia, 2004) : report. – 2004. – 7 pp.

409. **Notification by Ukraine of its intention to continue an exploratory fishery for *Dissostichus spp*. in CCAMLR Division 58.4.2 for the 2004-2005 season** / (Delegation of Ukraine) // CCAMLR-XXIII/31 (Hobart, Tasmania, Australia, 2004): report. – 2004. – 8 pp.
410. **Ukraine's proposals to amend certain provisions of the conservation measures (category 'fishery regulations', subcategory 'toothfish')** / (Delegation of Ukraine) // CCAMLR-XXIII/42 (Hobart, Tasmania, Australia, 2004) : report. – 2004. – 3 pp.
411. **Ukraine's proposals to amend certain provisions of conservation measures in order to increase the 'Transparency' of the information submitted and to prevent IUU fishing (category 'general fishery matters', subcategory 'notifications')** / (Delegation of Ukraine) // CCAMLR-XXIII/43 (Hobart, Tasmania, Australia, 2004) : report. – 2004. – 3 pp.
412. **Regarding the circumstances of registration of vessels *Simeiz, Mellas* and *Sonriza* in Ukraine and issuing to them permissions to fish in the Convention Area** / (Delegation of Ukraine) // CCAMLR-XXIII/BG/34 (Hobart, Tasmania, Australia, 2004) : report. – 2004. – 21 pp.
413. **Results of scientific observation on board RKT-S (cannery fishing super trawler) Konstruktor Koshkin in Statistical Area 48 in March–June 2003 as compared with previous seasons** / S. Klementiev, V. Bibik; Scientific Committee of CCAMLR, Working Group on Ecosystem Monitoring and Management // SC-CCAMLR/WG-EMM-04/10 (Siena, Italia, 2004) : report. – 2004. – 20 pp. – Bibliogr. : 10 refs. – eng. – Available online at: http://www.ccamlr.org/en/wg-emm-04/10.

2003 p.

414. **Notification of intention to continue an exploratory long-line fishery for *Dissostichus* spp. In division 58.4.2** / (Delegation of Ukraine) // CCAMLR-XXII/34 (Hobart, Tasmania, Australia, 2003): report. – 2003. – 10 pp.
415. **Notification of intention to continue an exploratory long-line fishery for *Dissostichus* spp. In division 58.4.3a and 58.4.3b** / (Delegation of Ukraine) // CCAMLR-XXII/35 (Hobart, Tasmania, Australia, 2003) : report. – 2003. – 11 pp.
416. **Notification of intention to continue an exploratory long-line fishery for *Dissostichus* spp. in Subareas 88.1 and 88.2** / (Delegation of Ukraine) // CCAMLR-XXII/36 (Hobart, Tasmania, Australia, 2003) : report. – 2003. – 13 pp.
417. **The area north of Joinville–D'Urville Islands (Subarea 48.1) a former fishing ground at the tip of the Antarctic Peninsula** / K. Skora, Zh. Frolkina, L. Pshenichnov, C. Jones, K.-H. Kock; Scientific Committee of CCAMLR, Working Group on Fish Stock Assessment // SC-CCAMLR/WG-FSA-03/26 (Hobart, Tasmania, Australia, 2003) : report. – 2003. – 33 pp. – Bibliogr. : 27 refs. – eng. – Available online at: http://www.ccamlr.org/en/wg-fsa-03/26.

2000 p.

418. **Ecosystem studies carried out during the second Ukrainian Marine Antarctic Expedition in Subareas 48.2 and 48.1 in 1998** / P. Gozhik, V. Bibik; Scientific Committee of CCAMLR, Working Group on Ecosystem Monitoring and Management // SC-CCAMLR/WG-EMM-00/5 (Taormina, Sicily, Italy, 2000) : report. – 2000. – 9 pp. – Bibliogr. : 2 refs. – eng. – Available online at: http://www.ccamlr.org/en/wg-emm-00/5.
419. Notification of Ukraine's intention to initiate exploratory fisheries for Dissostichus eleginoides in Division 58.4.4 / (Delegation of Ukraine) // CCAMLR-XIX/7 (Hobart, Tasmania, Australia, 2000) : report. – 2000. – 6 pp.
420. **Report of national observer on the work carried out aboard the vessel Konstruktor Koshkin in Subarea 48.2 in May–June 1999** / V. Bibik; Scientific Committee of CCAMLR, Working Group on Ecosystem Monitoring and Management // SC-CCAMLR/WG-EMM-00/4 (Taormina, Sicily, Italy, 2000) : report. – 2000. – 15 pp.

1999 p.

421. **Report on assessment and avoidance of incidental mortality in the Convention Area 1998-1999** / (Delegation of Ukraine) // CCAMLR-XVIII/BG/19 (Hobart, Tasmania, Australia, 1999) : report. – 1999. – 2 pp.

422. **Report of Member's activities in the Convention Area 1998-1999 / (Delegation of Ukraine)** // CCAMLR-XVIII/MA/4 (Hobart, Tasmania, Australia, 1999) : report. – 1999. – 4 pp.

1998 p.

423. **Preliminary results of biological studies in the 1st Ukrainian Antarctic expedition in Subarea 48.2 in March 1997** / V. Bibik; Scientific Committee of CCAMLR, Working Group on Ecosystem Monitoring and Management // SC-CCAMLR/WG-EMM-98/13 (Kochi, India, 1998) : report. – 1998. – 8 pp. – Available online at: http://www.ccamlr.org/en/wg-emm-98/13.
424. **Report of Member's activities in the Convention Area 1997/98 Ukraine** / CCAMLR-XVII/MA/10 (Hobart, Tasmania, Australia, 1998): report. – 1998. – 5 pp.
425. **The principal results of YugNIRO complex studies in the Indian sector of the Antarctic** / B. Trotsenko, A. Romanov, E. Goubanov, V. Gerasimchook, V. Bondarenko, V. Bibik; Scientific Committee of CCAMLR, Working Group on Ecosystem Monitoring and Management // SC-CCAMLR/WG-EMM-98/12 (Kochi, India, 1998): report. – 1998. – 12 pp. – Bibliogr.: 68 refs. – eng. – Available online at: http://www.ccamlr.org/en/wg-emm-98/12.

1997 p.

426. **Notification of Ukraine's intention to initiate a new fishery** / (Delegation of Ukraine) // CCAMLR-XVI/6 (Hobart, Tasmania, Australia, 1997): report. – 1997. – 8 pp.
427. **Report of Member's activities in the Convention Area in 1996-1997** / Ukraine // CCAMLR-XVI/MA/6 (Hobart, Tasmania, Australia, 1997): report. – 1997. – 5 pp.

1996 p.

428. **Report of Member's activities in the Convention Area 1995/96** / (Delegation of Ukraine) // CCAMLR-XV/MA/9 (Hobart, Tasmania, Australia, 1996): report. – 1996. – 6 pp.

1995 p.

429. **Some biological aspects of fishing Champsocephalus gunnari in the Kerguelen area in the season of 1994-95** / L. Pshenichnov; Scientific Committee of CCAMLR, Working Group on Fish Stock Assessment // SC-CCAMLR/WG-FSA-95/13 Rev. 1 (Hobart, Tasmania, Australia, 1995): report. – 1995. – 4 pp. – Bibliogr.: 2 refs. – eng.

1994 p.

430. **Bottom trawling survey on the Ob and Lena Banks** / Observer from Ukraine; Scientific Committee of CCAMLR, Working Group on Fish Stock Assessment // SC-CCAMLR/WG-FSA-94/32 (Hobart, Tasmania, Australia, 1994) : report. – 1994. – 6 pp.
431. **Diagnostic model of functioning of Antarctic krill population in the Cooperation Sea** / V. Belyaev and M. Khudoshina; Joint Meeting of WG-Krill and WG-CEMP // WG-Joint-94/7 (Hobart, Tasmania, Australia, 1994) : report. – 1994. – 4 pp.
432. **Operation results of Ukrainian vessels at Antarctic krill fishery in Subareas 48.2 and 48.3 in March-June 1994. Krill size composition** / V. Yakovlev, V. Bibik; Scientific Committee of CCAMLR, Working Group on Krill // WG-Krill-94/33 (Cape Town, South Africa, 1994): report. – 1994. – 5 pp. – Available online at: http://www.ccamlr.org/ru/node/70351.
433. **Report on assessment and avoidance of incidental mortality in the Convention Area 1993-1994** / Observer from Ukraine // SC-CAMLR-XIII/BG/14 (Hobart, Tasmania, Australia, 1994): report. – 1994. – 2 pp.
434. **To the problem of assessment of probability of finding Antarctic krill concentrations in Division 58.4.2** / L. Kokoz, V. Yakovlev, V. Bibik; Scientific Committee of CCAMLR, Working Group on Krill // WG-Krill-94/7 Rev. 1 (Cape Town, South Africa, 1994) : report. – 1994. – 19 pp. – Bibliogr.: 9 refs. – eng. – Available online at: http://www.ccamlr.org/ru/node/70325.

1993 p.

435. **Определение и применимость различных критериев управления морскими промысловыми живыми ресурсами** / Наблюдатель Украины // SC-CAMLR-XII/BG/27 (Хобарт, Тасмания, Австралия, 1993) : отчет. – 1993. – 4 pp. – Режим доступа: http://www.ccamlr.org/en/node/70504
436. **Antarctic krill, *Euphausia superba* dana, demography studies in the Seas of Sodruzhestvo and Cosmonauts (Indian ocean sector of Antarctica)** / E. A. Pakhomov (Ukraine); Working Group on Krill // WG-KRILL-93/45 (Hobart, Tasmania, Australia, 1993) : report. – 1993. – 30 pp. – Bibliogr. : 58 refs. – eng.
437. **Natural mortality rates of the Antarctic krill *Euphausia superba* dana, in the Indian ocean sector of Southern ocean** / E. A. Pakhomov (Ukraine); Working Group on Krill // WG-KRILL-93/44 (Hobart, Tasmania, Australia, 1993): report. – 1993. – 13 pp. – Bibliogr. : 15 refs. – eng.
438. **Report on fishery and scientific activity of Ukraine in the Antarctic in 1992−1993** / Observer from Ukraine // CCAMLR-XII/BG/15 (Hobart, Tasmania, Australia, 1993): report. – 1993. – 11 pp.
439. **Ukrainian position on some items of the agenda** / Observer from Ukraine // CCAMLR-XII/BG/19 (Hobart, Tasmania, Australia, 1993) : report. – 1993. – 3 pp.

1992 p.

440. **Научная и промысловая деятельность Украины в Конвенционном районе** / представлено наблюдателем от Украины // CCAMLR-XI/BG/18 (Хобарт, Тасмания, Австралия, 1992) : отчет. – 1992. – 9 pp.
441. **Предварительные результаты научно-исследовательских работ НИС «Дмитрий Стефанов» в антарктическую часть Атлантики в апреле 1992 г.** / Л. Г. Маклыгин, В. Н. Шнар, А. В. Ремесло, А. П. Малышко, И. А. Трунов, И. А. Барабанов, В. П. Шопов (Российская Федерация) и А. Г. Шепелев (Украина); Раб. группа АНТКОМ по программе экосистемного мониторинга // WG-CEMP-92/33 (Хобарт, Тасмания, Австралия, 1992) : отчет. – 1992. – 15 pp.
442. **Предварительные результаты экспериментальных работ по оценке транспорта криля в районе Южных Оркнейских островов (апрель, 1992)** / Л. Г. Маклыгин, В. Н. Шнар, А. П. Малышко (Российская Федерация) и А. Г. Шепелев (Украина); Раб. группа АНТКОМ по программе экосистем. мониторинга // WG-CEMP-92/34 (Хобарт, Тасмания, Австралия, 1992): отчет. – 1992. – 23 pp. – Библиогр. : 4 – рус.Beaquos autatem poriorum aspernatquae culpa sit esciae. Ut ut dio ea dipsametur aut veribustibus iur as andi berepe nemporestem eos ea initae lab illaut est ut omnisimus audante mposam, sitae. Namentiis a sunti odi a sunt exped eatibust assum velestios arum, cum cum vel eariandi quas doluptaquo dolorum nosae. Ut rem venduntiunt quo mod quiae veligni odi sin pedit faccus. Ant, omnissinulpa dere voluptae dipsae nimi, odigendae etus, quat laceaquam, sae sin pa que nobit accuptati

УКРАЇНСЬКИЙ АНТАРКТИЧНИЙ ЖУРНАЛ
УАЖ, №15, 279—314 (2016)

УДК 001.8+502.3 (99)

ДОСЛІДЖЕННЯ УКРАЇНИ В АНТАРКТИЦІ: ПОТОЧНА БІБЛІОГРАФІЯ. ПУБЛІКАЦІЇ 2012–2015 рр.

Н. Г. Віденіна[1], В. П. Рибачук[1], А. П. Федчук[2], С. І. Примаченко[1]

[1] Державна установа Інститут досліджень науково-технічного потенціалу та історії науки ім. Г. М. Доброва НАН України; 60, бульв. Тараса Шевченка, Київ, 01032, Україна; e-mail: vnyugvpr@yandex.ru;vedenina@nas.gov.ua
[2] Державна установа Національний антарктичний науковий центр МОН України; e-mail: uac@uac.gov.ua; andriyf@gmail.com

Реферат. Наведено бібліографічні описи наукових праць українських вчених з проблем дослідження Антарктики, опублікованих у вітчизняних і закордонних виданнях з січня 2012 по грудень 2015 року. Представлений список поточної бібліографії доповнює і продовжує бібліографію вітчизняних публікацій за 2010–2011 рр., що була презентована у випуску «Українського антарктичного журналу» 2012 року.

Исследования Украины в Антарктике: текущая библиография. Публикации 2012–2015 гг.
Н. Г. Виденина, В. П. Рыбачук, А. П. Федчук, С. И. Примаченко

Реферат. Приведены библиографические описания научных трудов украинских ученых по антарктической проблематике, опубликованных в отечественных и зарубежных изданиях с января 2012 по декабрь 2015 года. Представленный список текущей библиографии дополняет и продолжает библиографию отечественных публикаций за 2010–2011 гг., опубликованную в выпуске «Украинского антарктического журнала» 2012 года.

Ukrainian Antarctic Research: Current Bibliography (2012 – 2015)
N. G. Videnina, V. P. Rybachuk, A. P. Fedchuk, and S. I. Prymachenko

Abstract. The bibliographic descriptions of the Ukrainian scientific works on Antarctica that were published domestically and abroad in 2012–2015 are listed herein. This bibliographic data extends and complements the 2010–2011 current bibliography of national publications, presented in the "Ukrainian Antarctic Journal" in 2012 (issue 10-11). The abstracts were collected from Ukrainian scientific journals, collections, and conference proceedings as well as national ("Dzherelo", "Litopys zhurnal'nykh statej", etc.) and international ("Antarctic Bibliography", "Scopus", "Google scholar", "Scirus", "e-Library", etc.) bibliographic databases. In total 214 publications were compiled on the topics of Antarctic research within the last four years.

Key words: Antarctic bibliography, Antarctic research, Antarctica, Ukraine, Ukrainian Antarctic Research Expedition, Vernadsky Station

1. Вступ

У цій статті представлено результати досліджень щодо бібліографічного пошуку, укладання бібліографії та наукометричного аналізу наукових праць вчених і спеціалістів України з проблем дослідження Антарктики, опублікованих у вітчизняних і закордонних виданнях з січня 2012 по грудень 2015 року, а також публікацій офіційних документів України, що надані до міжнародних органів системи Договору про Антарктику.

Дослідження є одним із проектів системного моніторингу нової вітчизняної наукової літератури з проблем Антарктики, що здійснюються в Інституті досліджень науково-технічного потенціалу та історії науки ім. Г. М. Доброва НАН України в останнє десятиріччя. Представлений анотований список поточної бібліографії (понад 200 бібліографічних описів) продовжує і доповнює бібліографію вітчизняних публікацій за 1997–2007 рр., опубліковану у 2008 році Інститутом досліджень науково-технічного потенціалу та історії науки ім. Г. М. Доброва НАН України спільно з Державною установою Національний антарктичний науковий центр МОН України та Інститутом геологічних наук НАН України в науковому виданні «Исследования Украины в Антарктике» (Исследования, 2008), а також у випусках поточної бібліографії за період з липня 2007 по жовтень 2012 року, що презентовані в «Українському антарктичному журналі» протягом 2009–2012 рр.[1] (Рибачук В. П., Віденіна Н. Г., 2009; 2010; 2011/2012). Створення поточних бібліографій наукових публікацій розглядається, передусім, як елемент системного інформаційно-бібліографічного та наукометричного супроводу виконання державних наукових і науково-технічних програм (Рибачук В. П. та ін., 2013).

Загальні методичні аспекти щодо пошуку, відбору, обробки і форматування бібліографічної інформації викладено в попередніх роботах авторів. Основним джерелом були вітчизняні друковані наукові періодичні видання (журнали і збірники). Крім того, пошук бібліографічної інформації здійснювався з використанням вітчизняних і зарубіжних реферативних журналів і бібліографічних покажчиків та доступних у Web баз даних, зокрема: реферативної бази даних «Україніка наукова» (Реферативна, 2016) й інформаційно-аналітичної системи «Бібліометрика української науки» (Бібліометрика, 2016) Національної бібліотеки України ім. В. І. Вернадського; бібліографічної бази даних Американського нституту наук про Землю (American Geosciences Institute) „Antarctic bibliography”[2], спеціалізованих наукових веб-пошукових систем Google scholar, Scirus[3], наукометричних баз даних Scopus, E-Library.ru та інших. Забезпеченню більшої повноти укладеної бібліографії сприяло долучення до цього авторів наукових праць, що були опубліковані за результатами досліджень в рамках Державних програм проведення досліджень України в Антарктиці на 2002−2010 і 2011−2020 роки.

Бібліографічні описи в списку розташовані за рубрикацією по типах видань, а в рубриках – ретроспективно по роках. Статті і доповіді, що передруковані в зарубіжних виданнях у перекладі іноземними мовами, розміщені в одному блоці (під одним номером) з бібліографічним описом оригіналу вітчизняного видання. Бібліографічні описи оформлені згідно з вимогами чинних в Україні державних стандартів. За основу прийнято формат, що використовується реферативною базою даних Національної бібліотеки України ім. В. І. Вернадського (Реферативна, 2016). Окремі відмінності допущені у випадках недоступності повного тексту оригіналу або з методологічних міркувань. Зокрема, у бібліографічних описах друкованих видань не використовується загальне позначення матеріалу [Текст].

2. Склад та аналіз бібліографії

2.1. Наукові публікації

До бібліографічного списку поточної бібліографії внесені публікації за період з січня 2012 по грудень 2015 років загальною кількістю 214 бібліографічних описів. Основну їх частину, як завжди, складають статті в періодичних виданнях (199 описів) та матеріали конференцій і симпозіумів (77 описів)[4].

[1] Починаючи з 2010 року моніторинг наукових праць українських вчених і спеціалістів з проблем дослідження Антарктики та укладання поточної бібліографії здійснювалися за фінансової підтримки Державної установи Національний антарктичний науковий центр МОН України в рамках завдань Державних програм проведення досліджень України в Антарктиці на 2002−2010 і 2011−2020 роки.

[2] З жовтня 2011 року бібліографічна база даних „Antarctic bibliography” не оновлюється (Antarctic, 2011).

[3] Пошукова система Scirus з 2014 року не функціонує (Scirus, 2014).

[4] Список не містить тези доповідей на міжнародних конференціях, що були повністю присвячені антарктичній тематиці (Інтернаціоналізація, 2013; Антарктичні, 2015).

Огляд наведеної бібліографії підтверджує досить стабільні темпи публікаційної активності вчених наукових установ, вищих навчальних закладів та інших науково-дослідних організацій, характерний для останніх років (рисунок). Проте на динаміку публікацій певною мірою вплинули зміни фінансово-економічного та інституціонального характеру, що відбулися у сфері вітчизняної науки останнім часом.

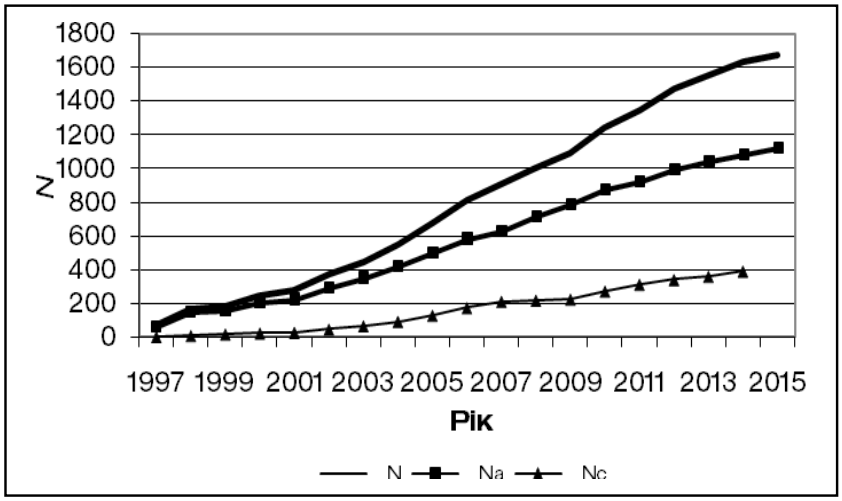


Рис. Динаміка формування інформаційних масивів бібліографії (кумулятивні криві).

Умовні позначення: N – загальна кількість публікацій на рік; N_a – кількість статей у періодичних журналах і продовжуваних виданнях; N_c – кількість доповідей на конференціях (без урахування конференцій, організованих НАНЦ МОН України).

Близько третини загальної кількості статей науковців України публікується в журналах і збірниках, що індексуються у міжнародних реферативних базах даних, близько 20 % виходять у зарубіжних виданнях. Слід підкреслити, що «Український антарктичний журнал» як і раніше є основним інформаційним ресурсом публікацій українських науковців. Тому актуальною залишається необхідність інтеграції його до міжнародних баз даних.

2.2. Офіційні документи

Україна після приєднання до Договору про Антарктику у 1992 році отримала право призначати своїх уповноважених представників на щорічні Консультативні наради з Договору про Антарктику – вищий колегіальний міжурядовий орган з розробки, розгляду та надання урядам своїх країн рекомендацій щодо заходів, які сприяють здійсненню принципів і цілей Договору про Антарктику. Однак українська делегація почала регулярно надавати офіційні документи лише з 2000 року. Загалом, за 2000−2016 роки було надано 44 інформаційних і робочих документів.

У перші роки роботи української делегації на Консультативних нарадах розроблялись та розглядались офіційні документи, які висвітлювали заходи, вжиті Україною на законодавчому та адміністративно-організаційному рівнях, спрямовані, по-перше, на забезпечення ратифікації головного додатку Договору про Антарктику – Протоколу про охорону навколишнього середовища (який названий фахівцями «екологічною конституцією» Антарктики); і, по-друге, спрямовані на набуття Україною статусу Консультативної сторони Договору про Антарктику. Зазначений Протокол був ратифікований у 2001 році (відповідним Законом України № 2284-III від 22.02.2001 р.), а вже у 2004 році Україна стала 28-ю Консультативною Стороною Договору про Антарктику, отримавши право участі у прийнятті будь-яких рішень, пов’язаних з управлінням та використанням антарктичного регіону.

Офіційні документи, надані українською делегацією на Консультативні наради після 2004 року, мають, головним чином, звітний характер і висвітлюють основні результати досліджень, здійснені на станції Академік Вернадський і у місцях роботи щорічних Українських антарктичних експедицій; заходи з модернізації інфраструктури і апаратного комплексу самої станції Академік

Вернадський; а також заходи з виконання Україною вимог Протоколу про охорону навколишнього середовища (результати проведених екологічних експертиз, кількість і характер виданих дозволів на відбір наукових зразків в Антарктиці).

Крім того, на засіданнях Комітету з охорони навколишнього середовища делегати України з 2005 року розробляють документи щодо застосування інструментів просторового управління у районі станції Академік Вернадський. Зокрема, з метою зменшення кумулятивного екологічного впливу уповноважені представники України розробляють спільно з іншими зацікавленими сторонами правила відвідування – умови висадки та перебування на березі – для низки островів навколо станції: Плено, Пітерман, Вінтер, Бут, Ялур. Ці острови відзначаються високою популярністю серед туристів і одночасно є репрезентативними ділянками, де українськими вченими закладені наукові полігони для довгострокового моніторингу змін у навколишньому середовищі.

Загалом, порівняно з іншими країнами, які займають активну позицію на Консультативних нарадах, Україна надала доволі незначну кількість документів і лише з найбільш актуальних питань порядку денного. Водночас аналіз наданих документів чітко вказує на послідовне і систематичне намагання України інституалізувати наявними засобами так званий район наукових інтересів України в Антарктиці (район навколо станції Академік Вернадський з радіусом доступності 30−35 км і загальною площею близько 1800 км^2) з метою посилення позицій України не лише в окреслених межах, а й в цілому в Антарктиці як геостратегічному районі планети (Кузько О. В. та ін., 2013).

Останнім часом делегація України докладає зусиль щодо пошуку потенційних партнерів у науково-технічному співробітництві на станції Академік Вернадський і позиціонує нашу державу як своєрідний провідник для інших держав, що тільки розпочинають розвивати національні анатарктичні програми. Так, у 2016 році на засіданні робочої групи з питань наукового співробітництва КНДА надано інформацію про успішний досвід організації Першої спільної українсько-турецької антарктичної експедиції на станцію Академік Вернадський у період ротації 20-ї та 21-ї Українських антарктичних експедицій у квітні 2016 року. У Заключному звіті наради зазначено, що здобутий досвід проведення спільних експедицій є особливо цікавим для інших сторін Договору про Антарктику, які не мають власної інфраструктури в Антарктиці, але прагнуть здійснювати там суттєву наукову-дослідницьку діяльність відповідно до пункту 2 статті IX Договору про Антарктику, що є обов'язковою передумовою для набуття ними статусу Консультативної сторони Договору про Антарктику.

Другий напрям офіційної діяльності України – участь у роботі Комісії зі збереження морських живих ресурсів Антарктики та її робочих груп, яка є робочим органу Конвенції зі збереження морських живих ресурсів Антарктики (одного з ключових міжнародних актів Системи Договору про Антарктику). Україна стала державою-учасницею Конвенції у 1994 році як одна з держав-правонаступниць Союзу РСР, хоча окремі документи від спостерігачів України надавались на розгляд Комісії вже з 1992 року. Загалом, за останні двадцять п'ять років (1992–2016 рр.) делегація України, уповноважені спостерігачі та експерти підготували та подали на розгляд Комісії 86 документів.

На щорічних засіданнях Комісії зі збереження морських живих ресурсів Антарктики делегація України звітує про підсумки проведення промислової діяльності України в Антарктиці за звітні періоди і надає офіційні повідомлення України як Сторони Конвенції про наміри здійснювати морський промисел риболовецькими суднами під прапором України. Крім того, у документах, наданих делегацією України, містяться науково обґрунтовані пропозиції щодо внесення змін до ухвалених рішень (заходів зі збереження) стосовно квот на вилов криля; відображається позиція України щодо ефективності визначення і застосування різних критеріїв управління морським промислом; надаються інші пропозиції по запобіганню незаконного, нерегульованого та непідзвітного промислу морських живих ресурсів.

Серед останніх вагомих здобутків участі України у заходах Комісії (що знайшло своє відображення у відповідних офіційних документах делегації) є те, що Україна стала восьмою країною, яка розпочала звітну наукову діяльність за програмою Комісії з екосистемного моніторингу (CEMP) прибережних ділянок, залучаючи до цієї роботи зимівників-біологів станції Академік Вернадський. Крім того, Україна стала однією з перших Сторін Конвенції, яка послідовно і систематично (починаючи з 2005 року) розвиває ідеї створення першої мережі морських підохоронних районів в акваторії Аргентинських островів.

3. Висновки та рекомендації

Наведені бібліографічні дані відбивають наукові досягнення вітчизняних дослідників Антарктики в ході виконання державних програм досліджень України в Антарктиці в останні два десятиріччя (Гожик П. Ф. та ін., 2015) і тенденції зростання внеску України у світові дослідження Антарктичного регіону планети.

Подальше проведення наукових досліджень і розробок із даної тематики є доцільним з огляду на їх актуальність та практичну значущість. Вони набувають особливої актуальності у зв'язку з розробкою проекту Державної цільової науково-технічної програми проведення досліджень в Антарктиці на наступний період (після 2020 р.), зокрема, щодо інформаційно-наукометричного супроводження формування наукових пріоритетів і заходів програми; аналізу обґрунтованості й ефективності реалізації бюджетних витрат тощо.

Важливим напрямком використання результатів бібліографічних і наукометричних досліджень є обґрунтування державної політики щодо забезпечення національних інтересів України в Антарктичному регіоні та її участі у міжнародному науковому співробітництві в рамках Системи Договору про Антарктику.

У контексті забезпечення подальшого бібліографічного супроводження та наукометричного моніторингу реалізації державної цільової антарктичної програми на наступні роки доцільно здійснити, зокрема, такі заходи: (1) продовжити укладання щорічної поточної бібліографії та опрацювати методичні підходи щодо інтеграції створеної бібліографічної бази даних вітчизняних антарктичних досліджень з інформаційною системою Національного центру Антарктичних даних України; (2) провести наукометричний аналіз розвитку, результативності та ефективності наукових досліджень України в Антарктиці за період з 1996 по 2020 роки (у світовому контексті); (3) здійснити академічне видання повної реферативної бібліографії наукових праць вчених України з проблем дослідження Антарктики за період 1992−2016 роки.

Література

1. **Антарктичні** дослідження: нові горизонти та пріоритети / VII Міжнар. антаркт. конф. – VII МАК 2015, м. Київ, Україна, 12–14 трав. 2015 р. [Текст] : тези / Міністерство освіти і науки України, Нац. академія наук України, Нац. техн. ун-т України „КПІ", Нац. антаркт. наук. центр (м. Київ, Україна,). – К. : Укр. фітосоціол. центр, 2015. – Режим доступу: http://www.uac.gov.ua/custom_content_source_list/mak/mak7/thesis.pdf

2. **Бібліометрика** української науки [Електронний ресурс]. – Нац. б-ка України ім. В. І. Вернадського НАН України. – 2016. – Режим доступу: http://nbuviap.gov.ua/bpnu/index.php

3. **Гожик П. Ф.** Двадцять років в Антарктиці: основні досягнення та перспективи [Текст] / П. Ф. Гожик, В. А. Литвинов, В. М. Маланчук// Укр. антаркт. журн. – 2015. – № 14. – С. 9−23. – Режим доступу: http://www.uac.gov.ua/custom_content_source_list/uaj/uaj14/uaj14_9.pdf

4. **Исследования** Украины в Антарктике: научное издание [Текст] / В. П. Рыбачук, П. Ф. Гожик (отв. ред.), Н. Г. Виденина, В. А Литвинов : МОН України, Национальный научный антарктический центр; НАН Украины; Институт геологических наук; Центр исследований научно-технического потенциала и истории науки им. Г. М. Доброва. – К. : «Варта», 2008. – 286 с. – (Библиогр.: 1236 назв. [1997–2007 гг.]. Указ. междунар. конф., авт., изданий). – ISBN 978-966-02-4803-8.

5. **Інтернаціоналізація** досліджень в Антарктиці – шлях до духовної єдності людства [Текст] / VI Міжнар. антаркт. конф. – VI МАК 2013, м. Київ, Україна, 15–17 трав. 2013 р. : тези / Держ. агентство з питань науки, інновацій та інформатизації України, Нац. академія наук України, Нац. техн. ун-т України «КПІ», Нац. авіац. ун-т, Нац. антаркт. наук. центр (м. Київ, Україна,). – К. : ПФ «Фоліант», 2013. – 486 с. – Режим доступу: http://www.uac.gov.ua/SitePages/InternationalCooperation/mak6.aspx

6. **Кузько О. В.** Національні інтереси України в Антарктиці: кількісні характеристики / О. В. Кузько, В. В. Савченко, А. П. Федчук // Укр. антаркт. журн. – 2013. – № 12. – С. 350−357. – Режим доступу: http://www.uac.gov.ua/custom_content_source_list/uaj/uaj12/uaj12_350.pdf

7. **Реферативна** база даних «Україніка наукова» [Електронний ресурс]. – Нац. б-ка України ім. В. І. Вернадського НАН України. – 2016. – Режим доступу: http://www.irbis-nbuv.gov.ua//cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=REF&P21DBN=REF&S21CNR=20&Z21ID=

8. **Рибачук В. П.** Бібліографічний супровід та наукометричний моніторинг реалізації Державної цільової науково-технічної програми проведення досліджень в Антарктиці на 2011–2020 роки: методологічні аспекти [Текст] / В. П. Рибачук, П. Ф. Гожик, Н. Г. Віденіна, В. А. Литвинов // XVIII Междунар. науч.-практич. конф. „Проблемы и перспективы инновационного развития экономики", Ялта, 30 сент. – 6 окт. 2013 г. : Матер. конф. – Киев, Симферополь, Ялта, 2013. – С. 293–297. – Режим доступу: http://www.uiis.com.ua/files/Sbornik%202013.pdf

9. **Рибачук В. П.** Дослідження України в Антарктиці: поточна бібліографія. Публікації 2007–2009 рр. [Текст] / В. П. Рибачук, Н. Г. Віденіна // Укр. антаркт. журн. – 2009. – № 8. – С. 320–336. – Бібліогр. : с. 322−323. – Режим доступу: http://www.uac.gov.ua/science/ uaj/8/UAJ_N_8_519-535.pdf

10. **Рибачук В. П.** Дослідження України в Антарктиці: поточна бібліографія. Публікації 2009–2010 рр. [Текст] / В. П. Рибачук, Н. Г. Віденіна // Укр. антаркт. журн. – 2010. – № 9. – С. 321-349. – Бібліогр. : с. 325−327. – Режим доступу: http://www.uac.gov.ua/science/uaj/9/UAJ_N_9_321-327.pdf; http://www.uac.gov.ua/science/uaj/9/UAJ_N_9_328-349.pdf

11. **Рибачук В. П.** Дослідження України в Антарктиці: поточна бібліографія. Публікації 2010–2011 рр. [Текст] / В. П. Рибачук, Н. Г. Віденіна // Укр. антаркт. журн. – 2011/2012. – № 10–11. – С. 428–455. – Бібліогр.: с. 430−455. – Режим доступу: http://www.uac.gov.ua/science/uaj/10-11/UAJ_N10-11_428–455.pdf

12. **Antarctic** Bibliography [Electronic resource]. – AGI, USA. – 2016. – Available online at http://www.coldregions.org/dbtw-wpd/coldy/coldyA.htm.

13. **Scirus** has retired [Electronic resource]. – Elsevier, Nitherland. – 2014. – Available online at http://www.sciencedirect.com/scirus/

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК[5] (ПУБЛІКАЦІЇ 2012–2015)
BIBLIOGRAPHICAL DESCRIPTIONS OF PUBLICATIONS (2012–2015)
Книги і збірники. Глави з монографій. Автореферати дисертацій
Books and collections. Book chapters. Thesis abstracts

1. **Антарктичні дослідження: нові горизонти та пріоритети** / VII Міжнар. антаркт. конф. – VII МАК 2015, м. Київ, Україна, 12–14 трав. 2015 р. = Antarctic Research: New Horizonts and Priorities (VII IAC 2015). VII International Antarctic Conference, Kyiv, Ukraine, May 12–14, 2015 : тези / Міністерство освіти і науки України, Нац. академія наук України, Нац. техн. ун-т України «КПІ», Нац. антаркт. наук. центр (м. Київ, Україна,). – К. : Укр. фітосоціол. центру, 2015. – Режим доступу : http://www.uac.gov.ua/custom_content_source_list/mak/mak7/thesis.pdf
2. **Варіації іонного складу зовнішньої іоносфери над Україною за даними методу некогерентного розсіяння**: автореф. дис. … канд. фіз.-мат. наук : 04. 00. 22 / Д. В. Котов // Ін-т радіофізики та електроніки ім. О. Я. Усикова. НАНУ – Х., 2013. – 20 с. – укр.
3. **Зміни кліматичного режиму Антарктиди, антарктичного півострова, в районі станції «Академік Вернадський» :** автореф. дис. … канд. геогр. наук : 11. 00. 09 / С. В. Клок // Київський нац. ун-т ім. Т. Г. Шевченка. – К., 2013. – 20 с. – укр.
4. **Інтернаціоналізація досліджень в Антарктиці – шлях до духовної єдності людства** / VI Міжнар. антаркт. конф. – VI МАК 2013, м. Київ, Україна, 15–17 трав. 2013 р. = Internationalization of Antarctic Research – Way to Spiritual Unity of Humanity (VI IAC 2013). VI International Antarctic Conference, Kyiv, Ukraine, May 15−17, 2013 : тези / Держ. агентство з питань науки, інновацій та інформатизації України, Нац. академія наук України, Нац. техн. ун-т України «КПІ», Нац. авіац. ун-т, Нац. антаркт. наук. центр (м. Київ, Україна,). – К. : ПФ «Фоліант», 2013. – 486 с. : рис., табл. – Текст укр., рос., англ. – Дод. тит. арк. англ. – 300 прим. – Режим доступу : http://www.uac.gov.ua/SitePages/InternationalCooperation/mak6.aspx
5. **Історико-науковий аналіз вивчення Антарктики вченими України** : автореф. дис. ... канд. іст. наук : 07. 00. 07 / Г. А. Будзика; НАН України, Центр дослідж. наук.-техн. потенціалу та історії науки ім. Г. М. Доброва. – Київ, 2015. – 20 с. – укр.
6. **Конфлікти та шляхи їх попередження у працюючих в умовах ізольованої групи** / Є. В. Моїсеєнко, О. А. Мірошніченко // – Ж. : Вид-во Житомир. держ. ун-ту ім. Івана Франка, 2013. – 171 с. – укр.
7. **Магнітометричний моніторинг високоенергетичних процесів у геокосмосі :** автореф. дис. … канд. фіз.-мат. наук : 04. 00. 22 / М. О. Шамота; // Ін-т радіофізики та електроніки ім. О. Я. Усикова. НАНУ – Х., 2013. – 20 с. – укр.
8. **Медико-статистичний метод та засоби оцінювання професійної придатності операторів екстремальних видів діяльності :** автореф. дис. … канд. тех. наук : 05. 11. 17 / О. В. Булигіна // Вінницький нац. техн. ун-т. – В., 2013. – 21 с. – укр.
9. **Метод оцінювання технічного стану медичного діагностичного обладнання на пересувних комплексах :** автореф. дис. … канд. тех. наук: 05. 11. 17 / В. Л. Кучеренко // Вінницький нац. техн. ун-т. НАНУ – В., 2013. – 20 с. – укр.
10. **Наддалеке поширення ВЧ радіосигналів та тропосферно-іоносферна взаємодія** : автореф. дис. ... д-ра фіз.-мат. наук : 01. 04. 03, 04. 00. 22 / А. В. Залізовський; НАН України, Ін-т радіофізики і електроніки ім. О.Я. Усикова. – Харків, 2014. – 32 с. – укр.

[5] Повідомлення про опубліковані наукові й науково-популярні праці, а також зауваження і пропозиції щодо публікації поточної бібліографії будуть сприйняті з належною увагою і вдячністю. – *Авт.*

11. **Особливості температурно-вологісного режиму в тропосфері високих широт Південної півкулі** : автореф. дис. ... канд. геогр. наук : 11. 00. 09 / О. М. Прокоф'єв; Одес. держ. екол. ун-т. – О., 2014. – 20 с. – укр.
12. **Радіодіагностика іоносферних збурень, що стимульовані потужними тропосферними процесами :** автореф. дис. ... канд. фіз.-мат. наук : 01. 04. 03 / А. О. Сопін // Ін-т радіофізики та електроніки ім. О. Я. Усикова. НАНУ – Х., 2013. – 20 с. – укр.
13. **Розпізнавання технічного стану об'єктів на основі штучних нейронних мереж : монографія** / Н. І. Бурау, О. В. Зажицький. – К. : НАУ, 2014. – 120 с.
14. **Термодинамічні та енергетичні умови розвитку мезомасштабних процесів у фронтальних зонах атмосфери**: автореф. дис. … канд. геогр. наук : 11. 00. 09 / Д. В. Пішняк // Одеський держ. екол. ун-тет МОН України – О., 2014. – 20 с. – укр.
15. **Технології медичного обстеження і реабілітації** : навч. посіб. / В. Д. Кузовик, Є. В. Моісеєнко, В. А. Литвинов. – Житомир : «Рута», 2014. – 215 с.
16. **Частотно-кутове зондування іоносфери (ЧКЗІ)** : автореф. дис. ... д-ра фіз.-мат. наук : 01. 04. 03 / В. Г. Галушко; НАН України, Ін-т радіофізики і електроніки ім. О. Я. Усикова. – Харків, 2015. – 32с. – укр.
17. **Український антарктичний журнал** = Ukrainian Antarctic Journal : наук. вид. / Міністерство освіти і науки України, Нац. антаркт. наук. центр; голов. ред. П. Ф. Гожик. – К. : Вид-во Укр. фітосоціол. центру, 2015. – № 14. – 374 с. – укр., рос., англ. – ISSN 1727-7485. – Режим доступу : http://uaj.uac.gov.ua/?q=uaj14
18. **Український антарктичний журнал** = Ukrainian Antarctic Journal : наук. вид. / Міністерство освіти і науки України, Нац. антаркт. наук. центр; голов. ред. П. Ф. Гожик. – К. : Вид-во Укр. фітосоціол. центру, 2014. – № 13. – 306 с. – укр., рос., англ. – ISSN 1727-7485. – Режим доступу : http://uaj.uac.gov.ua/?q=uaj13
19. **Український антарктичний журнал** = Ukrainian Antarctic Journal : наук. вид. / Держ. агентство з питань науки, інновацій та інформатизації України, Нац. антаркт. наук. центр; голов. ред. П. Ф. Гожик. – К. : Вид-во Укр. фітосоціол. центру, 2013. – № 12. – 367 с. – укр., рос., англ. – ISSN 1727-7485. – Режим доступу : http://uaj.uac.gov.ua/?q=uaj12
20. **Український антарктичний журнал** = Ukrainian Antarctic Journal : наук. вид. / Держ. агентство з питань науки, інновацій та інформатизації України, Нац. антаркт. наук. центр; голов. ред. П. Ф. Гожик. – К. : Вид-во Укр. фітосоціол. центру, 2011−2012. – № 10−11. – 464 с. – укр., рос., англ. – ISSN 1727-7485. – Режим доступу : http://www.uac.gov.ua/SitePages/uaj10.aspx

Статті в журналах і збірниках
Articles in journals and collections

2015 р.

21. **Автоматизация анализа данных цветопреференциального обследования антарктических зимовщиков /** С.-А. И. Мадяр, Е. Э. Ковалевская, Л. С. Глоба, Е. С. Штогрина, Р. А. Косовненко, Ю. А. Добров, Е. В. Моисеенко // Укр. антаркт. журн. – 2015. – № 14. – С. 217–228.
22. **Взаимосвязи изменений атмосферного давления и ритма сердца зимовщиков в Антарктике: модельно-математический анализ /** Е. В. Моисеенко, А. Ю. Утевский, Т. П. Бондаренко, К. В. Носов, Ю. Г. Беспалов // Укр. антаркт. журн. – 2015. – № 14. – С. 197–204.
23. **Влияние птиц на пространственное распределение** *Deschampsia antarctica* **Desv. острова Талиндез (Аргентинские острова, прибрежная Антарктика) /** И. Ю. Парникоза, Е. В. Абакумов, И. В. Дикий, Д. В. Пилипенко, П. П. Швидун, И. А. Козерецкая, В. А. Кунах // Вестн. Санкт-Петербургского ун-тета. Сер. 3 : Биология. – 2015. – № 1. – С. 78–97.
24. **Газогидраты в структурах дна континентальных окраин Антарктики (по результатам геофизических исследований)** / С. П. Левашов, Н. А. Якимчук, И. Н. Корчагин, В. Г. Бахмутов, В. Д. Соловьев, Д. Н. Божежа // Доп. НАН України. – 2015. – № 4. – С. 83–86. – Библиогр. : 7 назв. – рус.
25. **Геомагнитное поле–климат: причинно-следственные связи в изменении некоторых параметров атмосферы /** Н. А. Килифарска, В. Г. Бахмутов, Г. В. Мельник // Физика Земли. – 2015. – № 5. – С. 160.
26. **Двадцять років в Антарктиці: основні досягнення та перспективи /** П. Ф. Гожик, В. А. Литвинов, В. М. Маланчук // Укр. антаркт. журн. – 2015. – № 14. – С. 9–23.
27. **Двухпозиционная локация высокоширотных ионосферных неоднородностей с использованием декаметрового радара ekb и радиотелескопа утр-2: первые результаты /** О. И. Берн-

гардт, К. А. Кутелев, В. И. Куркин, К. В. Гркович, Ю. М. Ямпольский, А. С. Кащеев., С. Б. Кащеев, В. Г. Галушко, С. А. Григорьева, О. А. Кусонский // Известия высших учебных заведений. Радиофизика. – 2015. – Т. 58. – № 6. – С. 433–453.

28. **Диатомовые водоросли как показатель динамики формирования поверхностных донных осадков южной части моря Скоша /** О. С. Огиенко, Ю. А. Тимченко // Science Rise. – 2015. – Т. 5. – № 1 (10). – С. 31–37.
29. **Добові та сезонні міграції тюленів Уедделла (*Leptonychotes weddelli*) в районі архіпелагу Аргентинські острови (Західна Антарктика) /** І. В. Дикий, М. О. Дронговська // Укр. антаркт. журн. – 2015. – № 14. – С. 158–162
30. **Дослідження взаємозв'язків функції кровообігу людини та рівня інфразвукового фону в умовах Антарктики** / Є. В. Моісеєнко, О. І. Лящук., Є. В. Карягін // Укр. антаркт. журн. – 2015. – № 14. – С. 190−196.
31. **Исследования в Антарктике частотно-временных характеристик ВЧ сигналов на сверхдальних радиолиниях /** А. В. Зализовский, А. В. Колосков, Ю. М. Ямпольский // Укр. антаркт. журн. – 2015. – № 14. – С. 124−137.
32. **История создания и функционирования Национального Антарктического научного центра в Украине /** Г. А. Будзыка // Клио. – 2015. – № 1 (97). – С. 171−173.
33. **Конкуренті взаємини птахів Антарктики в локальному осередку людської діяльності (на прикладі УАС «Академік Вернадський») /** В. М. Смаголь, О. О. Салганський // Укр. антаркт. журн. – 2015. – № 14. – С. 163-167.
34. **Мантийный поток через пролив Дрейка по данным гравитационной томографии /** Р. Х. Греку, Д. А. Литвинов, Т. Р. Греку // Укр. антаркт. журн. – 2015. – № 14. – С. 24−35.
35. **Моделювання робочих процесів порталу Національного антарктичного наукового центру України /** Л. С. Глоба, Р. Л. Новогруська // Укр. антаркт. журн. – 2015. – № 14. – С. 229−237.
36. **Нейродинамічні та соціально-психологічні особливості адаптації зимівників** / О. А. Мірошниченко // Укр. антаркт. журн. – 2015. – № 14. – С. 205−216
37. **Оперативная оценка ресурсов углеводородов в пределах поисковых площадей и отдельных структур на шельфе методом частотно-резонансной обработки и интерпретации данных ДЗЗ** / С. П. Левашов, Н. А. Якимчук, И. Н. Корчагин, Д. Н. Божежа // Геоінформатика. – 2015. – № 1. – С. 5–26. – Библиогр.: 30 назв. – рус.
38. **Особливості використання сейсмічного шуму для вивчення глибинної будови Західної Антарктики /** О. І. Лящук, Ю. А. Андрущенко, Є. В. Карягін // Укр. антаркт. журн. – 2015. – № 14. – С. 58–65.
39. **Особливості лейкоцитарної формули крові щурів за умов стрес-індукованих ерозивно-виразкових уражень шлунка та профілактичного введення меланіну /** Д. В. Голишкін, Т. М. Фалалєєва, Н. В. Чижанська, Т. В. Берегова, Л. І. Остапченко // Укр. антаркт. журн. – 2015. – № 14. – С. 180–184.
40. **Первое наблюдение холодного промежуточного слоя на шельфе Антарктического полуострова /** И. П. Неверовский, Ю. И. Попов, В. Н. Сытов, А. С. Матыгин // Укр. антаркт. журн. – 2015. – № 14. – С. 114–123.
41. **Перспектива застосування агоністів PPARγ меланіну та піоглітазону при тривалій гіпоацидності шлунка /** О. І. Цирюк, Т. В. Берегова // Укр. антаркт. журн. – 2015. – № 14. – С. 185–188.
42. **Перспективы получения коллагенолитических ферментов с гидробионтов Антарктического региона /** Н. Г. Ракша, Д. В. Гладун, А. Н. Савчук, Л. И. Остапченко // Укр. антаркт. журн. – 2015. – № 14. – С. 175–179.
43. **Підбір оптимальних умов для хроматографічного тестування екстрактів тканин гідробіонтів Антарктичного регіону** / Д. В. Гладун, Т. Б. Вовк, Н. Г. Ракша, О. М. Савчук, Л. І. Остапченко // Укр. антаркт. журн. – 2015. – № 14. – С. 168–174.
44. **Порівняльний аналіз зведеного латентного показника пристосовуваності популяцій *Deschampsia antarctica* Desv. о. Галіндез (Аргентинські острови, морська Антарктика) протягом трьох сезонів /** Н. Мірюта, І. Парнікоза, П. Швидун, Г. Мирюта, О. Пороннік, І. Козерецька, В. Кунах // Укр. антаркт. журн. – 2015. – № 14. – С. 143–157
45. **Предварительные результаты полевых тектонофизических исследований в районе западного побережья Антарктического полуострова** / А. В. Муровская, В. Г. Бахмутов // Укр. антаркт. журн. – 2015. – № 14. – С. 66–73
46. **Пріоритезація актуальних питань освоєння Антарктики /** А. П. Федчук // Укр. антаркт. журн. – 2015. – № 14. – С. 261–270
47. **Про взаємозвязок нерівномірності обертового руху землі та антарктичної тектонічної плити /** К. Р. Третяк, Ф. К. Ф. Аль-алусі // Укр. антаркт. журн. – 2015. – № 14. – С. 43−57

48. **Расслоенная интрамагматическая дайка в интрузии анортозитов на острове Берселот (архипелаг Аргентинские острова, Западная Антарктида) /** Г. В. Артеменко, В. Г. Бахмутов, И. А. Самборская, Л. Н. Бахмутова // Укр. антаркт. журн. – 2015. – № 14. – С. 36−42
49. **Результати магнітоваріаційного моніторингу на УАС «Академік Вернадський» /** В. Ю. Максимчук, Т. А. Климкович // Укр. антаркт. журн. – 2015. – № 14. – С. 74−82
50. **Связь состояния общего содержания озона над антарктической станцией «Академик Вернадский» с озоновой дырой над Антарктидой /** В. Ф. Мартазинова, Е. К. Иванова // Укр. антаркт. журн. – 2015. – № 14. – С. 93−102
51. **Системний підхід до моделювання порталу «Національний центр антарктичних даних» /** Н. В. Дерманська, Р. Л. Новогрудська // Укр. антаркт. журн. – 2015. – № 14. – С. 238−245
52. **Структура водных масс в регионе архипелага Аргентинские острова** / И. П. Неверовский, Ю. И. Попов, В. Н. Сытов, А. С. Матыгин // Укр. антаркт. журн. – 2015. – № 14. – С. 103−113
53. **Эль-Ниньо и его влияние на климат Антарктического полуострова /** В. Е. Тимофеев // Укр. антаркт. журн. – 2015. – № 14. – С. 83−92
54. **Determination of the Soil-Permafrost Border in Selected Plots of Antarctic Peninsula on the Base of Vertical Electric Sounding Data /** E. V. Abakumov, I. Yu. Parnikoza // Укр. антаркт. журн. – 2015. – № 14. – С. 138−142
55. **Development of Antarctic Protected Areas: Mathematical Forecast for 2020 /** O. V. Kuzko, A. P. Fedchuk, V. V. Savchenko // Укр. антаркт. журн. – 2015. – № 14. – С. 256−260
56. **Impact Assessment of Metal Corrosion on Fuel Reservoir Carrying Capacity /** O. O. Lukyanchenko, Yu. V. Vorona, O. V. Kostina, O. V. Kuzko., O. A. Kyrychuk // Укр. антаркт. журн. – 2015. – № 14. – С. 246−255
57. **Regularities of Quantitative Distribution for Fe(Iii)-Reducing Bacteria iin Natural Ecosystems /** V. M. Govorukha, O. A. Havrylyuk, O. B.Tashyrev // Biotechnologia Acta. – 2015. – Т. 8. – № 3. – С. 123−128.

2014 р.

58. **Биорегуляторная коррекция кинетозных расстройств человека при морском укачивании** / Е. В. Моисеенко, С.-А. И. Мадяр, С. В. Чорный, Е. Э. Ковалевская // Укр. антаркт. журн. – 2014. – № 13. – С. 254−264.
59. **Використання електрофоретичних методів для експрес-аналізу білків морських гідробіонтів Антарктичного регіону /** Н. Г. Ракша, Д. В. Гладун, О. М. Савчук, Л. І. Остапченко // Укр. антаркт. журн. – 2014. – № 13. – С. 192−197
60. **Влияние птиц на пространственное распределение *Deschampsia antarctica* Desv. острова Галиндез (Аргентинские острова, Прибрежная Антарктика) /** И. Ю. Парникоза, Е. В. Абакумов, И. В. Дикий, Д. В. Пилипенко, П. П. Швидун, И. А. Козерецкая, В. А. Кунах // Рус. орнитолог. журн. – 2014, **23**, Экспресс-вып. 1056. – С. 3095−3107.
61. **Встречаемость амбры у кашалотов, добытых флотилиями «Слава» и «Советская Украина» /** Ю. А. Михалёв // Укр. антаркт. журн. – 2014. – № 13. – С. 175−184
62. **Геомагнитные солнечно-суточные вариации в Антарктике, связь с солнечной активностью** / О. И. Максименко, О. Я. Шендеровская // Укр. антаркт. журн. – 2014. – № 13. – С. 67−74. – Библиогр. : 74 назв. – рус.
63. **Гигантские кальмары рода *Architeuthis* в Южном океане** / В. Л. Юхов // Укр. антаркт. журн. – 2014. – № 13. – С. 242−253
64. **Диверсифікація туристичної діяльності в Антарктиці /** А. П. Федчук // Укр. антаркт. журн. – 2014. – № 13. – С. 288−296
65. **Електропровідність мантії Землі в районі станції «Академік Вернадський»** / Б. Т. Ладанівський // Геофиз. журн.. – 2014. – **36**, № 5. – С. 156−164. – Бібліогр. : 162 назв. − укр.
66. **Зависимость популяций *Deschampsia antarctica* Desv. острова Галиндез (Аргентинские острова, Прибрежная Антарктика) от гнездования двух видов птиц /** И. Ю. Парникоза, Е. В. Абакумов, И. В. Дикий, Д. В. Пилипенко, П. П. Швидун, И. А. Козерецкая, В. А. Кунах // Вестн. Санкт-Петербургского ун-тета (прийнято до друку).
67. **Загрязненность прибрежной экосистемы тяжелыми металлами как показатель климатических изменений в Антарктике** / Э. З. Самышев, Н. И. Минкина, Ю. П. Копытов, Е. С. Чудиновских, С. М. Игнатьев // Укр. антаркт. журн. – 2014. – № 13. – С. 198−213

68. **Зведений латентний показник пристосовуваності *Deschampsia antarctica* Desv. як відбиток мікроумов існування в районі Адміральської бухти (о. Короля Георга, Прибережна Антарктика)** / Н. Ю. Мірюта, І. Ю. Парнікоза, Г. Ю. Мирюта, П. П. Швидун, Є. Смикла, І. Козерецька, В. Куна // Укр. антаркт. журн. – 2014. – № 13. – С. 159−й174. – Бібліогр. : 172 назв. − укр.
69. **Изменения геомагнитного поля Антарктики за последнее столетие /** Г. В. Мельник, В. Г. Бахмутов, О. Я. Шендеровская // Укр. антаркт. журн. – 2014. – № 13. – С. 75−80. – Библиогр. : 80 назв. − рус.
70. **Історія створення та діяльності Наукового комітету з антарктичних досліджень (до 20-річчя прийняття України до SCAR)** / Г. А. Будзика // Наука та наукознавство. – 2014. – № 2. – С. 117−121. – Бібліогр. : 10 назв. – укр.
71. **Магнитные и плотностные характеристики магматических пород в районе УАС Академик Вернадский /** В. В. Шпыра, В. Г. Бахмутов, Л. Н. Бахмутова, Д. П. Гладкочуб, А. В. Кошелев, Т. В. Скарбовийчук, В. И. Якухно // Укр. антаркт. журн. – 2014. – № 13. – С. 81−93. – Библиогр. : 92 назв. − рус.
72. **Мезомасштабная доступная потенциальная энергия фронтального раздела как характеристика его конвективной и грозовой активности /** Д. В. Пишняк, В. М. Шпиг, Г. П. Ивус // Вісн. Одеського держ. екол. ун-тету. – 2014. – № 17. – С. 67−77.
73. **Методика оценки критической частоты слоя F2 по разности собственных частот ионосферных альфвеновских резонансов** / Н. А. Бару, А. В. Колосков, Ю. М. Ямпольский, А. Ю. Пашинин // Радиофизика и радиоастрономия. – 2014. – **19**, № 2. – С. 151−159. – Библиогр. : 18 назв. − рус.
74. **Можливість попередження про загрозу цунамі внаслідок землетрусів у морі Скоша за допомогою геофізичних методів** / О. І. Лящук // Укр. антаркт. журн. – 2014. – № 13. – С. 61−66. – Бібліогр. : 5 назв. − укр.
75. **Морфофункціональні зміни органа зору у зимівників української антарктичної станції Академік Вернадський** / Д. В. Варивончик, С. О. Риков, А. О. Салюков, А. Б. Мішенін, Г. Ю. Пишнов, Є. В. Моісеєнко // Фізіол. журн. – 2014. – **60**, № 1. – С. 70−77. – Бібліогр. : 19 – укр.
76. **Наблюдаемость ионосферных альфвеновских резонансов в Антарктике в полном цикле солнечной активности и «эффект расщепления»** / Н. А. Бару, А. В. Колосков, Ю. М. Ямпольский, Р. А. Рахматулин, А. Ю. Пашинин // Укр. антаркт. журн. – 2014. – № 13. – С. 124−132
77. **Новые результаты рекогносцировочных исследований в Баренцевом море с целью поисков скоплений углеводородов методом частотно-резонансной обработки данных ДЗЗ** = New results of reconnaissance investigation in the Barents Sea for hydrocarbon accumulations prospecting by method of frequency-resonance processing of remote sensing data / С. П. Левашов, Н. А. Якимчук, И. Н. Корчагин, Д. Н. Божежа // Геоінформатика. – 2014. – № 3. – С. 21−32. – Библиогр. : 20 назв. – рус. – Режим доступа: http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/98079/03-Levashov.pdf?sequence=1
78. **О газогидратном потенциале структур дна континентальных окраин Антарктики (по данным геофизических исследований)** / С. П. Левашов, Н. А.Якимчук, И. Н. Корчагин, Ю. М. Пищаный, В. Г. Бахмутов, В. Д. Соловьёв, Д. Н. Божежа // Укр. антаркт. журн. – 2014. – № 13. – С. 48−60. – Библиогр. : 47 назв. − рус.
79. **Определение параметров мировых гроз по записям шумановского резонанса (еще раз о точечном источнике в исследованиях шумановского резонанса)** / А. П. Николаенко // Радиофизика и электроника. – 2014. – 5, № 2. – С. 33−41. – Библиогр. : 19 назв. – рус.
80. **Отримання цільових білкових фракцій з морських гідробіонтів Антарктичного регіону /** Д. В. Гладун, Т. Б. Вовк, Н. Г. Ракша, О. М. Савчук, Л. І. Остапченко // Укр. антаркт. журн. – 2014. – № 13. – С. 133−139
81. **Показники психологічної готовності особистості до екстремальних умов життєдіяльності /** О.А. Мірошниченко // Укр. антаркт. журн. – 2014. – № 13. – С. 265−274
82. **Применение информационных технологий в медико-биологических исследованиях Антарктики** / Е. В. Моисеенко, Л. С. Глоба, Т. Е. Моисеенко // Актуальні. пробл. економіки. – 2014. – № 11. – С. 394−398. – Библиогр. : 10 назв. – рус. .
83. **Пріоритети антарктичної науки** / В. А. Литвинов, А. П. Федчук // Укр. антаркт. журн. – 2014. – № 13. – С. 9−14. – Бібліогр. : 14 назв. – укр.
84. **Результаты работы РКТС «Море содружества» на промысле антарктического криля (*Euphausia superba*) в Атлантическом секторе Антарктики и его биологическое состояние в зимний сезон 2014 г**. Н. Н. Жук, Ю. В. Корзун // Укр. антаркт. журн. – 2014. – № 13. – С. 140−158. – рус.
85. **Связь изменений климата с геомагнитным полем. 1. Пространственно-временная структура магнитного поля Земли и климата в XX в. /** В. Г. Бахмутов, В. Мартазинова, Н. Килифарска, Г. В Мельник, Е. К. Иванова // Геофиз. журн. – 2014 – № 1. – с. 81 – 104. – рус.

86. **Сеть интернет-управляемых ВЧ приемников для ионосферных исследований** / А. В. Колосков, Ю. М. Ямпольский, А. В. Зализовский, В. Г. Галушко, А. С. Кащеев, Хоз С. Ла, А. Брекке, В. С. Белей, М. Т. Ритвелд // Радиофизика и радиоастрономия. – 2014. – Т. 19, № 4. – С. 324−335. – рус.
87. **Средство пассивной защиты резервуаров от ветровой нагрузки в условиях Антарктики** / Н. И. Бурау, А. В. Кузько, С. А. Цыбульник // Укр. антаркт. журн. – 2014. – № 13. – С. 275−280
88. **Температурное и петрофизическое моделирование глубинных горизонтов земной коры района Антарктического полуострова** / В. А. Корчин, П. А. Буртный, Е. Е. Карнаухова // Укр. антаркт. журн. – 2014. – № 13. – С. 31−47. – Библиогр. : 46 назв. – рус.
89. **Технологія біологічного очищення стічних вод української антарктичної станції Академік Вернадський /** Л. А. Саблій, Є. В. Кузьмінський, В. С. Жукова, М. В. Бляшина // Укр. антаркт. журн. – 2014. – № 13. – С. 281−287
90. **Фауна безхребетних тварин мохових угруповань острова Пітерман і прилеглого регіону Антарктичного півострова /** В. М. Трохимець, Н. С. Яковенко, О. С. Коваленко, І.В. Дикий // Укр. антаркт. журн. – 2014. – № 13. – С. 214−224.
91. **Филогенетический анализ бактерий экстремальных экосистем** / В. А. Романовская, В. В. Парфенова, Н. Л. Белькова, Е. В. Суханова, Г. В. Гладка, А. А. Таширева // Мікробіол. журн.. – 2014. –76, № 3. – С. 2−10. – Библиогр. : 10 назв. – рус.
92. **Щодо результатів використання автоматизованої станції погоди «Тропосфера» в умовах української антарктичної станції Академік Вернадський** / С. В. Клок, В. М. Коцюба // Укр. антаркт. журн. – 2014. – № 13. – С. 94−102. – Бібліогр. : 8 назв. − укр.
93. **Development of the Marine Protected Area Network in the Argentine Islands Area (Akademik Vernadsky Antarctic Station, Ukraine)** / A. Yu. Utevsky, M. Yu. Kolesnykova, D. V. Shmyrov, O. I. Sinna // Укр. антаркт. журн. – 2014. – № 13. – С. 225−230
94. **New Forms of Chromosome Polymorphism in *Deschampsia Antarctica* Desv. from the Argentine Islands of the Maritime Antarctic Region** / D. O. Navrotska, M. O. Twardovska, I. O. Andreev, I. Yu. Parnikoza, A. A. Betekhtin, O. M. Zahrychuk, N. M. Drobyk, R. Hasterok, V. A. Kunakh // Укр. антаркт. журн. – 2014. – № 13. – С. 185−191
95. **Primary Production Assessment of the Southern Indian Ocean in Consumption of Silicic Acid /** A. T. Kochergin // Укр. антаркт. журн. – 2014. – № 13. – С.103−109
96. **Realization of the marine protected area network in the Akademik Vernadsky station region** / A. Yu. Utevsky, E. I. Sennaya, M. Yu. Kolesnykova // Ukrainian Antarctic Journal. – 2014.– № 13. – англ.
97. **Some Peculiarities of the Near-Surface Air Temperature Change in the Antarctic Peninsula Region** / V. E. Tymofeyev // Укр. антаркт. журн. – 2014. – № 13. – С. 110−123
98. **The Falkland Basins: New Structural Model and Hydrocarbon Bearing Prospects (by Remote Sensing and Geoelectric Data)** / I. N. Korchagin, V. G. Bakhmutov, S. P. Levashov, V. D. Solovyov, N. A. Yakymchuk, D. N. Bozhezha // Укр. антаркт. журн. – 2014. – № 13. – С. 22−30. – Бібліогр. : 18 назв. – англ.
99. **Some peculiarities of the near-surface air temperature change in the Antarctic peninsula region** = Деякі особливості багаторічної зміни температури повітря на Антарктичному півострові / V. E. Tymofeyev // Укр. антаркт. журн.. –2014. – № 13. – С. 110−123. – Бібліогр. : 23 назв. − англ.
100. **Use of Chemical Markers in Antartic Ecosystem Studies of Demaria Mount** / L. V. Chepeleva, Z. A. Sizova, G. D. Yukhno, S. Yu. Utevsky, Yu. G. Gamulya, A. Yu. Utevsky, A. D. Roshal // Укр. антаркт. журн. – 2014. – № 13. – С. 231−241– англ.

2013 р.

101. **Аномалії сили тяжіння в акваторіях Антарктичного півострова за даними супутникової градієнтометрії GOCE, морської та аерогравіметрії** / Д. О. Марченко, В. Ю. Максимчук // Укр. антаркт. журн. – 2013. – № 12. – С. 56−61.
102. **Библиометрический портрет академика Владимира Ивановича Вернадского: известность в мире** / В. П. Рыбачук // Б-ки нац. академий наук: пробл. функционир., тенден. разв. – К., 2013. – Вып. 11. – С. 22–33. – Режим доступа: http://nbuv.gov.ua/UJRN/bnan_2013_11_5.
103. **Влияние длительного пребывания в условиях Антарктики на ультраструктуру и функции тромбоцитов у людей при гипоксической нагрузке** / Е. В. Розова, Е. В. Моисеенко // Укр. антаркт. журн. – 2013. – № 12. – С. 307−314.
104. **Возрастная позиция, геодинамическая специфика и палеомагнетизм интрузивных комплексов западного побережья Антарктического полуострова** / В. Г. Бахмутов, Д. П. Гладкочуб, В. В. Шпира // Геофиз. журн. – 2013. – 35, № 3. – С. 3−30. – Библиогр. : с. 27−30 − рус.

105. **Выразительный, познавательный и коммуникативный уровни цветопреференции человека как показатели оценки психологических особенностей личности** / С.-А. И. Мадяр, Е. Э. Ковалевская, Е. В. Моисеенко // Укр. антаркт. журн. – 2013. – № 12. – С. 323−334.
106. **Гидрологические исследования на акватории архипелага Аргентинские острова: проблемы и перспективы** / Ю. В. Артамонов // Укр. антаркт. журн. – 2013. – № 12. – С. 113−−125.
107. **Диагноз и прогноз ледовых условий в районе Антарктического полуострова** / В. Е. Тимофеев // Укр. антаркт. журн. – 2013. – № 12. – С. 93−112.
108. **Диагностика глобальной грозовой активности на основе многолетнего мониторинга сигналов шумановского резонанса на УАС Академик Вернадский** / А. В. Колосков, Н. А. Бару, О. В. Буданов, В. Г. Безродный, Б. Ю. Гаврилюк, А. В. Пазнухов, Ю. М. Ямпольский // Укр. антаркт. журн. – 2013. – № 12. – С. 170−176.
109. **Дослідження психологічних особливостей характеру зимівників українських антарктичних експедицій** / О. А. Мірошниченко // Укр. антаркт. журн. – 2013. – № 12. – С. 300−306.
110. **Зависимость характеристик ионосферного альфвеновского резонанса от состояния геокосмоса по данным синхронных наблюдений в Антарктике и Евразии** / Н. А. Бару, А. В. Колосков, Р. А. Рахматулин // Укр. антаркт. журн. – 2013. – № 12. – С. 177−185.
111. **Значення поверхневих об'ємів острівних льодовиків Антарктичного узбережжя як показник зміни кліматичних умов** / К. Р. Третяк, В. М. Глотов, Ю. І. Голубінка // Укр. антаркт. журн. – 2013. – № 12. – С. 69−82.
112. **Зоопланктон в водах у о-ва Галиндез (архипелаг Аргентинские о-ва, Антарктика)** / С. М. Игнатьев, Е. В. Попова, Т. А. Мельник // Мор. екол. журн. – 2013. – 12, № 4. – С. 53−60. – Библиогр. : 20 назв. – рус.
113. **Исследования изменчивости термической структуры вод по данным многочасовых зондирований в районах антарктических станций** / А. Ю. Артамонов, И. А. Репина, Ю. В. Артамонов // Укр. антаркт. журн. – 2013. – № 12. – С. 155−169
114. **Колониальные виды птиц, гнездящиеся в районе УАС Академик Вернадский (сезон 2010-2011 гг.)** / Д. В. Пилипенко // Укр. антаркт. журн. – 2013. – № 12. – С. 206−216. – Библиогр. : 7 назв. – рус.
115. **Магматическая расслоенность габброидов батолита Антарктического полуострова** / Г. В. Артеменко, В. Г. Бахмутов, И. А. Самборская, Л. Н. Бахмутова, В. В. Шпира // Укр. антаркт. журн. – 2013. – № 12. – С. 30−33.
116. **VI Международная Антарктическая конференция «Интернационализация исследований в Антарктике – путь к духовному единству человечества»,** Киев, 15–17 мая 2013 г. / Н. Г. Виденина // Наука та наукознавство. – 2013. – № 3. – С.144 – 147. – Режим доступа: http://nbuv.gov.ua/UJRN/NNZ_2013_3_17.
117. **Методические подходы к получению фракции трипсиноподобных ферментов из морских гидробионтов (на примере антарктического криля)** / Д. В. Гладун, А. Н. Савчук, Л. И. Остапченко // Укр. антаркт. журн. – 2013. – № 12. – С. 294−299.
118. **Многолетнее изменение температуры воздуха в районе Антарктического полуострова и его причины** / В. Е. Тимофеев // Наук. пр. Укр. н.-д. гідрометеорол. ін-ту. – 2013. – Вип. 264. – С. 9−17. – Библиогр. : 22 назв. –рус.
119. **Надежность металлических резервуаров с дизельным топливом в условиях Антарктики** / Н. Н. Бурау, Ю. Г. Жуковский, Д. В. Шевчук, А. В. Кузько // Укр. антаркт. журн. – 2013. – № 12. – С. 335−349
120. **Національні інтереси України в Антарктиці: кількісні характеристики** / О. В. Кузько, В. В. Савченко, А. П. Федчук // Укр. антаркт. журн. – 2013. – № 12. – С. 350−357
121. **Незнайома Антарктика: рослини розкривають свої таємниці** / Н. А. Матвєєва // Вісн. НАН України. – 2013. –№ 10. – С. 58−70. –Бібліогр. : 76 назв. – укр.
122. **Некоторые черты биологии антарктического глубоководного кальмара (АГК) – *Mesonychoteuthis hamiltoni, Robson*, 1925** / В. Л. Юхов // Укр. антаркт. журн. – 2013. – № 12. – С. 217−237
123. **Новые результаты геофизического картирования скоплений углеводородов на шельфе и континентальном склоне западной Антарктики** / С. П. Левашов, Н. А.Якимчук, И. Н. Корчагин, Ю. М. Пищаный, В. Г. Бахмутов, В. Д. Соловьев, Д. Н. Божежа // Геология и полезные ископ. Мирового океана. – 2013. – № 1. – С. 28−43.
124. **Определение времени образования пролива Брансфилд (западная Антарктика) на основании данных GPS-наблюдений** / Ю. В. Козленко, М. В Козленко // Геология и полезн. ископ. Мирового океана. – 2013. – № 1. – С. 64 – 75.

125. **Особенности распределения микроэлементов в поверхностных отложениях острова Галиндез (Западная Антарктика)** / С. М. Недогибченко, Н. О. Крюченко, Э. Я. Жовинский // Укр. антаркт. журн. – 2013. – № 12. – С. 39−44.
126. **Особенности структуры поля температуры и крупномасштабных фронтов на поверхности Индоокеанского сектора Южного океана в районах неоднородности рельефа дна** / Е. А. Скрипалёва // Укр. антаркт. журн. – 2013. – № 12. – С. 138−146
127. **Особливості росту молоді тюленя Уедделла (*Leptonychotes weddellii*)** / І. В. Дикий, О. О. Салганський // Укр. антаркт. журн. – 2013. – № 12. – С. 258−264
128. **Оценка перспектив нефтегазоносности отдельных структур Баренцева моря частотно-резонансным методом обработки данных дистанционного зондирования Земли** / С. П. Левашов, Н. А.Якимчук, И. Н. Корчагин // Геоинформатика. – 2013. – № 1. – С. 5−16.
129. **Перерахунок магнітоваріаційних даних з довільної до геомагнітної системи координат** / Б. Т. Ладанівський // Укр. антаркт. журн. – 2013. – № 12. – С. 34−38
130. **Полярні дослідження у світлі ідей творця теорії ноосфери** / П. Гожик // Укр. антаркт. журн. – 2013. – № 12. – С. 7−10
131. **Порівняльний аналіз показників популяційної успішності *Deschampsia antarctica* в районі Адміральської бухти (о. Короля Георга, Прибережна Антарктика)** / І. Парнікоза, І. Ожередова, Н. Мірюта, І. Козерецька, Дж. Смикла, В. Кунах // Укр. антаркт. журн. – 2013. – № 12. – С. 186−198
132. **Примитивные почвы горы Demaria (Graham Land, Antarctic Penisula): морфология, минеральный состав, вертикальное распределение** / А. Д. Рошаль, А. П. Краснопёрова, И. В. Дикий, Г. Д. Юхно, З. А. Сизова, Д. В. Шмырев, Ю. Г. Гамуля, А. Ю. Утевский // Укр. антаркт. журн. – 2013. – № 12. – С.265−281
133. **Психофізіологічний опитувальник учасників антарктичної експедиції щодо професійної адаптації в особливих умовах** / Г. Ю. Пишнов, Є. В. Моісеєнко, Л. Г. Висоцька // Укр. антаркт. журн. – 2013. – № 12. – С. 315− 322
134. **Результаты океанографических исследований в прибрежных районах Индоокеанского сектора Антарктики в декабре 2011 и январе-феврале 2012 гг. (по материалам 57-й Российской антарктической экспедиции)** / А. Ю. Артамонов, Ю. В. Артамонов, В. И. Бочкарёв, В. П. Бунякин, И. А. Репина // Укр. антаркт. журн. – 2013. – № 12. – С. 126−137
135. **Сезонная изменчивость геострофических течений в Западной Антарктике по гидрологическим и спутниковым данным** / Ю. В. Артамонов, Е. А. Скрипалева, А. В. Федирко // Мор. гидрофиз. журн. – 2013 г. – № 6. – С. 57−73. – Библиогр. : 22 назв. – рус.
136. **Сезонная и межгодовая изменчивость переносов геострофических течений в Южном океане по данным контактных и спутниковых измерений** / Ю. В. Артамонов, А. В. Федирко, А. А. Кубряков, Е. А. Скрипалёва, С. В. Станичный // Укр. антаркт. журн. – 2013. – № 12. – С. 147−154
137. **Температурно-влажностный режим и погодные условия на станции Академик Вернадский в 2012 г.** / В. Ф. Мартазинова, Е. К. Иванова, В. Е. Тимофеев // Укр. антаркт. журн. – 2013. – № 12. – С. 83−92
138. **Трендовые изменения геомагнитного поля на обсерватории "Аргентинские острова": эффект в Sq-вариациях** / О. И. Максименко, В. Г. Бахмутов, N. Kilifarska, О. Я. Шендеровская // Укр. антаркт. журн. – 2013. – № 12. – С. 62-68
139. **Хід виконання Державної цільової науково-технічної програми проведення досліджень в Антарктиці на 2011-2020 рр**. / П. Ф. Гожик, В. А.Литвинов, В. М. Маланчук // Укр. антаркт. журн. – 2013. – № 12. – С. 11−20
140. **Эксплуатация антарктического криля (*Euphausia superba*) на участках его промысла в водах Антарктики (район 48) в осенне-зимний период 2004 г.** / Н. Н. Жук // Укр. антаркт. журн. – 2013. – № 12. – С. 238−257
141. **Южно-Фолклендский бассейн: новые данные о глубинных геофизических неоднородностях и нефтегазоносности (по результатам геоэлектрических и дистанционных исследований)** / С. П. Левашов, Н. А.Якимчук, И. Н. Корчагин, Ю. М. Пищаный, В. Г. Бахмутов, В. Д. Соловьев, Д. Н. Божежа // Геоинформатика. – 2013. – № 4. – С. 5−15.
142. **Crustal structure of the Antarctic Peninsula sector of the Gondwana margin around Anvers Island from geophysical data** / T. Yegorova, V. Bakhmutov // Tectonophysics. – vol. 585. – 2013. – P.77-89. doi:10.1016 / j.tecto.2012.09.029.
143. ***Deschampsia antarctica Desv*. в Прибрежной Антарктике: видовая уникальность или долговременные адаптивные стратегии?** / И. Ю. Парникоза, И. А. Козерецкая, М. П. Андреев, В. А. Кунах // Укр. ботан. журн. – 2013. –70, № 5. – С. 614−623. – Библиогр. : 74 назв. – рус.

144. **Geomagnetic influence on Antarctic Climate – Evidences and Mechanism** / N. Kilifarska, V. Bakhmutov, G. V. Melnyk // International Review of Physics (I.RE.PHY.). 2013. – **7**, N. 3. – P. 242 – 252.
145. **New Crustal Models of Drake Passage and the Hydrocarbon Reservoir Searching in the Antarctic Peninsula Continental Margin Structures (By the 17th Ukrainian Antarctic Expedition Results)** / I. N. Korchagin, V. D. Solovyov, V. G. Bakhmutov, S. P. Levashov, N. A. Yakymchuk, D. N. Bozhezha // Укр. антаркт. журн. – 2013. – № 12. – С. 21−29
146. **Phage Detection in the Rhizosphere of Higher Antarctic Plants Using Transmission Electron Microscopy** / O. Mas, O. Andriychyk, V. Polischuk // Укр. антаркт. журн. – 2013. – № 12. – С. 199−205. – Бібліогр. : 12 назв. – англ.
147. **Response of Photosynthetic Apparatus of Two *Deschampsia* Species with Different Distribution Areas on Abiotic Stress** / N. Taran, V. Storozhenko, A. Okanenko, L. Batsmanova, N. Svietlova // Укр. антаркт. журн. – 2013. – № 12. – С. 282−293
148. **The development of tourism at Faraday / Vernadsky station: changes in governance and visitor patterns** / Andrii Fedchuk // Polar Record. – 2013. – 49. – P. 286-290. doi:10.1017/S0032247412000599.
149. **The Mystery of Antarctic Climate Change and its Relation to Geomagnetic Field** / N. A. Kilifarska, V. G. Bakhmutov, G. V. Melnyk // Укр. антаркт. журн. – 2013. – № 12. – С. 45−55

2012 р.

150. **20 років разом: історія та сучасний стан українсько-британських відносин** / В. Хандогій // Zovnishni spravy. **–** 2012. – (001). – С. 8−10.
151. **Аналіз архіву наукової гідрометеорологічної інформації Української антарктичної станції Академік Вернадський** / С. В. Клок // Укр. антаркт. журн. – 2011/2012. – № 10−11. – С. 333−338.
152. **Антарктида – мікробні ценози, екосистеми та біорозвідка.** Наук. повідомл. на засіданні Президії НАН України 1 лют. 2012 року / О. Б. Таширев // Вісн. НАН України. – 2012. – № 3. – С. 40−47. – укр. – Режим доступу: http://www.nbuv.gov.ua/portal/all/herald/2012_3/a3.pdf
153. **Антарктичні ювілеї: 100-річчя підкорення Південного географічного полюса, 50-річчя набуття чинності Договором про Антарктику** / А. П. Федчук // Укр. антаркт. журн. – 2011/2012. – № 10−11. – С. 11.
154. **Біологічні характеристики бактеріофагів, виділених в Антарктиці /** О. В. Пугач, О. В. Мась, О. М. Андрійчук, В. П. Поліщук //. Укр. антаркт. журн. – 2011/2012. – № 10−11. – С. 296−301.
155. **Введення в культуру *in vitro Deschampsia antarctica* Desv. (Poaceae) з двох районів Прибережної Антарктики /** О. М. Загричук, Н. М. Дробик, І. А. Козерецька, І. Ю. Парнікоза, В. А. Кунах // Укр. антаркт. журн. – 2011/2012. – № 10−11. – С. 289−295.
156. **Географічний градієнт генетичного поліморфізму *Deschampsia antarctica* Desv. із Прибережної Антарктики /** І. О. Андрєєв, Р. А. Волков, І. А. Козерецька, І. Ю. Парнікоза, К. В. Спірідонова, С. С. Кир'яченко, Д. М. Майданюк, В. А. Куна // Укр. антаркт. журн. – 2011/2012. – № 10−11. – С. 282−288.
157. **Глобальное действие магнитного поля на флору и фауну Земли** / Л. Е. Никифорова, И. В. Гаевская // Наук. вісн. Таврійського держ. агротехнол. ун-ту. – 2012**. – І,** Вип. 2. – С. 31−36. – Бібліогр. : 3 назв. – рус. – Режим доступу: http://www.nbuv.gov.ua/e-Journals/nvtdau/2012_1/pdf2t1/12nleote.pdf
158. **Двухпозиционный (Антарктида–Украина) мониторинг глобальных электро-магнитных резонанансов Земли** / А. В. Колосков, Н. А. Бару, О. В. Буданов, В. Е. Пазнухов, Ю. М. Ямпольский // Укр. антаркт. журн. – 2011/2012. – № 10−11. – С. 121–127.
159. **Дослідження впливу екологічних факторів Антарктики на здатність людини до адаптації** / Є. В. Моїсеєнко // Фізіолог. журн.. – 2012. – **58**, № 4. – С. 35−43**.**
160. **Дослідження України в Антарктиці: поточна бібліографія. Публікації 2010−2011 рр.** / В. П. Рибачук, Н. Г. Віденіна // Укр. антаркт. журн. – 2011/2012. – № 10−11. – С. 428−455.
161. **Еволюція Системи Договору про Антарктику: структура і динаміка актів, ухвалених за 1961−2011 рр. /** А. Федчук // Укр. антаркт. журн. – 2011/2012. – № 10−11. – С. 406−427.
162. **Застосування телемедичних систем при проведенні антарктичних досліджень /** І. Шустова // Укр. антаркт. журн. – 2011/2012. – № 10−11. – С. 361−364.
163. **Изменчивость поля температуры воды в Антарктике по данным попутных измерений на НЭС «Академик Фёдоров» в 1999–2011 гг.** / Ю. В. Артамонов, Н. Н. Антипов, В. П. Бунякин, А. В. Клепиков, В. А. Литвинов, В. В. Лукин, Е. А. Скрипалёва // Укр. антаркт. журн. – 2011/2012. – № 10−11. – С. 172−185.

164. **Изучение динамики цветовой преференции человека и разработка биорегуляторной технологии с использованием таблиц БИОКОЛОР /** С.-А. И. Мадяр, Е. Э. Ковалевская, Е. В. Моисеенко // Укр. антаркт. журн. – 2011/2012. – № 10−11. – С. 375−389.
165. **Изучение палеонапряженности и палеонаправлений геомагнитного поля в мелу и в палеоцене по породам Западной Антарктики /** В. В. Щербакова, В. Г. Бахмутов, В. П. Щербаков, Г. В. Жидков, В. В. Шпира, Ю. К. Виноградов // Укр. антаркт. журн. – 2011/2012. – №10−11. – С. 48−86.
166. **Исследование физико-механических свойств недр земли в Антарктике в районе Аргентинских островов /** В. К. Жуковский, А. Р. Гохман, Е. В. Карягин // Укр. антаркт. журн. – 2011/2012. – № 10−11. – С. 97−105.
167. **Исследование хронологической схемы изменения климата вблизи станции Академик Вернадский с помощью определения концентраций химических примесей в леднике /** П. И. Будник, В. Ф. Грищенко, Г. В. Клишевич, Н. Д. Курмей, Т. И. Макаренко // Укр. антаркт. журн. – 2011/2012. – № 10−11. – С. 315−319.
168. **Інноваційний вектор часу /** В. Литвинов // Укр. антаркт. журн. – 2011/2012. – № 10−11. – С. 8−10
169. **Історія становлення міжнародного співробітництва в дослідженнях Антарктики** / Г. А. Будзика // Нариси з іст. природознавства і техн. : зб. наук. пр. – К. : Фенікс, 2012. – Вип 46. – С. 77−83. – Бібліогр. : 9 назв. – укр.
170. **К юбилею академика Владислава Ивановича Монченко** / В. В. Анистратенко, Ю. Н. Токарев // Мор. экол. журн.. – 2012. – 11, № 2. – С. 107−108. – Режим доступа: http://10.0.0.194:8080/dspace/handle/99011/2848
171. **Карликовый гладкий кит Capereа Marginata Gray, 1846, Южной Атлантики** / Ю. А. Михалёв, Г. А. Будыленко Укр. антаркт. журн. – 2011/2012. – № 10−11. – С. 144−160.
172. **Методические аспекты учета численности бактериобентоса в условиях сезонного колебания температур /** В. П. Чекалов // Вісник Дніпропетров. ун-ту. Біологія. Екологія =. Visnyk of Dnipropetrovsk University. Biology. Ecology.– 2012. – **2**, Вип. 20, – С. 101–107. – Библиогр. : 12 – 2012. – Режим доступа: http://www.nbuv.gov.ua/PorTal/Natural/Vdpu/Biol/2012_20_2/Ve21215.pdf
173. **Множественная устойчивость к токсичным металлам микроорганизмов антарктических клифов (о-в Галиндез) /** А. Б. Таширев, В. А. Романовская, П. В. Рокитко, А. А. Таширева // Укр. антаркт. журн. – 2011/2012. – № 10−11. – С. 212−221.
174. **Національний центр антарктичних даних як невід'ємна частина наукових досліджень України в Антарктиці** / Л. С. Глоба, В. А. Литвинов, І. В. Мороз // Укр. антаркт. журн. – 2011/2012. – № 10−11. – С. 339−342.
175. **О возможном механизме «эффекта саморассеяния» мощных ВЧ сигналов в ионосфере** / В. Г. Галушко, В. Г. Безродный, А. В. Колосков, А. В. Зализовский // Радиофизика и Радиоастрономия. – 2012. – **17**, № 2. – С. 112−124.
176. **О геодинамике тектонического пояса пролива Дрейка – моря Скоша, Южный океан /** Г. Б. Удинцев, А. Ф. Береснев, А. В. Кольцова, Л. Г. Доморацкая, Г. В. Шенке, Н. Отт, А. Бейер, В. Г. Бахмутов, В. Д. Соловьёв // Укр. антаркт. журн. – 2011/2012. – № 10−11. – С. 26−35.
177. **Объективизация профессионально важных черт личности и уровня профессиональных компетенций с помощью полиграфа** [Электронный ресурс] / В. В. Опанасенко –10 с. – Библиогр. : 4 назв. – Режим доступа: http://psytechagency.com.ua/wp-content/uploads/2012/09/Objectivization-of-traits-of-character-and-profcompetention-by-polygraph.pdf .
178. **Определение критической частоты f-слоя по данным наблюдений ионосферного альфвеновского резонанса /** А. В. Колосков, Н. А. Бару // Укр. антаркт. журн. – 2011/2012. – № 10−11. – С. 114−120.
179. **Опыт двумерного магнитовариационного моделирования в районе УАС Академик Вернадский (Западно-Антарктический полуостров)** / И. М. Логвинов, В. Н. Тарасов, С. С. Чулков // Геофиз. журн . – 2012. – 34, № 3. – С. 61−75. – Библиогр. : с. 73−75. – рус.
180. **Опыт обнаружения скоплений углеводородов в структурах континентальных окраин западной антарктики и других регионов (по данным экспериментальных геоэлектрических и дистанционных исследований)** [Электронный ресурс] / И. Н. Корчагин, С. П. Левашов, Н. А.Якимчук, В. Д.Соловьев, В. Г. Бахмутов, Д. Н. Божежа // Электрон. науч. журн. «Нефтегазовое дело». – 2012. – № 1. – С. 242−264. – Режим доступа: http://www.ogbus.ru/authors/Korchagin/Korchagin_1.pdf
181. **Особенности состава, возраст и модель образования габброидов Андийского комплекса (мыс Туксен, Западная Антарктика) /** Д. П. Гладкочуб, Т. В. Донская, В. Г. Бахмутов // Укр. антаркт. журн. – 2011/2012. – № 10−11. – С. 39−47.

182. **Особенности фоновых вариаций полного электронного содержания ионосферы над Антарктическим полуостровом** / А. А. Сопин, Е. М. Занимонский, В. Н. Лисаченко, Ю. М. Ямпольский // Радиофизика и Радиоастрономия. – 2012. –**17**, № 1. – С. 49−56.
183. **Особенности электрической активности мозга человека при длительном пребывании в условиях Антарктики** / В. И. Сухоруков, Л. П. Забродина // Укр. антаркт. журн. – 2011/2012. – № 10−11. – С. 365−369.
184. **Перенесення складових антарктичної трав'янистої тундрової формації домініканським мартином в регіоні Аргентинських островів (Прибережна Антарктика) /** І. Ю. Парнікоза, І. В. Дикий, В. Ю. Іванець, І. А. Козерецька, А. І. Рожок, В. А. Кунах // Укр. антаркт. журн. – 2011/2012. – № 10−11. – С. 272−281.
185. **Пластичність морфогенезу та особливості репродукції рослин *Colobanthus quitensis* і *Deschampsia antarctica* в Антарктичному регіоні /** О. А. Кравець, Н. Ю. Таран, В. О. Сороженко // Укр. антаркт. журн. – 2011/2012. – № 10−11. – С. 302−305.
186. **Погодные условия на станции Академик Вернадский в 2011 г. и ожидаемое состояние температурного режима в летний период 2011-2012 гг. по инструментальным наблюдениям 2011 г.** / В. Ф. Мартизанова, В. Е. Тимофеев, Е. К. Иванова // Укр. антаркт. журн. – 2011/2012. – № 10−11, 320−332.
187. **Поиск «уикенд эффекта» в вариациях интенсивности природных СНЧ шумов** / А. В. Пазнухов, Ю. М. Ямпольский, Е. М. Занимонский, А. В. Соина // Радиофизика и радиоастрономия. – 2012. – **17**, № 1. – С. 67−73. **Search of "weekend effect" in the intensity of natural VLF noise variations** / A. V. Paznukhov, Y. M. Yampolski, Y. M. Zanimonskiy, A. V. Soina // Radio Physics and Radio Astronomy. – 2012. – **17**, № 1.– P. 67−73.
188. **Портативні водолазні системи гідроакустичного мовного зв`язку дальньої та ближньої дії /** Ю. А. Попадюха // Зб. наук. праць. Акад. військ.-мор. сил ім. П. С. Нахімова. – 2012.—— Вип. 1. – № 9. – Бібліогр. : 9 назв.. – укр. – Режим доступу: http://www.nbuv.gov.ua/portal/natural/znpavms/2012_1/Stati_PDF_9/Popaduha.pdf
189. **Проблеми розвитку внутріконтинентального туризму в Антарктиці (до 100-річчя підкорення південного полюса** / А. Федчук // Геогр. та туризм. – 2012. – Вип. 19. – С. 161−170.
190. **Происхождение и история развития пролива Брансфилда (с учетом интерпретации данных ГСЗ)** / Ю. В. Козленко, М. В. Козленко // Геофиз. журн . – 2012. – 34, № 2. – С. 82−92. – Библиогр.: С. 90-92. – рус.
191. **Промысловые и биологические показатели антарктического криля (*Euphausia superba*) на участках его промысла у Южных Шетландских островов и в проливе Брансфилд в марте-мае 2006 г. /** Н. Н. Жук // Укр. антаркт. журн. – 2011/2012. – № 10−11. – С. 201−211.
192. **Распространение психрофильных микроорганизмов в наземных биотопах Антарктики** / В. А. Романовская, А. Б. Таширев, С. О. Шилин, Г. В. Гладка // Мікробіол. журн . – 2012. – **74**, № 1. – С. 3−8. – Библиогр. : 16 назв. – рус.
193. **Расширение гнездового ареала антарктического поморника *Chatharacta antarctica* (Lesson, 1831) в районе УАС Академик Вернадский /** Д. В. Пилипенко // Укр. антаркт. журн. – 2011/2012. – № 10−11. – С. 306−310.
194. **Результаты геохимических исследований проявлений рудной минерализации в породах батолита антарктического полуострова /** Г. В. Артеменко, В. Г. Бахмутов, Л. Н. Бахмутова // Укр. антаркт. журн. – 2011/2012. – № 10−11. – С. 13−25.
195. **Ріст рослин при різних температурних умовах: чи відрізняються рослини Антарктики /** Н. А. Матвєєва, С. Е. Чапкевич, К. О. Дробот, В. П. Дуплий // Укр. антаркт. журн. – 2011/2012. – № 10−11. – С. 257−262.
196. **Розробка конструкції і польові випробування портативного озонометра для української озонометричної мережі** / Г. О. Войтенко, В. П. Войтенко // Наук. вісті Далівського ун-ту. – 2012.– № 6. – Бібліогр. : 5 назв. – укр. – Режим доступу: http://www.nbuv.gov.ua/e-Journals/Nvdu/2012_6/12vgouom.pdf
197. **Роль спрямованості особистості в адаптації до порушень динаміки між організмом і середовищем** / О. А. Мірошниченко // Укр. антаркт. журн. – 2011/2012. – № 10−11. – С. 370−374.
198. **Сезонная динамика потребления кислорода и численность гетеротрофного бактериопланктона в районе антарктической станции Академик Вернадский /** В. П. Чекалов // Укр. антаркт. журн. – 2011/2012. – № 10−11. – С. 229−238.
199. **Сезонная и межгодовая изменчивость водных масс в проливе Дрейка /** Ю. В. Артамонов, Е. А. Скрипалёва, А. В. Федирко // Укр. антаркт. журн. – 2011/2012. – № 10−11. – С. 161−171.

200. **Секвенирование последовательностей RBCL и ITS2 антарктических растений для определения возможности их использования в ДНК-штрихкодировании /** В. П. Дуплий, Н. А. Матвеева, А. М. Шаховский, Е. М. Кищенко, Л. Е. Курбатова // Укр. антаркт. журн. – 2011/2012. – № 10−11. – С. 263−271.
201. **Создание единого информационного пространства данных антарктических исследований** / Л. С. Глоба, И. А. Кузин, И. В. Мороз, К. С. Мочалкина, Р. Л. Новогрудская // Укр. антаркт. журн. – 2011/2012. – № 10−11. – С. 343−351.
202. **Суточные вариации параметров ионосферных неоднородностей по данным измерений ПЭС над Антарктическим полуостровом** / В. Г. Галушко, А. А. Сопин, Ю. М. Ямпольский // Радиофизика и Радиоастрономия. – 2012. – **17**, № 3. – С. 218−232.
203. **Удосконалення та систематизація нормативної бази даних щодо життєдіяльності українських антарктичних експедицій – запорука успішного виконання Державної цільової науково-технічної програми досліджень України в Антарктиці /** І. В. Мороз, Б. Ю. Гаврилюк // Укр. антаркт. журн. – 2011/2012. – № 10−11. – С. 352−360.
204. **Устойчивость к токсичным металлам хемоорганотрофных бактерий, изолированных из антарктических клифов** / А. Б. Таширев, П. В. Рокитко, А. С. Левишко, В. А. Романовская, А. А. Таширева // Мікробіол. журн . – 2012. – **74**, N 2. – С. 3−7. – Библиогр. : 14 назв. – рус.
205. **Фітопланктон у водах біля о-ва Галіндез (Аргентинські о-ви, Антарктика)** / Л. В**.** Кузьменко, С. М. Игнатьев // Мор. экол. журн.. − 2012. − **11**, № 2. − С. 52−63. – Режим доступу**:** http://10.0.0.194:8080/dspace/handle/99011/2839
206. **Ценотичні зв'язки біоти суходолу островів Західної Антарктики** / І. В. Дикий, Й. В. Царик, І. В. Шидловський, В. Н. Трохимець, О. В. Головачов // Укр. антаркт. журн. – 2011/2012. – № 10−11. – С. 239−256.
207. **Электростатический механизм эмиссии бром-содержащих соединений, участвующих в цикле разрушения поверхностного озона /** Е. Ю. Ткаченко // Укр. антаркт. журн. – 2011/2012. – № 10−11. – С. 128−135.
208. **ЮгНИРО – путь становления и развития / 90 лет** – Южному науч.-исслед. ин-ту рыб. хоз-ва и океанографии / О. А. Петренко // Риб. госп-во України. – 2012. – № 3. – С. 66−68.
209. **Crustal structure of the Antarctic Peninsula sector of the Gondwana margin around Anvers Island from geophysical data** / T. Yegorova, V. Bakhmutov // Tectonophysics, 585, p. 77–89, Feb. 2013. – Available online at: doi:10.1016/j.tecto.2012.09.029 http://dx.doi.org/10.1016/j.tecto.2012.09.029, How to Cite or Link Using DOI
210. **Digisonde observations of TIDs with frequency and angular sounding technique /** V. V.Paznukhov, V. G. Galushko, B. W. Reinisch // Advances in Space Research, **49** (4), p.700−710, Feb 2012. – Available online at: doi:10.1016/j.asr.2011.11.012
211. **Environmentally induced oxidative stress in aquatic animals** / V. I. Lushchak // Aquatic Toxicology, 101 (1), p.13−30, Jan 2011. – Available online at: doi:10.1016/j.aquatox.2010.10.006
212. **Mechanism of Male Gamete Motility in Araphid Pennate Diatoms from the Genus Tabularia (Bacillariophyta)** / N. A. Davidovich, I. Kaczmarska, S. A. Karpov, O. I. Davidovich, M. L. MacGillivary, Mather, Laura // Protist, **21** (163), p. 480−494, May 2012. – Available online at : doi:10.1016/j.protis.2011.09.002
213. **NAO-induced spatial variations of total ozone column over Europe at near-synoptic time scale** / V. N. Khokhlov, A. V Romanova // Atmospheric Environment, **45** (20), p.3360−3365, Jun 2011. – Available online at : doi:10.1016/j.atmosenv.2011.03.056
214. **Parcularity of the Geoid determination at the Antarctic region /** D. O. Marchenko, V. U. Maksymchuk // Укр. антаркт. журн. – 2011/2012. – № 10−11. – С. 106−113.
215. **Population-related molecular responses on the effect of pesticides in Carassius auratus gibelio** / H. I. Falfushynska, L. L. Gnatyshyna, O. B. Stoliar // Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology, **18** (155), p. 396-406, Mar 2012. – Available online at: doi:10.1016/j.cbpc.2011.11.001
216. **Radioastronomical measurement of ultrahigh-energy cosmic particle fluxes / A D Filonenko //** Physics-Uspekhi, **55** (8), p.741-772, Aug 2012. – Available online at: doi:10.3367/UFNe.0182.201208a.0793
217. **Results Taggings of Antarctic Whales** / Yu. A. Mikhalev, L. M. Kozachenko // Укр. антаркт. журн. – 2011/2012. – № 10−11. – С. 136−143.
218. **Sequence stratigraphy and onlap history of the Donets Basin, Ukraine: Insight into Carboniferous icehouse dynamics /** J. M. Eros, I. P. Montañez, D. A. Osleger, V. I. Davydov, T. I. Nemyrovska, V. I. Poletaev, M. V. Zhykalyak // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, **313-314**. – Jan 2012. – P. 1-25. – Available online at: doi:10.1016/j.palaeo.2011.08.019
219. **Use of Deschampsia antarctica for nest building by the kelp gull in the Argentine Islands area (maritime Antarctica) and its possible role in plant dispersal** / I. Parnikoza, I. Dykyy,

V. Ivanets, I. Kozeretska, V. Kunakh, A. Rozhok, R. Ochyra, P. Convey // Polar Biology. – 2012. – **35,** № 1. – P. 1753-1758. – Bibliogr.: 18 refs. – eng. – Available online at: http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00300-012-1212-5?LI=true#page-1

Матеріали конференцій.
Conference proceedings

2015 р.

220. **Антарктичні дослідження: нові горизонти та пріоритети** / VII Міжнар. антаркт. конф. – VII МАК 2015, м. Київ, Україна, 12−14 трав. 2015 р. = Antarctic Research: New Horizonts and Priorities (VII IAC 2015). VII International Antarctic Conference, Kyiv, Ukraine, May 12-14, 2015 : тези / Мін-во освіти і науки України, Нац. академія наук України, Нац. техн. ун-т України «КПІ», Нац. антаркт. наук. центр (м. Київ, Україна,). – К. : Укр. фітосоціол. центру, 2015. – Режим доступу: http://www.uac.gov.ua/custom_content_source_list/mak/mak7/thesis.pdf

2014 р.

221. **Геолого-геофизические исследования в районе Украинской антарктической станции Академик Вернадский /** В. Г. Бахмутов // Матер. I Междунар. науч.-практ. конф. «Мониторинг сост. природ. среды Антарктики и обеспеч. деят. нац. экспедиций», 26−29 мая 2014 г., п. Нарочь, Беларусь. – 2014 – С. 15−19
222. **Классификация и прогноз общего содержания озона на Украинской антарктической станции Академик Вернадский /** В. Ф. Мартазинова // Матер. I Междунар. науч.-практ. конф. «Мониторинг сост. природ. среды Антарктики и обеспеч. деят. нац. экспедиций». Междунар. науч.-практ. конф., 26−29 мая, 2014 г., п. Нарочь, Білорусь. – 2014
223. **Криль как основной компонент питания ластоногих в районе архипелага Аргентинских островов**./ И. Дикий, А. Березкина, Т. Калюжная, Е. Моисеенко // Матер. I Междунар. науч.-практ. конф. «Мониторинг сост. природ. среды Антарктики и обеспеч. деят. нац. экспедиций», п. Нарочь, 26−29 мая 2014 г. Минск, «Экоперспектива». 2014. – С. 67–71.
224. **Медико-биологические исследования на украинской антарктической станции Академик Вернадский** / Е. В. Моисеенко, Л. С. Глоба, А. Е. Березкина, Т. А. Калюжная // Матер. I Междунар. науч.-практ. конф. «Мониторинг сост. природ. среды Антарктики и обеспеч. деят. нац. экспедиций», п. Нарочь, 26−29 мая 2014 г. Минск, «Экоперспектива». – 2014. – С. 169−172.
225. **Многопозиционные исследования ионосферного альфвеновского резонатора /** А. В. Колосков, Ю. М. Ямпольский, Р. А. Рахматулин, Ла Хоз Цезар, Н. А. Бару // XXIV Всерос. науч. конф. «Распространение радиоволн», Иркутск, 29 июня – 5 июля 2014 г., Тр. конф., Т. **II**. – 2014. – С. 255−258.
226. **Опыт картирования скоплений природных газогидратов в структурах континентальных окраин Антарктики (по данным геофизических исследований) /** С. П. Левашов, Н. А. Якимчук, И. Н Корчагин, В. Г. Бахмутов, В. Д. Соловьев, Д. Н. Божежа // В сб. Теория и практ. разведоч. и промысл. геофизики: матер. Междунар. науч.-практ. конф., посв. 60-летию кафедры геофизики Пермского ун-та (21−22 нояб. 2014 г.) / Гл. ред. В. И. Костицын; Пермский гос. нац. исслед. ун-т. Пермь. –2014. – С.106−109.
227. **Особенности поведения характеристик шумановских резонансов в полном цикле солнечной активности /** А. В. Колосков, О. В. Буданов, Ю. М. Ямпольский, Р. А. Рахматулин, А. Ю. Пашинин // XXIV Всерос. науч. конф. «Распространение радиоволн», Иркутск, 29 июня – 5 июля 2014 г., Тр. конф.. Т. **II.** – 2014. – С. 251–254.
228. **Особенности снегонакопления в районе Украинской антарктической станции «Академик Вернадский» /** С. В. Клок // Щоріч. Міжнар. конф. в рамках VIII Всеукр. фестивалю науки «Астрономія та фізика космосу в Київському ун-ті», 27−30 трав. 2014 р. Астрон. обсерваторія Київського нац. ун-ту ім. Тараса Шевченка, Київ (Україна). – 2014
229. **Палеомагнетизм магматических комплексов Ингульского мегаблока в решении проблем геодинамики Украинского щита /** В. Г. Бахмутов // «Геохронология и геодинамика раннего докембрия (3,6−1,6 млрд. лет) Евразийского континента» : сб. тез. Междунар. науч. конф., посв. 90-летию акад. НАН Украины Н.П. Щербака, 16–17 сент. 2014, г. Киев, Украина. – 2014 – С. 11−12.

230. **Потепление в регионе Антарктического полуострова и изменение атмосферной циркуляции /** В. Е. Тимофеев // «Мониторинг сост. природ. среды Антарктики и обеспеч. деят. нац. экспедиций». Международная научно-практическая конференция, 26−29 мая, 2014 г. к. п. Нарочь, Белорусь. – 2014 – С.239−243.
231. **Психологический статус зимовщиков на украинской антарктической станции академик вернадский /** Г. Ю. Пышнов, Е. В. Моисеенко // "Science", the European Association of pedagogues and psychologists, International scientific-practical conference of teachers and psychologists, "Science of future" the 5th of March, 2014, Prague (Czech Republic) Vol.2, pp.199 – 201.
232. **Психофізіологічні властивості успішності фахової діяльності антарктичних зимівників.** / Є. В. Моісеєнко // Тез. доп. V Всеукраїнської науково-практичної конференції «Індивідуальні психофізіологічні особливості людини та професійна діяльність». 16−18 квіт. 2014 р., Черкаси, Україна. – 2014 – С.55−56.
233. **Разработка диагностического сервера на базе современных микроконтроллеров /** Н. І. Бурау, Р. Ю. Свердлов // Новые направления разв.приборостроения: 7 Междунар. студ. науч.-техн. конф.: сб. тез. – Минск : БНТУ, 2014. – С. 62
234. **Розробка діагностичного серверу для систем моніторингу SHM /** Н. І. Бурау, Р. Ю. Свердлов // Інтегровані інтелектуальні робототехнічні комплекси «ІІРТК-2014»: 7 Міжнар. наук.-практ. конф. : зб. тез. – К. : НАУ, 2014. – С. 240−241.
235. **Содержание органического вещества и обогащенность гумуса азотом в почвах острова Галиндез, Западная Антарктика /** Е. В. Абакумов, И. Ю. Парникоза, В. М. Томашунас; **Organic content and humus nitrogen richness in Galindez Island, Western Antarctica /** E. V. Abakumov, I. Yu. Parnikoza, V. M. Tomashynas // Матер. VI Всерос. науч. конф. с междунар. участием «Гуминовые вещества в биосфере», Сыктывкар. – 2014 – С. 42−43.
236. **Создание новых морских охранных районов (МОР) в районе архипелага Аргентинские острова. /** И. Дикий, А. Утевский, А. Березкина, Т. Калюжная, Е. Моисеенко // В матер. І-й Междунар. науч.-практ. конф. "Мониторинг сост. природ. среды Антарктики и обеспеч. деятельности нац. экспедиций». К. п. Нарочь, 26−29 мая 2014 г. Минск, «Экоперспектива». – 2014. – С. 71–73.
237. **Температура воздуха как составляющая экстремальных погодних условий. Статистическая модель прогноза среднегодовой температуры воздуха в районе УАС «Академик Вернадский» /** В. Ф. Мартазинова, С. В. Клок // Матер. І Междунар. науч.-практ. конф. «Мониторинг сост. природ. среды Антарктики и обеспеч. деятельности нац. экспедиций, 26−29 мая, 2014 г., к. п. Нарочь, Белорусь. – 2014. – С. 140−144.
238. **Температурный режим УАС «Академик Вернадский» и статистическая модель прогноза температуры воздуха на текущий год /** В. Ф. Мартазинова, Е. К. Иванова // Матер. І Междунар. науч.-практ. конф. «Мониторинг сост. природ. среды Антарктики и обеспеч. деятельности национальных экспедиций», 26−29 мая, 2014 г., к. п. Нарочь, Белорусь. – 2014 – С. 134−139.
239. **Inversion of Multi-Station Schumann Resonance Background Records for Global Lightning Activity in Absolute Units /** A. Koloskov, Yu. Yampolski, Earle R. Williams, Vadim C. Mushtak, Anirban Guha, Robert A. Boldi, Jozsef Bor, Tamas Nagy, Gabriella Satori, Ashwini Kumar Sinha, Rahul Rawat, Yasuhide Hobara, Mitsuteru Sato, Yukihiro Takahashi, Colin Gregory Price, Mariusz Neska, Robert C. Moore, Michael F. Mitchell and Antony C. Fraser-Smith // AGU Fall Meeting, 15−19 December 2014, San Francisco, 1 p. – Available online at: https://agu.confex.com/agu/fm14/meetingapp.cgi#Paper/28321
240. **Geomagnetic field−Ozone influence on the surface air temperature in epicentral regions of Balkan's earthquakes /** N. A. Kilifarska, V. G. Bakhmutov, T. Mozgova, G. V. Melnyk // Complex research of earthquake's forecasting possibilities, seismicity and climate change correlations Black Sea Haz Net Workshop, 16−19 Dec 2013, INRNE, BAS, BG, Tzarigradsko shose, 72, Sofia Black Sea Haz Net Series Volume 3 Sophia, 2014, 9 pages.
241. **Geomagnetic field and climate variability: possible mechanism of connection /** N. A. Kilifarska, V.G. Bakhmutov, G.V. Melnyk // 10th International Conference "PROBLEMS OF GEOCOSMOS" Book of Abstracts St. Petersburg, Petrodvorets, October 6−10, 2014, St. Petersburg. – 2014. – P.161−162. – Available online at: http://geo.phys.spbu.ru/geocosmos/book_of_abstracts.pdf
242. **Global Circuit Response to the 11-Year Solar Cycle: Changes in Source or in Medium? /** A. Koloskov, Yu. Yampolski, W. Earle, G. Anirban, R. Boldi, G. Satori, R. Markson. // XV International Conference on Atmospheric Electricity, 15−20 June 2014, Norman, Oklahoma, U.S.A, p.12.
243. **Global warming or climate variability – the role of geomagnetic field and lower stratospheric ozone /** N. A. Kilifarska, V. G. Bakhmutov, G. V. Melnyk // Complex research of earthquake's forecasting possibilities, seismicity and climate change correlations BlackSeaHazNet Workshop, 16-19 Dec 2013, INRNE, BAS, BG, Tzarigradsko shose, 72, Sofia BlackSeaHazNet Series Volume 3, Sophia, 2014, 11 pages.

244. **Humus films and humus accumulations in soils of Antarctica /** E. V. Abakumov, I. Yu. Parnikoza // Biogenic-abiogenic interaction in natural and anthropogenic systems. V International symposium. – St-Petersburg. -2014. – St-Petersburg: VVM Publishing Lld, 2014. – P. 119−120.
245. **Long-term monitoring of the Schumann resonance signals from Antarctica** / A. V. Koloskov, O. V. Budanov and Yu. M. Yampolski // XXXI General Assembly and Scientific Symposium of the International Union of Radio Science Union Radio Scientifique Internationale, August 17-23, 2014 Beijing, China, (CIE), 4 p, 978-1-4673-5225-3/14/$31.00 ©2014 IEEE.
246. **Manifestations of interaction between atmospheric and space climate systems /** A. V. Zalizovski, Y. M. Yampolski, A. Sopin, A A. Zanimonsky // 11th European Space Weather Week, November 17-21 2014, Liege, Belgium – Available online at: http://www.stce.be/esww11/contributions/public/Session14/S14-P-07-ZalizovskiA/
247. **Paleomagnetic and rock magnetic study of Lower Devonian sediments from Podolia, SW Ukraine: remagnetization problems /** M. Jeleńska, M. Kądziałko-Hofmokl, V. Bakhmutov, I. Poliachenko, P. Ziółkowski // 14th Castle Meeting «New trends on Paleo, Rock and Environmental Magnetism» 31st of August to 6th of September 2014 Évora, Portugal. – Available online at: https://www.fc.ul.pt/sites/default/files/fcul/public/14Castlemeeting/Jelenska%20Abstract% 202.pdf
248. **Paleomagnetic and rock magnetic study of Silurian-Devonian sediments from Podolia, SW Ukraine: remagnetization problems** / M. Jeleńska, M. Kądziałko-Hofmokl, V. Bakhmutov, I. Poliachenko, P. Ziółkowski // 10th International Conference "PROBLEMS OF GEOCOSMOS" Book of Abstracts St.Petersburg,Petrodvorets,October 6–10, 2014, St. Petersburg, 2014. P. 48−50. – Available online at: http://geo.phys.spbu.ru/geocosmos/book_of_abstracts.pdf
249. **Studies of the Ionospheric Turbulence Excited by the Fourth Gyroharmonic at HAARP /** A. Koloskov, Yu. Yampolski, Sopin., A. Zalizovski, G. Milikh, A. Najmi, A. Mahmoudian, P. Bernhardt, S. Briczinski, C. Siefring K. Chiang, M. Psiaki, and K. Papadopoulos // AGU Fall Meeting, 15-19 December 2014, San Francisco, 1 p. – Available online at: https://agu.confex.com/agu/fm14/meetingapp.cgi#Paper/16268
250. **The Falkland Basins – New Structural Model and Hydrocarbon Bearing Prospects (by Remote Sensing and Geoelectric Data)** / S. P. Levashov, M. A. Yakymchuk, I. N. Korchagin, V. G. Bakhmutov, V. D. Soloviev and D. N. Bozhezha // 6 EAGE Conference and Technical Exhibition incorporating SPE EUROPEC 2014. Amsterdam, 16−19 June 2014. 5 pages. DOI: 10.3997/2214-4609.20140908. – Available online at: http://www.earthdoc.org/publication/publicationdetails/?publication=75780.
251. **Trend changes of Sq-variations of geomagnetic field at the observatory "Akademic Vernadsky" (AIA) /** O. I. Maksimenko, V. G. Bakhmutov, O. Ya. Shenderovskaya, N. A. Kilifarska // 10th International Conference "PROBLEMS OF GEOCOSMOS" Book of Abstracts St. Petersburg, Petrodvorets, October 6−10, 2014, St. Petersburg, 2014. P. 172−173. Available online at: http://geo.phys.spbu.ru/geocosmos/book_of_abstracts.pdf

2013 р.

252. **Інтернаціоналізація досліджень в Антарктиці – шлях до духовної єдності людства** / VI Міжнар. антаркт. конф. – VI МАК 2013, м. Київ, Україна, 15-17 трав. 2013 р. = Internationalization of Antarctic Research – Way to Spiritual Unity of Humanity (VI IAC 2013). VI International Antarctic Conference, Kyiv, Ukraine, May 15–17, 2013 : тези / Держ. агентство з пит. науки, інновацій та інформатизації України, Нац. академія наук України, Нац. техн. ун-т України „КПІ", Нац. авіац. ун-т, Нац. антаркт. наук. центр (м. Київ, Україна,). – К. : ПФ «Фоліант», 2013. – 486 с. : рис., табл. – Текст укр., рос., англ. – Дод. тит. арк. англ.– 300 прим. – Режим доступу: http://www.uac.gov.ua/SitePages/InternationalCooperation/mak6.aspx
253. **Бібліографічний супровід та наукометричний моніторинг реалізації Державної цільової науково-технічної програми проведення досліджень в Антарктиці на 2011–2020 роки: методологічні аспекти** / В. П Рибачук, П. Ф. Гожик, Н. Г. Віденіна, В.А. Литвинов // XVIII Междунар. науч.-практич. конф. «Пробл. и персп. инновац. разв. экон.», Ялта, 30 сент. – 6 окт. 2013 г. – Киев, Симферополь, Ялта, 2013. – С. 293–297. – Режим доступу: http://www.uiis.com.ua/files/Sbornik%202013.pdf
254. **Библиометрический портрет академика Владимира Ивановича Вернадского: известность в мире** / В. Рыбачук, Ю. Виденина-Сулье // Міжнародна наукова конференція «Адаптація завдань і функцій наукової бібліотеки до вимог розвитку цифрових інформаційних ресурсів» (Київ, 8–10 жовтня 2013 р.). – К., 2013.

255. **Идеи В. И. Вернадского об исследовании полярных регионов и вклад Украины в изучение Антарктики: библиометрический обзор (1997−2012 гг.)** / В. П. Рыбачук, Н. Г. Виденина // VI Міжнар. антаркт. конф. – VI МАК 2013; Держ. агентство з питань науки, інновацій та інформатизації України, Нац. академія наук України, Нац. техн. ун-т України «КПІ», Нац. авіац. ун-т, Нац. антаркт. наук. центр (м. Київ, Україна, 15-17 трав. 2013 р.). – К., 2013. – С. 14 – 17.
256. **Изучение углеводородного потенциала отдельных участков шельфа Антарктического полуострова и Фолклендских островов дистанционными и геоэлектрическими методами /** Н. А. Якимчук, С. П. Левашов, И. Н. Корчагин, Ю. М. Пищаный, В. Г. Бахмутов, В. Д. Соловьев, Д. Н. Божежа // Тез. третьей междунар. науч.-практ. конф. для геологов и геофизиков «Калининград-2013. Пробл. и достиж. совр. нефтегаз. Геологии», 27 − 31 мая 2013 г. – С. 162−166. – CD-ROM.
257. **Использование попутных судовых измерений для исследования межгодовой изменчивости температуры на поверхности океана** / Артамонов Ю. В. // Пробл., методи та засоби досліджень Світового океану: междунар. науч.-практ. конф.13−15 мая 2013 г. : сб. ст. по матер. конф. – Запорожье, 2013 – С. 31−41.
258. **Моделирование глубинных температурных режимов некоторых районов Антарктического полуострова /** В. А Корчин, П. А. Буртный, Е. Е. Карнаухова // ISBN: 966-7080-01-3. Матер. XXIII Междунар. науч. шк. им. акад. С. А. Христиановича «Деформир. и разруш. матер. с дефектами и динам. явления в горных породах и выработках», 23−29 сент. 2013, Алушта. 2013 – С. 139−141.
259. **Новые геоэлектрические модели глубинного строения земной коры Западной Антарктики /** С. П. Левашов, Н. А. Якимчук, И. Н. Корчагин, Ю. М. Пищаный, В. Г. Бахмутов, В. Д. Соловьев, Д. Н. Божежа // Глубинное строение. Геодинамика. Тепл. поле Земли. Интерпрет. геофиз. полей. Седьмые науч. чтения памяти Ю. П. Булашевича. Матер. конф. Екатеринбург : УРО РАН, 2013. – С. 353−355.
260. **Обнаружение скоплений газогидратов в районе Антарктического полуострова в 17-ой Украинской антарктической экспедиции /** С. П. Левашов, Н. А.Якимчук, И. Н. Корчагин, В. Г. Бахмутов, В. Д. Соловьев, Д. Н. Божежа // Матер. доп. наук.-практ. конф. «Нафтогазова геофізика – нетрадиційні ресурси», 20−24 трав. 2013 р., Івано-Франківськ, – 2013 – С. 120−125
261. **Опыт картирования скоплений природных газогидратов в структурах континентальных окраин Антарктики (по данным геофизических исследований)** / С. П. Левашов, Н. А. Якимчук, И. Н. Корчагин, В. Г. Бахмутов, В. Д. Соловьев, Д. Н. Божежа // В сб. : Теория и практ. развед. и промысл. Геофизики. Матер. Междунар. науч.-практ. конф., посв. 60-летию кафедры геофизики Пермского ун-та; глав. ред. В. И. Костицын. Пермь. – 2014. – С. 106−110
262. **Оценка перспектив нефтегазоносности глубинных горизонтов разреза по результатам обработки и дешифрирования данных ДЗЗ** / С. П. Левашов, Н. А. Якимчук, И. Н. Корчагин // Вопр. теории и практ. геолог. Интерпрет. гравитац. магнитных и электр. Полей : Матер. 40-й сессии Междунар. науч. семинара им. Д. Г. Успенского, Москва, 28 янв.– 1 февр. 2013 г., М. : ИФЗ РАН. – 2013. – С. 190−196.
263. **Применение мобильных геофизических методов для оценки перспектив нефтегазоносности некоторых структур Баренцева моря /** С. П. Левашов, Н. А. Якимчук, И. Н. Корчагин // Вопр. теории и практ. геолог. интерпретации гравитац., магнит. и электр. полей : Матер.40-й сессии Междунар. науч. семинара им. Д. Г. Успенского, Москва, 28 янв.– 1 февр. 2013 г., Москва, ИФЗ РАН. – 2013. – С. 185−190.
264. **Применение спутниковых измерений и данных ре-анализа для оценки связи сезонной изменчивости поля ветра и характеристик температурных фронтов /** Е. А. Скрипалева // Пробл., методи та засоби досліджень Світового океану : Междуна. науч.-практ. конф., 13−15 мая 2013 г. : сб. ст. по матер. конф., Запорожье. –2013. – С. 272−282
265. **Применение частотно-резонансного метода обработки данных ДЗЗ для оценки нефтегазоносности перспективных объектов в акваториях Арктики /** С. П. Левашов, Н. А.Якимчук, И. Н. Корчагин, Д. Н. Божежа // Тезы третьей Междунар. науч.-практ. конф. для геологов и геофизиков «Калининград-2013. Пробл. и достиж. совр. нефтегазовой геологии», 27 − 31 мая 2013 г. – 2013 – С. 87−91. – CD-ROM.
266. **Результаты применения геоэлектрических и дистанционных методов для изучения углеводородного потенциала структур материковой окраина Антарктического полуострова** / С. П. Левашов, Н. А.Якимчук, И. Н. Корчагин, Ю. М. Пищаный, В. Г. Бахмутов, В. Д. Соловьев, Д. Н. Божежа // Вопр. теории и практ. геолог. интерпретации гравитац., магнит. и электр. полей : Матер. 40-й сессии Междунар. науч. семинара им. Д. Г. Успенского, Москва, 28 янв. – 1 февр. 2013 г., Москва, ИФЗ РАН. – 2013. – С. 196−201.

267. **Южно-Фолклендский бассейн: новые данные о глубинных неоднородностях литосферы и нефтегазоносности по результатам геоэлектрических и дистанционных исследований /** С. П. Левашов, Н. А.Якимчук, И. Н. Корчагин, Ю. М. Пищаный, В. Г. Бахмутов, В. Д. Соловьев, Д. Н. Божежа // Геоинформатика: теорет. и прикл. Аспекты : XII Междунар. конф., 13−16 мая 2013 г. : тез. докл. – К. : ВАГ, 2013. 4201. 6 с. – Available online at: http://www.earthdoc.org/publication/publicationdetails/?publication=68077
268. **Experience of Mobile Geophysical Methods Using for Hydrocarbon Potential Assessment of Some Structures in Barents Sea** / N. A. Yakymchuk, S. P. Levashov, I. N. Korchagin // 75nd EAGE Conference and Technical Exhibition incorporating SPE EUROPEC 2013. London, 10−13 June 2013. CD-ROM Abstracts volume. 5 pages. DOI: 10.3997/2214-4609.20130580. – Available online at: http://www.earthdoc.org/publication/publicationdetails/?publication=68437
269. **Geophysical Investigations for Study of Hydrocarbon Accumulations in the Bottom Structures of West Antarctic Region.** / N. A. Yakymchuk, I. N. Korchagin, S. P. Levashov, V. D. Solovyov, V. G. Bakhmutov, D. N. Bozhezha // 75nd EAGE Conference and Technical Exhibition incorporating SPE EUROPEC 2013. London, 10−13 June 2013. CD-ROM Abstracts volume. 5 pages. DOI: 10.3997/2214-4609.20130581. – Available online at: http://www.earthdoc.org/publication/publicationdetails/?publication=68438
270. **Geophysical investigations in West Antarctic region during seasonal works of 17th Ukrainian Antarctic expedition of 2012** / S. P. Levashov, N. A. Yakymchuk, I. N. Korchagin, V. G. Bakhmutov, V. D. Solovyov, D. N. Bozhezha // Expanded abstracts of SEG Houston 2013 Annual Meeting. 22–27 September 2013, Houston, Texas, USA. 5 pages. DOI: dx.doi.org/10.1190/segam2013-0523.

2012 р.

271. **20 років діяльності України в системі договору про Антарктику** / Г. А. Будзика // Матер. 11-ї Всеукр. наук. конф. «Актуальні питання іст. науки і техн.» (м. Київ, 4–6 жовт. 2012 р.) : тези. – 2012. – С. 19–20. – укр. – Режим доступу: http://stepscenter.ho.ua/041012.pdf#page=19
272. **Анализ волнового поля на сверхдлинной трассе Москва (РВМ) – УАС Академик Вернадский** / С. Б. Кащеев, В. Г. Галушко, А. В. Колосков, И. И. Пикулик, Ю. М. Ямпольский // Электромагнитные методы исслед. окруж. пространства : сб. тез. докл. Первой укр. конф. (Харьков, 25–27 сент. 2012 г.). – Харьков, 2012. – С. 178-180. – рус. – Режим доступа: http://ri.kharkov.ua/emes/EMES2012_Thesis.pdf
273. **Биологическая характеристика основных видов рыб прилова при траловом промысле на шельфе островов Кергелен (Индийский океан, Субантарктика)** / Л. К. Пшеничнов // Сучасні пробл. теорет. і практ. іхтіології / Матер. V Міжнар. іхтіол. наук.-практ. конф., присв. пам'яті І. Д. Штаревича; МОНмолодьспорт України, Чернівецький нац.. ун-т ім. Юрія Федьковича (13−16 верес. 2012 р.) м. Чернівці, Україна. – 2012. – С. 188−190. – Режим доступа: http://www.eco-tiras.org/docs/berg/Cernauti-kof_ichthyo_chernivtsi_2012.pdf#page=190
274. **Видовой состав, промысловые ресурсы рыб Южного океана и перспективы их устойчивого использования в рамках Комиссии по сохранению морских живых ресурсов Антарктики** / Л. К. Пшеничнов // Сучасні пробл. теорет. і практ. іхтіології / Матер. V Міжнар. іхтіол. наук.-практ. конф., присв. пам'яті І. Д. Штаревича; МОНмолодьспорт України, Чернівецький нац.. ун-т ім. Юрія Федьковича (13-16 верес. 2012 р.) м. Чернівці, Україна. – 2012. – С. 190–191. – Режим доступа: http://www.eco-tiras.org/docs/berg/Cernauti-kof_ichthyo_chernivtsi_2012.pdf#page=190
275. **Динамика ионосферных неоднородностей над Антарктическим полуостровом по данным ГНСС** / А. А. Сопин, В. Г. Галушко, Ю. М. Ямпольский // Электромагнитные методы исслед. окруж. пространства : сб. тез. докл. Первой укр. конф. (Харьков, 25–27 сент. 2012 г.). – Харьков, 2012. – С. 222. – рус. – Режим доступа: http://ri.kharkov.ua/emes/EMES2012_Thesis.pdf
276. **Исследование уловов антарктического криля с целью анализа прилова рыб в Антарктической части Атлантического океана** / К. А. Вишнякова // Сучасні пробл. теорет. і практ. іхтіології / Матер. V Міжнар. іхтіол. наук.-практ. конф., присв. пам'яті І. Д. Штаревича ; МОНмолодьспорт України, Чернівецький нац. ун-т ім. Юрія Федьковича (13−16 верес. 2012 р.) м. Чернівці, Україна. – 2012. – С. 48-49. – Режим доступа: http://www.eco-tiras.org/docs/berg/Cernauti-kof_ichthyo_chernivtsi_2012.pdf#page=190
277. **Ихтиофауна Антарктики: история формирования и современный облик / Г. А. Шандиков // Сучасні проблеми теоретичної і практичної іхтіології** / Матеріали V Міжнародної іхтіол. наук.-практ. конф., присв. пам'яті І. Д. Штаревича; МОНмолодьспорт України, Чернівецький

нац. ун-т ім. Юрія Федьковича (13−16 вересня 2012 р.) м. Чернівці, Україна. – 2012. – С. 253–253. – Режим доступу: http://www.eco-tiras.org/docs/berg/Cernauti-kof_ichthyo_chernivtsi_2012.pdf#page=190

278. **Клонування і молекулярно-генетична характеристика послідовностей ДНК хлоропластів та мітохондрій *Deschampsia antarctica* Desv**./ Р. О., Макаренко, Б. В. Іващук, О. П. Савчук, А. Є. Румянцева, М. Н. Череп, Н. А. Матвєєва, М. В. Кучук, Б. В. Моргун / // Сучасна фітоморфологія. Матер. І міжнар. наук. конф. (24−26 квіт. 2012, Львів. Нац. ун-тет ім. Івана Франка): 2. – (2012) – С. 261–263. – Бібліогр. : 5 назв. – укр. – рез.: укр., англ. – Режим доступу: http://bioweb.franko.lviv.ua/biologh/mp2ed.pdf#page=259
279. **Многофункциональные приемные комплексы ВЧ диапазона для исследования динамических процессов в ионосфере** / С. Б. Кащеев, В. Г. Галушко, А. В. Колосков, И. И. Пикулик, Ю. М. Ямпольский // Электромагн. методы исслед. окруж. пространства : сб. тез. докл. Первой укр. конф. (Харьков, 25–27 сент. 2012 г.). – Харьков, 2012. – С.181. – рус. – Режим доступа: http://ri.kharkov.ua/emes/EMES2012_Thesis.pdf
280. **О важности диагностики стальных цилиндрическихрезервуаров в условиях Антарктики** / Ю. Г. Жуковский, А. В.Кузько, И. В. Мороз // XI Міжнар. наук.-техн. конф. «Приладобудування: стан і перспективи», 24−25 квіт. 2012 року, НТУУ «КПІ», м. Київ, Україна. – 2012. – С. 31−33. – Режим доступа: http://kafpson.kpi.ua/Arhiv/proceeding12.pdf#page=13
281. **О волновом механизме взаимодействия атмосферной и космической погодных систем.** / А. В. Зализовский, Ю. М. Ямпольский // Электромагнитные методы исследования окружающего пространства : сб. тез. докл. Первой укр. конф. (Харьков, 25–27 сент. 2012 г.). – Харьков, 2012. – 308 с. – С. 74. – рус. – Режим доступа: http://ri.kharkov.ua/emes/EMES2012_Thesis.pdf
282. **Особенности биологии промысла патагонского клыкача (Dissostichus eleginoides, Nototheniidae, Perciformes) Антарктической части Атлантического океана** / И. В. Слипко. // Сучасні пробл. теорет. і практ. іхтіології / Матер. V Міжнар. іхтіол. наук.-практ. конф., присв. пам'яті І. Д. Штаревича; МОНмолодьспорт України, Чернівецький нац.. ун-т ім. Юрія Федьковича (13−16 верес. 2012 р.), м. Чернівці, Україна. – 2012. – С. 219−220. – Режим доступу: http://www.eco-tiras.org/docs/berg/Cernauti-kof_ichthyo_chernivtsi_2012.pdf
283. **Особенности поведения волновых возмущений на высотах ионосферы при различных режимах освещенности** / В. М. Сомсиков, К. Е Нургалиева, Б. Т. Жумабаев, Н. М Салихов, А. С. Инчин, Ю. М. Ямпольский, А. .В. Зализовский, В. Н Лисаченко, Д. В. Шульга // Электромагн. методы исслед. окруж. пространства : сб. тез. докл. Первой укр. конф. (Харьков, 25–27 сент. 2012 г.). – Харьков, 2012. – 308 с. – С. 232−234. – рус. – Режим доступа: http://ri.kharkov.ua/emes/EMES2012_Thesis.pdf
284. **Поиск недельных циклов в глобальных вариациях погоды и поведении интенсивности электромагнитных шумов** / Е. М. Занимонский, А. В. Пазнухов, А. В. Соина, Ю. М. Ямпольский, Я. Крыньский // Электромагн. методы исслед. окруж. пространства : Сб. тез. докл. Первой укр. конф. (Харьков, 25–27 сент. 2012 г.). – Харьков, 2012. – С. 277. – рус. – Режим доступа: http://ri.kharkov.ua/emes/EMES2012_Thesis.pdf
285. **Реакция ионосферы высоких и средних широт на изменения солнечной активности в 11-летнем цикле** / Е. М. Занимонский, А. А. Сопин, А. В. Пазнухов, В. Н. Лисаченко, Ю. М. Ямпольский // Электромагн. методы исслед. окруж. пространства : Сб. тез. докл. Первой укр. конф. (Харьков, 25–27 сент. 2012 г.). – Харьков, 2012. – С. 218. – рус. – Режим доступа: http://ri.kharkov.ua/emes/EMES2012_Thesis.pdf
286. **Сезонно-суточные вариации частотно-импульсных характеристик сигналов на сверхдальних радиолиниях** / А. В. Зализовский // Электромагн. методы исслед. окруж. Пространства : сб. тез. докл. Первой укр. конф. (Харьков, 25–27 сент. 2012 г.). – Харьков, 2012. – С. 177. – рус. – Режим доступа: http://ri.kharkov.ua/emes/EMES2012_Thesis.pdf
287. **Україна і Антарктида** / А. Музиченко, В. О. Мовчан // Відкритий міжнар. ун-тет розв. людини «Україна». Студ. наук. тов-во Всеукр. молод. громад. орг. студентів, інвалідів «Гаудеамус» Молодь: освіта, наука, духовність. IX Всеукр. наук. конф. студентів і молод. вчених : тез. доп.. Ч. 3. – 2012. – К. : Ун-тет «Україна».– С. 448–449.– укр – Режим доступу: http://www.vmurol.com.ua/upload/Naukovo_doslidna%20robota/Elektronni_vidannya/Molod_osvita/zbirnik%20tez_2012_part_3.pdf#page=448
288. **Электромагнитные исследования Украины в Антарктике** / Ю. М. Ямпольский, Л. Н. Литвиненко // Электромагн. методы исслед. окруж. пространства : Сб. тез. докл. Первой укр. конф. (Харьков, 25–27 сент. 2012 г.). – Харьков, 2012. – 308 с. – С. 24−26. – рус. – Режим доступа: http://ri.kharkov.ua/emes/EMES2012_Thesis.pdf

289. **Design of National Antarctic Data Center internet-portal on the base of ontology** / R. L. Novogrudskaya, I. A. Kuzin, K. S. Mochalkina // Microwave and Telecommunication Technology (CriMiCo), 2012 22nd International Crimean Conference. – 2012, IEEE. – P. 421−422. – Available online at: Cite @inproceedings{novogrudskaya2012design
290. **Development of Ukranian National Antarctic Data Centre** / L. S.Globa, V. A.Litvinov, I. V. Moroz, R. L. Novogrudska // XXXII SCAR and Open Science Conference & COMNAP XXIV AGM (Portland State University, Portland, USA, 17−19 July, 2012). – 2011
291. **Graphic Models of the Antarctic Legal Regime** / A. Fedchuk // Proceedings of the International Polar Year Conference "From Knowledge to Action" (22−27 April, Montreal, Canada). – Montreal, 2012. – Poster 2201.
292. **Ontology Based Approach to Antarctic Knowledge Portal Designing** / L. S. Globa, R. L. Novogrudska // 18 international multy-conference ACS'2012 (Poland 30 May – 1 June 2012). – 2011.
293. **Quantitative Characteristics of Values in Antarctica and Threats for Antarctic** / O. Kuzko, M. Leonov, A. Fedchuk, V. Savchenko // Proceedings of the XXXII-SCAR Open Science Conference "Antarctic Science and Policy Advice in a Changing World" (July 13−25, 2012, Portland, USA). – Portland : State University, 2012. – Abstract No 46.
294. **Reproduction features of deschampsia antarctica plants in antarctic region** / N. Taran, O. Kravets, V. V. Ganchurin // Abstract book of Inernational Symposium on Cell Biology jointly with 3rd Ukrainian Congress for Cell Biology (May 16−20, 2012, Resort Livadiya, Yalta). – P. 169.
295. **Semi-centennial Antarctic Governance: Lessons Learned from the Antarctic Treaty System** / A. Fedchuk // 32nd International Geographical Congress: Book of Abstracts. – Colonge, 2012. – P. 408.
296. **The Development of Antarctic Tourism: Implications of Multilevel Spatial Management** / A. Fedchuk // 32nd International Geographical Congress : Book of Abstracts. – Colonge, 2012. – P. 226−227.
297. **The Ranking of Multiple Values in Antarctica** / O. Kuzko, M. Leonov, A. Fedchuk // Proceedings of the International Polar Year Conference "From Knowledge to Action" (22−27 April, Montreal, Canada). – Montreal, 2012.

Офіційні документи[6]
Official papers

А. Робочі та інформаційні документи, надані українською делегацією на Консультативні Наради з Договору про Антарктику та наради Комітету з охорони навколишнього середовища
Working and Informational Papers, submitted by Ukrainian Delegations at the Antarctic Treaty Consultative Meetings and Committee on Environmental Protection

2015-2016 рр.

298. **Опыт проведения совместной украино-турецкой антарктической экспедиции на станции Академик Вернадский в 2016 году** / (Делегация Украины) // Информ. док. IP-029, XXXIX Консульт. Совещ. по Договору об Антарктике (23 мая – 01 июня 2016 г., Сантьяго, Чили). – 2016. – 3 с. – Режим доступа: http://www.uac.gov.ua/custom_content_source_list/knda/2016/ATCM39_ip029_r.doc
299. **Правила поведения для посетителей островов Ялур, архипелаг Вильгельма /** (Делегации Великобритании, Украины, США, Аргентины и МААТО) // Раб. док. WP-032, XIX Совещ. Комитета по охране окруж.среды (11–15 июня, 2016, Сантьяго, Чили). – 2016. – 6 с. – Режим доступа: http://www.uac.gov.ua/custom_content_source_list/knda/2016/ATCM39_wp032_r.doc
300. **Об уплате частями взносов Консультативными Сторонами в Секретариат Договора об Антарктике** / (Делегация Украины) // Раб. док. WP-045, XXXVIII Консульт. Совещ. по Договору об Антарктике (01 – 10 июня 2015 г., София, Болгария). – 2015. – 4 с. – Режим доступа: http://www.ats.aq/devAS/ats_meetings.aspx?lang=r

[6] Документи підготовлені російською мовою як однією з чотирьох офіційних мов Консультативної наради з Договору про Антарктику.

2013 р.

301. **Работы по обеспечению жизнедеятельности, проведенные на станции Академик Вернадский в сезоне 2011-2012 гг.** / (Делегация Украины) // Справ. Док. ВР-011, XXXVI Консульт. Совещ. по Договору об Антарктике (20 – 29 мая 2013 г., Брюссель, Бельгия) : отчет. – 2013. – 3 с. – Режим доступа: http://www.ats.aq/devAS/ats_meetings.aspx?lang=r
302. **Исследования на станции Академик Вернадский в соответствии с Государственной целевой научно-технической программой проведения исследований в Антарктике на 2011-2020 года** / (Делегация Украины) // Справ. Док. ВР-012, XXXVI Консульт. Совещ. по Договору об Антарктике (20 – 29 мая 2013 г., Брюссель, Бельгия): отчет. – 2013. – 3 с. – Режим доступа: http://www.ats.aq/devAS/ats_meetings.aspx?lang=r

2012 р.

303. **Правила поведения для посетителей участка Порт Шарко, остров Бут** / (Делегации Великобритании, Аргентины, Франции, Украины, США и МААТО) // Раб. докум. WP-016, XV Совещ. Комитета по охране окруж. среды (11−15 июня, 2012, Хобарт, Тасмания, Австралия). – 2012. – 4 с. – Режим доступа: http://www.uac.gov.ua/images/intcoop/ATCM35_wp016_r.doc
304. **Прогресс Украины в создании широкомасштабной системы управления в районе станции Академик Вернадский** / (Делегация Украины) // Информ. докум. IP-068, XV Совещ. Комитета по охране окруж. среды (11−15 июня, 2012, Хобарт, Тасмания, Австралия): отчет. – 2012. – 2 с. – Режим доступа: http://www.uac.gov.ua/images/intcoop/ATCM35_ip068_r.doc
305. **Report on scientific activity of Ukraine for 2011-2012 season** / (Delegation of Ukraine) // Background Paper BP-004, XXXV Antarctic Treaty Consultative Meeting (11-20 June, 2012, Hobart, Tasmania, Australia): report. – 2012. – 3 pp. – Available online at: http://www.uac.gov.ua/images/intcoop/ATCM35_bp004_e.doc.

Б. Офіційні документи, надані делегацією України на розгляд Комісії зі збереження морських живих ресурсів Антарктики та її робочих груп

Official papers submitted by Delegation of Ukraine at the Commission on Conservation of Antarctic Marine Leaving Resources and its working groups

2015–2016 рр.

306. **Progress report of the CEMP camera network in Subarea 48.1** / J. Hinke, G. Watters, M. Santos, M. Korczak-Abshire, G. Milinevsky, A. Barbos, C.Southwell and L. Emmerson // SC-CCAMLR/WG-EMM-16/58 (Bologna, Italy, 2016): report. – 2016. – Available online at: http://www.ccamlr.org/en/wg-emm-16/58.
307. **Proposal by Ukraine to amend CCAMLR Conservation Measure 10-05 on the Dissostichus Catch Documentation Scheme** / (Delegation of Ukraine) // CCAMLR-XXXV/29 (Hobart, Tasmania, Australia, 2016): report. – 2016.
308. **On interim distribution of the trigger level in the fishery for Euphausia superba in statistical Subareas 48.1, 48.2, 48.3 and 48.4** / (Delegation of Ukraine) // CCAMLR-XXXV/30 (Hobart, Tasmania, Australia, 2016): report. – 2016.
309. **Amendments to Conservation Measure 51-06 (2014) General measure for scientific observation in fisheries for Euphausia superba** / (Delegation of Ukraine) // CCAMLR-XXXV/31 (Hobart, Tasmania, Australia, 2016): report. – 2016.
310. **Proposed amendments to Conservation Measure 51-06 (2014) General measure for scientific observation in fisheries for Euphausia superba** / (Delegation of Ukraine) // CCAMLR-XXXIV/BG/34 (Hobart, Tasmania, Australia, 2015): report. – 2015.
311. **On interim distribution of the trigger level in the fishery for Euphausia superba in statistical Subareas 48.1, 48.2, 48.3 and 48.4 superba** / (Delegation of Ukraine) // CCAMLR-XXXIV/BG/35 (Hobart, Tasmania, Australia, 2015): report. – 2015.
312. **Preliminary assessment of the potential for proposed bottom-fishing activities to have significant adverse impacts on vulnerable marine ecosystems superba** / (Delegation of Ukraine) // SC-CAMLR-XXXIV/BG/05 (Hobart, Tasmania, Australia, 2015): report. – 2015.

2014 р.

313. **Proposed amendments to the CM 51-06 on increase observer coverage in the krill fishery superba** / (Delegation of Ukraine) // CCAMLR-XXXIII/16 (Hobart, Tasmania, Australia, 2014): report. – 2014.
314. **Preliminary assessments of the potential for proposed bottom-fishing activities to have significant adverse impacts on vulnerable marine ecosystems superba** / (Delegation of Ukraine) // SC-CAMLR-XXXIII/BG/11 (Hobart, Tasmania, Australia, 2014): report. – 2014.

2013 р.

315. **Otification of Ukraine's intention to participate in the krill fishery in 2013/14 superba** / (Delegation of Ukraine) // CCAMLR-XXXII/10 Rev.1 (Hobart, Tasmania, Australia, 2013): report. – 2013.
316. **On absence of legal ability to organise marine protected areas in the high seas of the World Ocean, including the Antarctic waters superba** / (Delegation of Ukraine) // CCAMLR-SM-II/BG/10 (Bremerhaven, Germany, 2013): report. – 2013.

2012 р.

317. **Features of growth of young Weddell seal** / A. Salhanskyy; Scientific Committee of CCAMLR, Working Group on Ecosystem Monitoring and Management // SC-CCAMLR/WG-EMM-12/21 (Santa Cruz de Tenerife, Spain, 2012): report. – 2012. – Available online at: http://www.ccamlr.org/en/wg-emm-12/21.
318. **Notifications of Ukraine's intention to conduct exploratory long-line fisheries for *Dissostichus spp.* in 2012-2013** / (Delegation of Ukraine) // CCAMLR-XXXI/26 Rev. 1 (Hobart, Tasmania, Australia, 2012): report. – 2012. – Available online at: http://www.ccamlr.org/en/ccamlr-xxxi/26-rev-1.
319. **Notification of Ukraine's intent to conduct krill fishing in 2012-2013** / (Delegation of Ukraine); Scientific Committee of CCAMLR, Working Group on Ecosystem Monitoring and Management // SC-CCAMLR/WG-EMM-12/13 (Santa Cruz de Tenerife, Spain, 2012): report. – 2012.
320. **Some peculiarities of the distribution and fishing of *Euphausia superba* in the Indian sector of the Southern Ocean (by results of USSR fleet operations in 1970–1990)** / L. Pshenichnov; Scientific Committee of CCAMLR, Working Group on Ecosystem Monitoring and Management // SC-CCAMLR/WG-EMM-12/35 (Santa Cruz de Tenerife, Spain, 2012): report. – 2012. – Available online at: http://www.ccamlr.org/en/wg-emm-12/35.
321. **The first site of the Marine Protected Area network in the Akademik Vernadsky Station region: Argentine Islands, Skua Creek** / (Delegation of Ukraine); Scientific Committee of CCAMLR, Working Group on Ecosystem Monitoring and Management // SC-CCAMLR/WG-EMM-12/25 (Santa Cruz de Tenerife, Spain, 2012): report. – 2012. – Available online at: http://www.ccamlr.org/en/wg-emm-12/25.

Інші публікації[7]
Other publications

322. **Антарктична Україна в дзеркалі преси = Antarctic press clips.** В 2-х томах / [кер. проекту В. Литвинов; упоряд. В. Бочкарьов]. – К. : НАНЦ МОН України, 2014. – Т. 1 (1994−2004). – 515 с.; Т.2 (2005-2014). – 522 с.
323. **Національний антарктичний науковий центр, 1993 − 2013.** Україна в Антарктиці – XX [років] = National Antarctic scientific center, 1993 − 2013 : [презентац. альб.] / [керівник проекту В. А. Литвинов]. – Кривий Ріг : Діоніс, [2013]. – 140, [1] с. : фот. кольор. – Назва на корінці : Україна в Антарктиці. – Текст укр., англ., рос. – 350 экз. – ISBN 978-966-2775-53-2
324. **Полярниці** [Электронний ресурс] / Н. Віденіна // Видеозап. – К. : Телеканал ICTV, 2012. – 20 серпня. – Проект «СТОП – 10» (рейтинг нежіночих професій). – 3 хв. 34 с. – Режим доступу: http://stop10.ictv.ua/videos/19511/

[7] Науково-популярні, інформаційно-рекламні, літературно-художні видання.

325. **Експедиція XXI** : наук.-популярне вид. / Міністерство освіти і науки України, Нац. антаркт. наук. центр; голов. ред. В. Бочкарьов. – К. : 2015. – № 9−10. – Режим доступу: http://www.uac.gov.ua/SitePages/Home/ex21_9-10.aspx
326. **Експедиція XXI** : наук.-популярне вид. / Міністерство освіти і науки України, Нац. антаркт. наук. центр; голов. ред. В. Бочкарьов. – К. : 2013. – № 8. – Режим доступу: http://www.uac.gov.ua/SitePages/Home/ex21_8.aspx
327. **Експедиція XXI** : наук.-популярне вид. / Міністерство освіти і науки України, Нац. антаркт. наук. центр; голов. ред. В. Бочкарьов. – К. : 2010−2012. – № 6−7. – Режим доступу: http://www.uac.gov.ua/SitePages/Home/ex21_6-7.aspx

ДОДАТОК А
(ДОПОВНЕННЯ СПИСКІВ ПУБЛІКАЦІЙ 2010–2011 рр.)

Статті в журналах і збірниках
Articles in journals and collections

328. **Геоелектромагнітне поле Антарктичного регіону за результатами фізичного моделювання** / В. М. Кобзова, А. Ф. Сенчина // Геодинаміка . – 2011. – № 2. – С. 113−115. – Бібліогр. : 4 назв. – укр.
329. **Диатомовые обрастания китов малых полосатиков в водах Антарктики** / В. П. Герасимюк, В. Л. Зинченко // Гидробиол. журн . – 2011. – **47**, № 5. – С. 29−36. – Библиогр. : 15 назв. – рус.
330. **Морская сеть наблюдений Украины: прошлое и настоящее** (повідомлення). 90-летию гидрометеорологической службы Украины посвящается / В. А. Наумова, Т. Г. Мытник, В. П. Евстигнеев, Е. П. Любарец, М. П. Евстигнеев // Наук. праці УкрНДГМІ.– 2011. – Вип. 261. – С. 257. – Режим доступа: http://www.nbuv.gov.ua/portal/natural/Npundgi/2011_261/261_257.pdf
331. **Озоновий шар атмосфери як пріоритетний об'єкт правової охорони** / Н. І. Золотарьова // Вісник НТУУ «КПІ». Політологія. Соціологія. Право. – 2011. – Вип. 3. – № 11. – С. 152−155. – Библиогр. : 8 назв. – укр. – Режим доступу: http://www.nbuv.gov.ua/Portal/soc_gum/VKPI_soc/2011_3/Zolotar.pdf
332. **Перспективы использования экстремофильных антарктических микроорганизмов для создания новых промышленных биотехнологий** / А. Б. Таширев, В. А.Романовская, Т. В. Береговая, Н. А. Матвеева, П. В. Рокитко, А. А. Таширева, Т. В. Фалалеева // Укр. антаркт. журн. – 2010. – № 9. – С. 158−186
333. **Підходи до оцінки ступеня вигоряння у осіб з напруженою працею за допомогою логістичних моделей** / Г. Ю. Пишнов, В. В. Кальниш // Укр. мед. часоп . – 2011. – № 3. – С. 101−105. – Бібліогр. : с. 105. – укр.
334. **Структура и функционирование антарктических морских прибрежных экосистем в условиях природного и антропогенного загрязнения** / Э. З. Самышев // Мор. екол. журн. – 2011. – 10, № 2. – С. 5−25. – Библиогр. : 42 назв. – рус.
335. **The VII Ukrainian Antartic expedition transatlantic journey impact on the *Drosophila melanogaster* crossing over** / Y. B. Shepeta, M. J. Rursa, I. A. Kozeretska // Вісн. Одеського нац. ун-ту. Сер. Біологія.- 2011. – **16**, Вип. 18 (25). – С. 29−34. – Бібліогр. : 10 назв. – англ. – Режим доступу: http://www.nbuv.gov.ua/Portal/Chem_Biol/Vonu_biol/2011_18/index/04.pdf
336. **The influence of some environmental factors on cytological and biometric parameters and chlorophyll content of Deschampsia antarctica Desv. in the maritime Antarctic** / I. Yu. Parnikoza, P. Loro, N. Yu. Miryuta, V. A. Kunakh, I. A. Kozeretska, *Tsitologia i genetika*, **45** (3), p.43−50, May 2011
337. **Various responses to copper and manganese exposure of Carassius auratus gibelio from two populations /** H. I. Falfushynska, L. L. Gnatyshyna, O. B. Stoliar, Yoon Kwon Nam // Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology, 154 (3), p. 242−253, Sep 2011. – Available online at : doi:10.1016/j.cbpc.2011.06.001

Матеріали конференцій.
Conference proceedings

338. **V Международная антарктическая конференция** / В. П. Рыбачук // Наука та наукознавство. – 2011. – № 2. – С. 178–180. – рус. – Режим доступа: http://www.scienceofscience.16mb.com/SSS20112.pdf

339. **Автоматизована система Національного Центру антарктичних даних** / Л. С. Глоба, В. Б. Ковгар, В. Є. Козлітін, Є. С. Серединін // V Міжнар. антаркт. конф. «Антарктика і глоб. системи Землі: нові виклики та персп.» (м. Київ, 2011 р.) : тез. – 2011. – С.10–13.
340. **Національний центр антарктичних даних, як невід'ємна частина наукових досліджень України в Антарктиці** / Л. С. Глоба, В. А. Литвинов, І. В. Мороз // Міжнар. наук конгрес з розв. інформ.-комунікац. технол. та розбудови інформ. суспіль. в Україні (м. Київ, 2011 р.): тез. – 2011. – С. 66–67.
341. **Створення національного центру антарктичних даних** / Л. С. Глоба // Міжнар. інновац. форум країн СНД (м. Київ, 27–30 верес. 2011 р.) : тез. – 2011. – С. 41–42.
342. **Створення єдиного інформаційного середовищ даних антарктичних досліджень** / Л. С. Глоба // V Міжнар. антаркт. конф. «Антарктика і глоб. системи Землі: нові виклики та персп.» (м. Київ, 2011 р.) : тез. – 2011. – С. 131–132.
343. **Spatial governance of Antarctica: the development of the legal regime and Ukraine's national interests** / A. Fedchuk // Material of the International Conference "Territorial Identity and Geopolitics" (18–23 September, 2011, Kyiv-Crimea). – Kyiv : Akademperiodika, 2011. – P. 40–42.
344. **The Development Non-governmental Activity at Vernadsky Station** / A. Fedchuk // Abstracts Volume of the V International Antarctic Conference "Antarctica and Earth Global Systems: New Challenges and Outlooks" (May 17–19, 2011, Kyiv). – Kyiv, 2011. – P. 33.

Інші публікації
Other publications

345. **Пригоди кенгурятка та його друзів. Природний світ Австралії та Антарктиди** [для дошк. та мол. шк. віку] / Андрій Синичкін, Катя Конфеткіна. – Донецьк : Кредо, 2011. – 62 с. : кольор. іл. – (Прогулянки навколо світу ; [кн.5]). – 1500 экз. – ISBN 978-966-2455-81-6

ДОДАТОК Б
(ДОКУМЕНТИ УКРАЇНИ, НАДАНІ ДО МІЖНАРОДНИХ ОРГАНІВ СИСТЕМИ ДОГОВОРУ ПРО АНТАРКТИКУ 1992–2011 РР.)

Б.1. Робочі та інформаційні документи, надані українською делегацією на Консультативні Наради з Договору про Антарктику та наради Комітету з охорони навколишнього середовища
Working and Informational Papers, submitted by Ukrainian Delegations at the Antarctic Treaty Consultative Meetings and Committee on Environmental Protection

2011 р.

346. **Возведение православной часовни на станции Академик Вернадский** / (Делегация Украины) // Информ. докум. IP-127, XXXIV Консульт. Совещ. по Договору об Антарктике (20 июня – 01 июля 2011 г., Буэнос-Айрес, Аргентина) : отчет. – 2011. – 3 с. – Режим доступа: http://www.uac.gov.ua/images/intcoop/ATCM34_ip127_r.doc
347. **Исследования Украины в Антарктике: 2002–2011 гг.** / (Делегация Украины) // Информ. докум. IP-112, XXXIV Консультативное Совещ. по Договору об Антарктике (20 июня – 01 июля 2011 г., Буэнос-Айрес, Аргентина) : отчет. – 2011. – 2 с. – Режим доступа: http://www.uac.gov.ua/images/intcoop/ATCM34_ip112_r.doc
348. **Правила, регулирующие посещение станции Академик Вернадский / (Делегация Украины)** // Информ. докум. IP-110, XIV Совещ. Комитета по охране окруж. среды (20–25 июня 2011 г., Буэнос-Айрес, Аргентина) : отчет. – 2011. – 5 с. – Режим доступа: http://www.uac.gov.ua/images/intcoop/ATCM34_ip110_r.doc
349. **Установка нового метеорологического оборудования на станции Академик Вернадский** / (Делегация Украины) // Информ. докум. IP-111, XXXIV Консульт. Совещ. по Договору об Антарктике (20 июня – 01 июля 2011 г., Буэнос-Айрес, Аргентина) : отчет. – 2011. – 2 с. – Режим доступа: http://www.uac.gov.ua/images/intcoop/ATCM34_ip111_r.doc
350. **Annual Report Pursuant to Article 17 of the Protocol on Environmental Protection to the Antarctic Treaty** / (Delegation of Ukraine) // Informational Paper IP-093, XIV Meeting of the

Committee on Environmental Protection (20 June – 01 July, 2011, Buenos Aires, Argentina) : report. – 2011. – 2 pp. – Available online at: http://www.uac.gov.ua/home/uac.gov.ua/public_html/images/intcoop/ATCM34_ip093_e.doc

351. **Notifications of Ukraine's intention to conduct exploratory long-line fisheries for *Dissostichus spp.* in 2011-12** / (Delegation of Ukraine) // CCAMLR-XXX/21 (Hobart, Tasmania, Australia, 2011): report. – 2011.
352. **On marine protected areas in the Southern Ocean** / G. P. Milinevsky, S. B. Kovalonok; CCAMLR Workshop on Marine Protected Areas // WS-MPA-11/13 (Brest, France, 29 August – 02 September 2011) : report. – 2011. – Available online at: http://www.ccamlr.org/en/ws-mpa-11/13.
353. **Preliminary results of the experiment on definition of Antarctic krill mortality rate in fishery** / L. Pshenichnov, K. Vyshniakova; Scientific Committee of CCAMLR, Working Group on Ecosystem Monitoring and Management // SC-CCAMLR/WG-EMM-11/15 (Busan, Republic of Korea, 2011): report. – 2011. –Available online at: http://www.ccamlr.org/en/wg-emm-11/15.
354. **Antarctic krill and climate change** / H. Flores, A. S. Atkinson, E. Bravo Rebolledo, V. Cirelli, G. Milinevsky at al.; Scientific Committee of CCAMLR, Working Group on Ecosystem Monitoring and Management // SC-CCAMLR/WG-EMM-11/16 (Busan, Republic of Korea, 2011): report. – 2011. – Available online at: http://www.ccamlr.org/en/wg-emm-11/16.

2010 р.

355. **Доклад об инциденте в Доме Уорди (ИМП № 62)** / (Делегация Великобритании, Франции, Украины) // Раб. докум. WP-025, XXXIII Консультативного Совещ. по Договору об Антарктике (03-14 мая, 2010, Пунта-дель-Эсте, Уругвай) : отчет. – 2010. – 2 с. – Режим доступа: http://www.uac.gov.ua/images/intcoop/ATCM33_wp025_r.doc
356. **Прогресс в создании широкомасштабной системы управления в районе станции Академик Вернадский** / (Делегация Украины) // Информ. докум. IP-071, XIII Совещ. Комитета по охране окруж. среды (03-07 мая, 2010, Пунта-дель-Эсте, Уругвай) : отчет. – 2010. – 2 с. – Режим доступа: http://www.uac.gov.ua/images/intcoop/ATCM33_ip071_r.doc
357. **Отчет Украины о выполнении положений Протокола по охране окружающей среды к Договору об Антарктике (в соответствии со ст. 17 Протокола)** / (Делегация Украины) // Информ. докум. IP-072, XIII Совещ. Комитета по охране окруж. среды (03-07 мая, 2010, Пунта-дель-Эсте, Уругвай) : отчет. – 2010. – 3 с. – Режим доступа: http://www.uac.gov.ua/images/intcoop/ATCM33_ip072_r.doc
358. **On the future revision of the Conservation Measure 51-07 (2009) Interim distribution of the trigger level in the krill fishery in Statistical Subareas 48.1, 48.2, 48.3 and 48.4** / (Delegation of Ukraine) // CCAMLR-XXIX-47 (Hobart, Tasmania, Australia, 2010) : report. – 2010. – 4 pp. – Available online at: http://www.ccamlr.org/en/ccamlr-xxix/47.
359. **On the scientific observation and krill escape mortality in the krill fishery** / (Delegation of Ukraine) // CCAMLR-XXIX-45 (Hobart, Tasmania, Australia, 2010) : report. – 2010. – 6 pp. – Available online at: http://www.ccamlr.org/en/ccamlr-xxix/45.
360. **Resolution of the Ukraine–Russian seminar 'Climate, South Ocean Resources, CCAMLR and Antarctic krill'** / (Delegation of Ukraine) // CCAMLR-XXIX/BG/35 (Hobart, Tasmania, Australia, 2010) : report. – 2010. – 5 pp. – Available online at: http://www.ccamlr.org/en/ccamlr-xxix/bg/35.

2009 р.

361. **Возможности широкомасштабного управления в районе станции Академик Вернадский** / (Делегация Украины) // Информ. докум.IP-062, XII Совещ. Комитета по охране окруж. среды (06−10 апр. 2010, Балтимор, США). – 2009. – 6 с. – Режим доступа: http://www.uac.gov.ua/images/intcoop/ATCM32_ip062_r.doc
362. **Правила поведения для посетителей участка «Дом Уорди» (остров Уинтер, Аргентинские острова)** / (Делегации Украины и Великобритании) // Раб. докум. WP-019, XII Совещание Комитета по охране окружающей среды (06-10 апреля 2010, Балтимор, США). – 2009. – 6 с. – Режим доступа: http://www.uac.gov.ua/images/intcoop/ATCM32_wp019_r.doc
363. **Украина в Антарктике: второе десятилетие исследований** / (Делегации Украины) // Информ. докум. IP-063, XXXII Консульт. Совещ. по Договору об Антарктике (06-17 апр. 2010, Балтимор, США). – 2009. – 3 с. – Режим доступа: http://www.uac.gov.ua/images/intcoop/ATCM32_ip063_r.doc

364. **Ukrainian Antarctic Research for 2008-2009 summer season** / (Delegation of Ukraine) // Informational Paper IP-064, XXXII Antarctic Treaty Consultative Meeting (06-17 April 2009, Baltimore, USA) : report. – 2009. – 3 pp. – Available online at: http://www.uac.gov.ua/images/intcoop/ATCM32_ip064_e.doc

2008 р.

365. **Правила поведения для посетителей участка «Дом Уорди» (остров Уинтер, Аргентинские острова)** / (Делегации Украины и Великобритании) // Раб. докум. WP-002, XI Совещ. Комитета по охране окруж. среды (02−06 июня 2008, Киев, Украина). – 2008. – 6 с. – Режим доступа: http://www.uac.gov.ua/images/intcoop/ATCM31_wp002_r.doc
366. **Annual report pursuant to Article 17 of the Protocol on Environmental Protection to the Antarctic Treaty** / (Delegation of Ukraine) // Informational Paper IP-022, XI Meeting of the Committee on Environmental Protection (02−06 June 2008, Kyiv, Ukraine) : report. – 2008. – 4 pp. – Available online at: http://www.uac.gov.ua/images/intcoop/ATCM31_ip022_e.doc
367. **Initial Environmental Evaluation on "RMM-technology on recycling of solid food wastes at Ukrainian Antarctic Vernadsky station"** / (Delegation of Ukraine) // Informational Paper IP-024, XI Meeting of the Committee on Environmental Protection (02−06 June 2008, Kyiv, Ukraine). – 2008. – 6 pp. – Available online at: http://www.uac.gov.ua/images/intcoop/ATCM31_ip124_e.doc
368. **On the Issue of the Replacement of Fuel Tanks at Vernadsky Station** / (Delegation of Ukraine) // Informational Paper IP-102, XI Meeting of the Committee on Environmental Protection (02−06 June 2008, Kyiv, Ukraine): report. – 2008. – 2 pp. – Available online at: http://www.uac.gov.ua/images/intcoop/ATCM31_ip102_e.doc
369. **The international collaboration in the urgent action of the winterer substitution at Vernadsky Station** / (Delegation of Ukraine) // Informational Paper IP-129, XXXI Antarctic Treaty Consultative Meeting (02−13 June 2008, Kyiv, Ukraine) : report. – 2008. – 2 pp. – Available online at: http://www.uac.gov.ua/images/intcoop/ATCM31_ip129_e.doc

2007 р.

370. **Annual report pursuant to Article 17 of the Protocol on Environmental Protection to the Antarctic Treaty** / (Delegation of Ukraine) // Informational Paper IP-031, X Meeting of the Committee on Environmental Protection (03−07 April 2007, New Delhi, India) : report. – 2007. – 3 pp. – Available online at: http://www.uac.gov.ua/images/intcoop/ATCM30_ip031_e.doc
371. **Ukrainian Antarctic Research for 2006-2007 summer season** / (Delegation of Ukraine) // Informational Paper IP-020, XXX Antarctic Treaty Consultative Meeting (03 April – 11 May 2007, New Delhi, India) : report. – 2007. – 6 pp. – Available online at: http://www.uac.gov.ua/images/intcoop/ATCM30_ip020_e.doc
372. **The Replacement of Fuel Tanks at Vernadsky Station** / (Delegation of Ukraine) // Informational Paper IP-030, X Meeting of the Committee on Environmental Protection (03-07 April 2007, New Delhi, India) : report. – 2007. – 5 pp. – Available online at: http://www.uac.gov.ua/images/intcoop/ATCM30_ip030_e.doc.

2006 р.

373. **Замена резервуаров для хранения топлива на станции Академик Вернадский** / (Делегация Украины) // Раб. докум. WP-036, IX Совещ. Комитета по охране окруж. среды (12—16 июня 2006, Эдинбург, Великобритания). – 2006. – 6 с. – Режим доступа: http://www.uac.gov.ua/images/intcoop/ATCM29_wp036_r.doc
374. **Annual report pursuant to Article 17 of the Protocol on Environmental Protection to the Antarctic Treaty** / (Delegation of Ukraine) // Informational Paper IP-048, IX Meeting of the Committee on Environmental Protection (12−16 June 2006, Edinburg, the UK): report. – 2006. – 5 pp. – Available online at: http://www.uac.gov.ua/images/intcoop/ATCM29_ip048_e.doc
375. **Ukrainian Antarctic Research for 2005-2006 summer season** / (Delegation of Ukraine) // Informational Paper IP-049, XXIX Antarctic Treaty Consultative Meeting (12-23 June 2006, Edinburg, the UK): report. – 2006. – 5 pp. – Available online at: http://www.uac.gov.ua/images/intcoop/ATCM29_ip049_e.doc

2005 р.

376. **Annual report pursuant to Article 17 of the Protocol on Environmental Protection to the Antarctic Treaty. The Ukraine (2005)** / (Delegation of Ukraine) // Informational Paper IP-101, VIII Meeting of the Committee on Environmental Protection (06-10 June 2005, Stockholm, Sweden) : report. – 2005. – 3 pp. – Available online at: http://www.uac.gov.ua/images/intcoop/atcm28_ip101_e-CEP.doc
377. **Draft proposal for discussion to Antarctic Protected Areas System – Antarctic Specially Managed Area No XX "Petermann Island, Wilhelm Archipelago, Antarctic Peninsula"** / (Delegation of Ukraine) // Informational Paper IP-098, VIII Meeting of the Committee on Environmental Protection (06-10 June 2005, Stockholm, Sweden). – 2005. – 3 pp.
378. **Possibilities for environmental changes monitoring with the assistance of tourist ship cruises staff/ passenger photography in Antarctic Peninsula region** / (Delegation of Ukraine) // Informational Paper IP-100, XXVIII Antarctic Treaty Consultative Meeting (06−17 June 2005, Stockholm, Sweden). – 2005. – 3 pp. – Available online at: http://www.uac.gov.ua/images/intcoop/atcm28_ip100_e-Monitour.doc
379. **Ukrainian Antarctic Research for 2004-2005 summer season** / (Delegation of Ukraine) // Informational Paper IP-099, XXVIII Antarctic Treaty Consultative Meeting (06−17 June 2005, Stockholm, Sweden): report. – 2005. – 2 pp. – Available online at: http://www.uac.gov.ua/images/intcoop/atcm28_ip099_e_2004-2005.doc

2004 р.

380. **Заинтересованность Украины в Информ. докум. IP-026, XXVII** Консульт. Совещ. по Договору об Антарктике (24 мая – 04 июня 2004, Кейптаун, ЮАР). – 2004. – 2 с. – Режим доступа: http://www.uac.gov.ua/images/intcoop/27IP026R.doc
381. **Annual report pursuant to Article 17 of the Protocol on Environmental Protection to the Antarctic Treaty. The Ukraine (2004)** / (Delegation of Ukraine) // Informational Paper IP-102, XXVII Meeting of the Committee on Environmental Protection (24−28 May 2004, Cape Town, South Africa) : report. – 2004. – 3 pp. – Available online at: http://www.uac.gov.ua/images/intcoop/27IP102E.doc
382. **Ukraine Antarctic Research Program (1996−2003)** / (Delegation of Ukraine) // Informational Paper IP-016, XXVII Antarctic Treaty Consultative Meeting (24 May – 04 June 2004, Cape Town, South Africa): report. – 2004. – 35 pp. – Bibliogr. : 109. – eng. – Available online at: http://www.uac.gov.ua/images/intcoop/27IP016E_1996-2003.doc

2003 р.

383. **Ukraine Antarctic Scientific Research (1996-2003)** / (Delegation of Ukraine) // Informational Paper IP-074, XXVI Antarctic Treaty Consultative Meeting (09 – 20 June 2003, Madrid, Spain): report. – 2003. – 21 pp. – Bibliogr. : 79. – eng. – Available online at: http://www.uac.gov.ua/images/intcoop/ATCM26_ip074.rtf

2002 р.

384. **О соискании Украиной консультативного статуса страны-участницы Договора об Антарктике** / (Делегация Украины) // Информ. докум.IP-018, XXV Консультативное Совещание по Договору об Антарктике (10−20 сентября 2002, Варшава, Польша). – 2002. – 2 с. – Режим доступа: http://www.uac.gov.ua/images/intcoop/25IP018_R.doc
385. **Отчет Украины о выполнении положений Протокола по охране окружающей среды к Договору об Антарктике (согласно ст. 17 Протокола)** / (Делегация Украины) // Информ. докум. IP-019, V Совещ. Комитета по охране окружа. среды (10-14 сент. 2002, Варшава, Польша): отчет. – 2002. – 3 с. – Режим доступа: http://www.uac.gov.ua/images/intcoop/25IP019_R.doc
386. **Украинские научные исследования в Антарктике в рамках Государственной программы исследований Украины в Антарктике на 2002-2010 гг.** / (Делегация Украины) // Информ. докум.IP-018, XXV Консульт. Совещ. по Договору об Антарктике (10-20 сент. 2002, Варшава, Польша). – 2002. – 2 с. – Режим доступа: http://www.uac.gov.ua/images/intcoop/25IP017_R.doc

2000 р.

387. **Относительно ратификации Украиной Протокола об охране окружающей среды к Договору об Антарктике (Мадридского Протокола)** / (Делегация Украины) // Информ. докум.IP-041, III Совещ. Комитета по охране окруж. среды (11–15 сент. 2000, Гаага, Нидерланды): отчет. – 2002. – 2 с. – Режим доступа: http://www.uac.gov.ua/images/intcoop/SATCM12_ip041_r.pdf
388. **The report on an ecological situation at the Ukrainian Antarctic station Akademik Vernadsky: 1996-2000** / (Delegation of Ukraine) // Informational Paper IP-043, XII Special Antarctic Treaty Consultative Meeting (11–15 September 2000, Hague, Netherlands): report. – 2000. – 7 pp. – Available online at: http://www.uac.gov.ua/images/intcoop/SATCM12_ip043_e.pdf

Б.2. Офіційні документи, надані делегацією України на розгляд Комісії зі збереження морських живих ресурсів Антарктики та її робочих груп
Official papers submitted by Delegation of Ukraine at the Commission on Conservation of Antarctic Marine Leaving Resources and its working groups

2009 р.

389. **On methods of the experiment carried out to determine the rate of 'escape mortality' on fishing or research vessels during Antarctic krill fishery** / (Delegation of Ukraine) // SC-CAMLR-XXVIII/BG/10 (Hobart, Tasmania, Australia, 2009) : report. – 2009. – 8 pp. – Available online at: http://www.ccamlr.org/en/sc-camlr-xxviii/bg/10.
390. **On the scientific observation and the management of Antarctic krill fisheries in Statistical Area 48** / (Delegation of Ukraine) // CCAMLR-XXVIII/BG/26 (Hobart, Tasmania, Australia, 2009) : report. – 2009. – 5 pp.
391. **Proposed amendments to Conservation Measure 51-01 (2008) Precautionary catch limitations on *Euphausia Superba* in statistical subareas 48.1, 48.2, 48.3 and 48.4** / (Delegation of Ukraine) // CCAMLR-XXVIII/48 (Hobart, Tasmania, Australia, 2009) : report. – 2009. – 6 pp. – Available online at: http://www.ccamlr.org/en/ccamlr-xxviii/48.
392. **Relevant issues in regards to the management of Antarctic krill fisheries in area 48** / G. Milinevsky, L. Pshenichnov; Scientific Committee of CCAMLR, Working Group on Ecosystem Monitoring and Management // SC-CCAMLR/WG-EMM-09/31 (Bergen, Norway, 2009): report. – 2009. – 4 pp. – Available online at: http://www.ccamlr.org/en/wg-emm-09/31.
393. **Results of the research project to digitise historical Soviet krill fishing expedition data** / (Delegation of Ukraine) // CCAMLR-XXVIII/BG/18 (Hobart, Tasmania, Australia, 2009): report. – 2009. – 5 pp. – Available online at: http://www.ccamlr.org/en/ccamlr-xxviii/bg/18.
394. **The research project to digitize historical Soviet krill fishing expedition data** / G. Milinevsky, L. Pshenichnov; Scientific Committee of CCAMLR, Working Group on Ecosystem Monitoring and Management // SC-CCAMLR/WG-EMM-09/30 (Bergen, Norway, 2009): report. – 2009. – 4 pp. – Available online at: http://www.ccamlr.org/en/wg-emm-09/30.

2008 р.

395. **Current uncertainties in scientific data for risk assessments in the allocation of krill catch limits among SSMUs in Area 48** / (Delegation of Ukraine) // CCAMLR-XXVII/43(Hobart, Tasmania, Australia, 2008) : report. – 2008. – 3 pp..
396. **Proposed amendments to Conservation Measures dealing with catch limits for the krill fishery** / (Delegation of Ukraine) // CCAMLR-XXVII/42 (Hobart, Tasmania, Australia, 2008): report. – 2008. – 3 pp.
397. **State of Antarctic krill (*Euphasia superba*) fisheries in Statistical Subarea 48.2 in 2008** / N. Zhuk, V. Bibik; Scientific Committee of CCAMLR, Working Group on Ecosystem Monitoring and Management // SC-CCAMLR/WG-EMM-08/24 (St. Petersburg, Russia, 2008) : report. – 2008. – 12 pp. – Bibliogr.: 7 refs. – eng. – Available online at: http://www.ccamlr.org/en/wg-emm-08/24.
398. **The role of fish as predators of krill (*Euphausia superba*) and other pelagic resources in the Southern Ocean** / K.-H. Kock, D. Agnew, E. Barrera-Oro, M. Belchier, M. Collins, S. Hanchet, **L. Pshenichnov**, K. Shust, D. Welsford and R. Williams; Joint CCAMLR-IWC Workshop // CCAMLR-IWC-WS-08/09 (Hobart, Tasmania, Australia, 2008) : report. – 2008. – 81 pp. – Bibliogr.: 237 refs. – eng.

2007 р.

399. **Notifications of Ukraine's intention to conduct exploratory long-line fisheries for *Dissostichus spp.* in 2007-2008** / (Delegation of Ukraine) // CCAMLR-XXVI/22 (Hobart, Tasmania, Australia, 2007) : report. – 2007. – 20 pp.
400. **Proposed amendments to conservation measures regulating new and exploratory fisheries** / (Delegation of Ukraine) // CCAMLR-XXVI/37 (Hobart, Tasmania, Australia, 2007) : report. – 2007. – 4 pp.
401. **Proposed amendments to conservation measures dealing with catch limits for the krill fishery** / (Delegation of Ukraine) // CCAMLR-XXVI/36 (Hobart, Tasmania, Australia, 2007) : report. – 2007. – 4 pp.
402. **On the scientific research of Marine Protected Area within the bounds of the Argentina Islands Archipelago** / (Delegation of Ukraine) // CCAMLR-XXVI/BG/11 (Hobart, Tasmania, Australia, 2007): report. – 2007. – 2 pp.

2006 р.

403. **Last investigations of Ukraine in Antarctica connected with assumed Marine Protected Area** / (Delegation of Ukraine) // SC-CCAMLR/WG-EMM-06/33 (Walvis Bay, Namibia, 2006): report. – 2006. – 7 pp. – Available online at: http://www.ccamlr.org/en/wg-emm-06/33.
404. **Scientific observation on krill fishing vessels: proposal to amend Conservation Measures 51-01, 51-02 and 51-03** / (Delegation of Ukraine) // CCAMLR-XXV/BG/17 (Hobart, Tasmania, Australia, 2005): report. – 2005. – 3 pp.

2005 р.

405. **On the determination and establishment of Marine Protected Area in the area of the Argentina Islands Archipelago** / (Delegation of Ukraine) // CCAMLR-XXIV/BG/19 (Hobart, Tasmania, Australia, 2005) : report. – 2005. – 5 pp.
406. **On the use of scientific observers on board krill fishing vessels** / (Delegation of Ukraine); Scientific Committee of CCAMLR, Working Group on Ecosystem Monitoring and Management // SC-CCAMLR/WG-EMM-05/32 (Yokohama, Japan, 2005) : report. – 2005. – 6 pp. – Available online at: http://www.ccamlr.org/en/wg-emm-05/32.

2004 р.

407. **Notification by Ukraine of its intention to continue an exploratory fishery for *Dissostichus spp.* in CCAMLR Subarea 88.1 for the 2004–2005 season** / (Delegation of Ukraine) // CCAMLR-XXIII/29 (Hobart, Tasmania, Australia, 2004) : report. – 2004. – 8 pp.
408. **Notification by Ukraine of its intention to continue an exploratory fishery for *Dissostichus spp.* in CCAMLR Division 58.4.1 for the season 2004–2005** / (Delegation of Ukraine) // CCAMLR-XXIII/30 (Hobart, Tasmania, Australia, 2004) : report. – 2004. – 7 pp.
409. **Notification by Ukraine of its intention to continue an exploratory fishery for *Dissostichus spp.* in CCAMLR Division 58.4.2 for the 2004-2005 season** / (Delegation of Ukraine) // CCAMLR-XXIII/31 (Hobart, Tasmania, Australia, 2004): report. – 2004. – 8 pp.
410. **Ukraine's proposals to amend certain provisions of the conservation measures (category 'fishery regulations', subcategory 'toothfish')** / (Delegation of Ukraine) // CCAMLR-XXIII/42 (Hobart, Tasmania, Australia, 2004) : report. – 2004. – 3 pp.
411. **Ukraine's proposals to amend certain provisions of conservation measures in order to increase the 'Transparency' of the information submitted and to prevent IUU fishing (category 'general fishery matters', subcategory 'notifications')** / (Delegation of Ukraine) // CCAMLR-XXIII/43 (Hobart, Tasmania, Australia, 2004) : report. – 2004. – 3 pp.
412. **Regarding the circumstances of registration of vessels *Simeiz, Mellas* and *Sonriza* in Ukraine and issuing to them permissions to fish in the Convention Area** / (Delegation of Ukraine) // CCAMLR-XXIII/BG/34 (Hobart, Tasmania, Australia, 2004) : report. – 2004. – 21 pp.
413. **Results of scientific observation on board RKT-S (cannery fishing super trawler) Konstruktor Koshkin in Statistical Area 48 in March–June 2003 as compared with previous seasons** /

S. Klementiev, V. Bibik; Scientific Committee of CCAMLR, Working Group on Ecosystem Monitoring and Management // SC-CCAMLR/WG-EMM-04/10 (Siena, Italia, 2004) : report. – 2004. – 20 pp. – Bibliogr. : 10 refs. – eng. – Available online at: http://www.ccamlr.org/en/wg-emm-04/10.

2003 р.

414. **Notification of intention to continue an exploratory long-line fishery for *Dissostichus* spp. In division 58.4.2** / (Delegation of Ukraine) // CCAMLR-XXII/34 (Hobart, Tasmania, Australia, 2003): report. – 2003. – 10 pp.
415. **Notification of intention to continue an exploratory long-line fishery for *Dissostichus* spp. In division 58.4.3a and 58.4.3b** / (Delegation of Ukraine) // CCAMLR-XXII/35 (Hobart, Tasmania, Australia, 2003) : report. – 2003. – 11 pp.
416. **Notification of intention to continue an exploratory long-line fishery for *Dissostichus* spp. in Subareas 88.1 and 88.2** / (Delegation of Ukraine) // CCAMLR-XXII/36 (Hobart, Tasmania, Australia, 2003) : report. – 2003. – 13 pp.
417. **The area north of Joinville–D'Urville Islands (Subarea 48.1) a former fishing ground at the tip of the Antarctic Peninsula** / K. Skora, Zh. Frolkina, L. Pshenichnov, C. Jones, K.-H. Kock; Scientific Committee of CCAMLR, Working Group on Fish Stock Assessment // SC-CCAMLR/WG-FSA-03/26 (Hobart, Tasmania, Australia, 2003) : report. – 2003. – 33 pp. – Bibliogr. : 27 refs. – eng. – Available online at: http://www.ccamlr.org/en/wg-fsa-03/26.

2000 р.

418. **Ecosystem studies carried out during the second Ukrainian Marine Antarctic Expedition in Subareas 48.2 and 48.1 in 1998** / P. Gozhik, V. Bibik; Scientific Committee of CCAMLR, Working Group on Ecosystem Monitoring and Management // SC-CCAMLR/WG-EMM-00/5 (Taormina, Sicily, Italy, 2000) : report. – 2000. – 9 pp. – Bibliogr. : 2 refs. – eng. – Available online at: http://www.ccamlr.org/en/wg-emm-00/5.
419. Notification of Ukraine's intention to initiate exploratory fisheries for Dissostichus eleginoides in Division 58.4.4 / (Delegation of Ukraine) // CCAMLR-XIX/7 (Hobart, Tasmania, Australia, 2000) : report. – 2000. – 6 pp.
420. **Report of national observer on the work carried out aboard the vessel Konstruktor Koshkin in Subarea 48.2 in May–June 1999** / V. Bibik; Scientific Committee of CCAMLR, Working Group on Ecosystem Monitoring and Management // SC-CCAMLR/WG-EMM-00/4 (Taormina, Sicily, Italy, 2000) : report. – 2000. – 15 pp.

1999 р.

421. **Report on assessment and avoidance of incidental mortality in the Convention Area 1998-1999** / (Delegation of Ukraine) // CCAMLR-XVIII/BG/19 (Hobart, Tasmania, Australia, 1999) : report. – 1999. – 2 pp.
422. **Report of Member's activities in the Convention Area 1998-1999 / (Delegation of Ukraine)** // CCAMLR-XVIII/MA/4 (Hobart, Tasmania, Australia, 1999) : report. – 1999. – 4 pp.

1998 р.

423. **Preliminary results of biological studies in the 1st Ukrainian Antarctic expedition in Subarea 48.2 in March 1997** / V. Bibik; Scientific Committee of CCAMLR, Working Group on Ecosystem Monitoring and Management // SC-CCAMLR/WG-EMM-98/13 (Kochi, India, 1998) : report. – 1998. – 8 pp. – Available online at: http://www.ccamlr.org/en/wg-emm-98/13.
424. **Report of Member's activities in the Convention Area 1997/98 Ukraine** / CCAMLR-XVII/MA/10 (Hobart, Tasmania, Australia, 1998): report. – 1998. – 5 pp.
425. **The principal results of YugNIRO complex studies in the Indian sector of the Antarctic** / B. Trotsenko, A. Romanov, E. Goubanov, V. Gerasimchook, V. Bondarenko, V. Bibik; Scientific Committee of CCAMLR, Working Group on Ecosystem Monitoring and Management // SC-CCAMLR/

WG-EMM-98/12 (Kochi, India, 1998): report. – 1998. – 12 pp. – Bibliogr.: 68 refs. – eng. – Available online at: http://www.ccamlr.org/en/wg-emm-98/12.

1997 р.

426. **Notification of Ukraine's intention to initiate a new fishery** / (Delegation of Ukraine) // CCAMLR-XVI/6 (Hobart, Tasmania, Australia, 1997): report. – 1997. – 8 pp.
427. **Report of Member's activities in the Convention Area in 1996-1997** / Ukraine // CCAMLR-XVI/MA/6 (Hobart, Tasmania, Australia, 1997): report. – 1997. – 5 pp.

1996 р.

428. **Report of Member's activities in the Convention Area 1995/96** / (Delegation of Ukraine) // CCAMLR-XV/MA/9 (Hobart, Tasmania, Australia, 1996): report. – 1996. – 6 pp.

1995 р.

429. **Some biological aspects of fishing Champsocephalus gunnari in the Kerguelen area in the season of 1994-95** / L. Pshenichnov; Scientific Committee of CCAMLR, Working Group on Fish Stock Assessment // SC-CCAMLR/WG-FSA-95/13 Rev. 1 (Hobart, Tasmania, Australia, 1995): report. – 1995. – 4 pp. – Bibliogr.: 2 refs. – eng.

1994 р.

430. **Bottom trawling survey on the Ob and Lena Banks** / Observer from Ukraine; Scientific Committee of CCAMLR, Working Group on Fish Stock Assessment // SC-CCAMLR/WG-FSA-94/32 (Hobart, Tasmania, Australia, 1994) : report. – 1994. – 6 pp.
431. **Diagnostic model of functioning of Antarctic krill population in the Cooperation Sea** / V. Belyaev and M. Khudoshina; Joint Meeting of WG-Krill and WG-CEMP // WG-Joint-94/7 (Hobart, Tasmania, Australia, 1994) : report. – 1994. – 4 pp.
432. **Operation results of Ukrainian vessels at Antarctic krill fishery in Subareas 48.2 and 48.3 in March-June 1994. Krill size composition** / V. Yakovlev, V. Bibik; Scientific Committee of CCAMLR, Working Group on Krill // WG-Krill-94/33 (Cape Town, South Africa, 1994): report. – 1994. – 5 pp. – Available online at: http://www.ccamlr.org/ru/node/70351.
433. **Report on assessment and avoidance of incidental mortality in the Convention Area 1993-1994** / Observer from Ukraine // SC-CAMLR-XIII/BG/14 (Hobart, Tasmania, Australia, 1994): report. – 1994. – 2 pp.
434. **To the problem of assessment of probability of finding Antarctic krill concentrations in Division 58.4.2** / L. Kokoz, V. Yakovlev, V. Bibik; Scientific Committee of CCAMLR, Working Group on Krill // WG-Krill-94/7 Rev. 1 (Cape Town, South Africa, 1994) : report. – 1994. – 19 pp. – Bibliogr.: 9 refs. – eng. – Available online at: http://www.ccamlr.org/ru/node/70325.

1993 р.

435. **Определение и применимость различных критериев управления морскими промысловыми живыми ресурсами** / Наблюдатель Украины // SC-CAMLR-XII/BG/27 (Хобарт, Тасмания, Австралия, 1993) : отчет. – 1993. – 4 pp. – Режим доступа: http://www.ccamlr.org/en/node/70504
436. **Antarctic krill, *Euphausia superba* dana, demography studies in the Seas of Sodruzhestvo and Cosmonauts (Indian ocean sector of Antarctica)** / E. A. Pakhomov (Ukraine); Working Group on Krill // WG-KRILL-93/45 (Hobart, Tasmania, Australia, 1993) : report. – 1993. – 30 pp. – Bibliogr. : 58 refs. – eng.
437. **Natural mortality rates of the Antarctic krill *Euphausia superba* dana, in the Indian ocean sector of Southern ocean** / E. A. Pakhomov (Ukraine); Working Group on Krill // WG-KRILL-93/44 (Hobart, Tasmania, Australia, 1993): report. – 1993. – 13 pp. – Bibliogr. : 15 refs. – eng.

438. **Report on fishery and scientific activity of Ukraine in the Antarctic in 1992–1993** / Observer from Ukraine // CCAMLR-XII/BG/15 (Hobart, Tasmania, Australia, 1993): report. – 1993. – 11 pp.
439. **Ukrainian position on some items of the agenda** / Observer from Ukraine // CCAMLR-XII/BG/19 (Hobart, Tasmania, Australia, 1993) : report. – 1993. – 3 pp.

1992 р.

440. **Научная и промысловая деятельность Украины в Конвенционном районе** / представлено наблюдателем от Украины // CCAMLR-XI/BG/18 (Хобарт, Тасмания, Австралия, 1992) : отчет. – 1992. – 9 pp.
441. **Предварительные результаты научно-исследовательских работ НИС «Дмитрий Стефанов» в антарктическую часть Атлантики в апреле 1992 г.** / Л. Г. Маклыгин, В. Н. Шнар, А. В. Ремесло, А. П. Малышко, И. А. Трунов, И. А. Барабанов, В. П. Шопов (Российская Федерация) и А. Г. Шепелев (Украина); Раб. группа АНТКОМ по программе экосистемного мониторинга // WG-CEMP-92/33 (Хобарт, Тасмания, Австралия, 1992) : отчет. – 1992. – 15 pp.
442. **Предварительные результаты экспериментальных работ по оценке транспорта криля в районе Южных Оркнейских островов (апрель, 1992)** / Л. Г. Маклыгин, В. Н. Шнар, А. П. Малышко (Российская Федерация) и А. Г. Шепелев (Украина); Раб. группа АНТКОМ по программе экосистем. мониторинга // WG-CEMP-92/34 (Хобарт, Тасмания, Австралия, 1992): отчет. – 1992. – 23 pp. – Библиогр. : 4 – рус.Beaquos autatem poriorum aspernatquae culpa sit esciae. Ut ut dio ea dipsametur aut veribustibus iur as andi berepe nemporestem eos ea initae lab illaut est ut omnisimus audante mposam, sitae. Namentiis a sunti odi a sunt exped eatibust assum velestios arum, cum cum vel eariandi quas doluptaquo dolorum nosae. Ut rem venduntiunt quo mod quiae veligni odi sin pedit faccus. Ant, omnissinulpa dere voluptae dipsae nimi, odigendae etus, quat laceaquam, sae sin pa que nobit accuptati

АВТОРИ ЦЬОГО НОМЕРА

Алексеенко А. Г. Київський національний університет імені Тараса Шевченка, ННІ «Інститут геології», аспірант, м. Київ.

Артеменко Г. В. Інститут геохімії, мінералогії і рудоутворення ім. М. П. Семененка НАН України, д. геолог. н., професор, завідувач відділу геології та хроностратиграфії докембрію, м. Київ.

Андрєєв І. О. Інститут молекулярної біології і генетики НАН України, к. біол. н., старший науковий співробітник, м. Київ.

Бахмутов В. Г. Інститут геофізики імені С. І. Субботіна НАН України, д. геолог. н., головний науковий співробітник відділу геомагнетизму, м. Київ.

Бедерничек Т. Ю. Національний ботанічний сад ім. Н.Н. Гришка НАН України, к. с.-х. н., м. Київ.

Берегова Т. В. Київський національний університет імені Тараса Шевченка, завідувач науково-дослідної лабораторії «Фармакології і експериментальної патології» НДІ фізіології імені академіка Петра Богача, д. б. н., професор, м. Київ.

Березкина А. Е. ДУ Національний антарктичний науковий центр МОН України, науковий співробітник відділу медико-біологічних досліджень, м. Київ.

Бублик О. М. Інститут молекулярної біології і генетики НАН України, к. біол. н., старший науковий співробітник, м. Київ.

Віденіна Н. Г. ДУ «Інститут досліджень науково-технічного потенціалу та історії науки ім. Г.М. Доброва НАН України», к. хім. н., старший науковий співробітник, м. Київ.

Гаврилів Л. І. Київський національний університет імені Тараса Шевченка, ННІ «Інститут геології», аспірант, м. Київ.

Глоба Л. С. Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», д. т. н., професор, м. Київ.

Грахов В. Національний ботанічний сад ім. М. М. Гришка НАН України, Київ, Україна.

Жук Н. Н. Інститут риболовства і екології моря, науковий співробітник, м. Бердянськ.

Заіменко Н. В. Національний ботанічний сад ім. М. М. Гришка НАН України, д. б. н., професор, член-кореспондент НАН України, м. Київ.

Залізовський А. В. Радіоастрономічний інститут НАН України, д. ф.-м. н., старший науковий співробітник, виконувач обов'язків завідувача відділу радіофізики геокосмосу, м. Харків.

Канунникова Л. В. Інститут геохімії, мінералогії і рудоутворення ім. М. П. Семененка НАН України, відділ геології і геохімії рудних родовищ, молодший науковий співробітник, м. Київ.

Кащеєв А. С. Радіоастрономічний інститут НАН України, к. ф.-м. н., науковий співробітник, м. Харків.

Кащеєв С. Б. Радіоастрономічний інститут НАН України, к. т. н., старший науковий співробітник, м. Харків.

Клок С. В. Український гідрометеорологічний інститут ДСНС України і НАН України, к. геогр. н., старший науковий співробітник, м. Київ.

Ковалевская Е. Е. Інститут психології імені Г. С. Костюка НАПН України, науковий кореспондент; Міжнародна суспільна академія «Модус Колорис», директор, м. Київ.

Колосков О. В. Радіоастрономічний інститут НАН України, к. ф.-м. н., старший науковий співробітник, м. Харків.

Козуб Н. О. Інститут захисту рослин НААН України, к. б. н., старший науковий співробітник, завідувач лабораторії екологічної генетики рослин та біотехнології, м. Київ.

Кондратюк Т. О. Київський національний університет імені Тараса Шевченка, ННЦ «Інститут біології» к. б. н., старший науковий співробітник, м. Київ.

Корзун Ю. В. Азовський науково-дослідний інститут рибного господарства, старший науковий співробітник, м. Ростов-на-Дону, Росія.

Кунах В. А. Інститут молекулярної біології і генетики НАН України, член-кор. НАН України, д. біол. н., професор, завідувач відділу генетики клітинних популяцій, м. Київ.

Лазарева І. І. Київський національний університет імені Тараса Шевченка, ННІ «Інститут геології», к. геол. н., доцент кафедри мінералогії, геохімії і петрографії, м. Київ.

Мадяр С.-А. И. Міжнародна суспільна академія «Модус Колорис», президент, м. Київ.

Мірюта Н. Ю. Інститут молекулярної біології і генетики НАН України, к. б. н., відділ генетики клітинних популяцій, старший науковий співробітник, м. Київ.

Мирюта Г. Ю. Інститут молекулярної біології і генетики НАН України, відділ генетики клітинних популяцій, молодший науковий співробітник, м. Київ.

Міхальов Ю. О. Інститут морської біології НАН України, д. б. н., старший науковий співробітник, м. Одеса.

Михальська Л. М. Інститут фізіології і генетики НАН України, к. б. н., старший науковий співробітник, м. Київ.

Мороз І. В. ДУ Національний антарктичний науковий центр МОН України, головний інженер, м. Київ.

Молчанов С. Університет штату Флорида в Талахассі, департамент геології, США.

Мойсеєнко Є. В. ДУ Національний антарктичний науковий центр МОН України, завідувач відділу медико-біологічних досліджень, д. мед. н., професор, м. Київ.

Нагірняк О. Ю. Київський національний університет імені Тараса Шевченка, ННЦ «Інститут біології та медицини», аспірант кафедри біохімії, м. Київ.

Новогрудська Р. Л. Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», кафедра Інформаційно-телекомунікаційних мереж Інституту телекомунікаційних систем, к. т. н., старший викладач, м. Київ.

Омельченко А. И. Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», Інститут телекомунікаційних систем, студент, м. Київ.

Остапченко Л. І. Київський національний університет імені Тараса Шевченка, д.б.н., професор, директор ННЦ «Інститут біології та медицини», м. Київ.

Парнікоза І. Інститут молекулярної біології і генетики НАН України, відділ генетики клітинних популяцій, к. б. н., старший науковий співробітник, м. Київ.

Пазнухов В. В. Institute for Scientific Research, PhD, Research Scientist/Principal Investigator, Boston College, USA.

Пікулік І. І. Радіоастрономічний інститут НАН України, інженер, м. Харків.

Пороннік О. О. Інститут молекулярної біології і генетики НАН України, відділ генетики клітинних популяцій, к. б. н., старший науковий співробітник, м. Київ.

Попов В. С. Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, кафедра фізичної географії и картографії, рекреації і туризму, старший викладач, завідувач навчальної лабораторії геоінформаційних систем і дистанційного зондування Землі, м. Харків.

Примаченко С. І. ДУ «Інститут досліджень науково-технічного потенціалу та історії науки ім. Г. М. Доброва НАН України», молодший науковий співробітник, м. Київ.

Ракша Н. Г. Київський національний університет імені Тараса Шевченка, ННЦ «Інститут біології та медицини», НДЛ «Фармакології і експериментальної патології» відділення біологічних та біомедичних технологій», к. б. н., старший науковий співробітник, м. Київ.

Рибачук В. П. ДУ «Інститут досліджень науково-технічного потенціалу та історії науки ім. Г. М. Доброва НАН України», к. хім. н., старший науковий співробітник, м. Київ.

Сінна О. І. Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, кафедра фізичної географії і картографії, рекреації і туризму, к. геогр. н., доцент, м. Харків.

Самборська І. А. Інститут геохімії, мінералогії і рудоутворення імені М. П. Семененка НАН України, відділ геології та хроностратиграфії докембрію, старший науковий співробітник м. Київ.

Савчук О. М. Київський національний університет імені Тараса Шевченка, ННЦ «Інститут біології та медицини», кафедри біохімії, д. б. н., старший науковий співробітник, професор, м. Київ.

Смаголь В. М. Інститут зоології ім. І. І. Шмальгаузена НАН України, к. б. н., доцент, завідувач лабораторії мисливських ресурсів України, м. Київ.

Сидоренко А. А. Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», Інститут телекомунікаційних систем, студент, м. Київ

Созінов І. О. Інститут захисту рослин НААН України, лабораторія екологічної генетики рослин та біотехнології, старший науковий співробітник, м. Київ.

Сопін А. О. Радіоастрономічний інститут НАН України, к. ф.-м. н., науковий співробітник, м. Харків.

Тимофєєв В. Є. Український гідрометеорологічний інститут ДСНС України і НАН України, д. геогр. н., старший науковий співробітник, м. Київ.

Утевський А. Ю. Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, кафедра зоології і екології тварин, к. б. н., доцент, м. Харків.

Федчук А. П. Державна установа Національний антарктичний науковий центр МОН України, завідувач відділу науково-технічної інформації, к. геогр. н., старший науковий співробітник, м. Київ.

Федяй Я. І. Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», Інститут телекомунікаційних систем, студент, м. Київ.

Хоєцький П. Б. Національний лісотехнічний університет України, д. с.-х. н., професор, м. Львів.

Швартау В. В. Інститут фізіології і генетики НАН України, д. б. н., професор, член-корреспондент НАН Украины, Київ.

Шмирьов Д. В. ТОВ «СІТРОНІКС ТЕЛЕКОМ СОЛЮШНС Україна», провідний інженер, м. Київ.

Шнюков С. Є. Київський національний університет імені Тараса Шевченка, ННІ «Інститут геології», д. геол. н., доцент, завідувач кафедри мінералогії, геохімії і петрографії, м. Київ.

Ямпольський Ю. М. Радіоастрономічний інститут НАН України, член-корреспондент НАН України, д. ф.-м. н., професор, головний науковий співробітник, м. Харків.

УКРАЇНСЬКИЙ АНТАРКТИЧНИЙ ЖУРНАЛ

Правила для авторів

Український антарктичний журнал (УАЖ) публікує матеріали наукових та прик¬ладних досліджень у галузі метеорології, фізики і хімії атмосфери, океанографії, морської геології, геології, геофізики, гляціології, екології, морської біології, антарктичної медицини і фізіології людини, з інших сучасних лроблем, пов'язаних з вивченням Антарктики.

1. Загальні вимоги

УАЖ приймає до друку рукописи статей, що не публікувались раніше. Кожен автор має право на публікацію в одному номері журналу не більше двох статей (одна з них у співавторстві).

Рукопис подається у двох екземплярах (формат А4) українською чи російською мовою — за вибором авторів, і в цьому випадку необхідно додати переклад на англійську (будуть опубліковані обидва тексти). У випадку ж подання статті англійською мовою треба додати переклад українською чи російською, який також буде опубліковано. Екземпляр рукопису, призначений до друку, підписується автором.

Максимальний об'єм статті не повинен перевищувати 16 сторінок разом зі списком літератури, таблицями, підписами до рисунків, рефератами українською, російською та анг-лійсь¬кою мовами. Підписи до рисунків і назва статті подаються мовою статті та англійсь-кою. Реферат англійською мовою має містити відомості про методи отримання та аналізу використаних даних і основні результати роботи. Об'єм реферату — не менше 0,5 сторінки.

Зміст та об'єм оглядових статей узгоджуються з Редакційною радою.

2. Форма подання і структура рукопису

Рукопис має бути набраний у редакторі Word 7, тип файла — *.rtf, надрукований на лазерному принтері з одного боку стандартного (А4) білого аркуша, поля: верхнє — 20 мм, нижнє — 60 мм, ліве — 25 мм, праве — 35 мм. Шрифт тексту й формул — Times New Roman, розмір шрифту — 10, міжрядковий інтервал — одинарний, відступ на абзац — 1 см.

2.1. Послідовність розташування матеріалу рукопису:

2.1.1. УДК — без абзацу (Ж). Після УДК пропустити рядок.

2.1.4. Назва статті — без абзацу (Ж, великі літери). Після назви пропустити рядок.

2.1.4. Ініціали і прізвища авторів, позначені числовим індексом, що відповідає порядковому номеру адреси установи., де працює автор, — без абзацу (Ж). Після прізвищ авторів пропустити рядок.

2.1.4. Список установ та їх повні адреси, e-mail — без абзацу (К). Перед кожною адресою ставиться порядковий номер. Після адреси пропустити рядок.

2.1.5. Реферати мають бути набрані українською, російською та англійською мовами, друкуються без абзацу, слово «Реферат» — Ж. Після реферату залишити пустий рядок.

2.1.6. Ключові слова (тільки англійською мовою) — без абзацу, до 6 слів (Key words — Ж). Між ключовими словами і основним текстом пропустити два рядки.

2.1.7. Основний текст набрано звичайним шрифтом, назву розділів — Ж; до і після назви розділу — пустий рядок.

2.2. Авторам рекомендується дотримуватись наступної структури викладу основного матеріалу:

Рукопис має бути поділений на пронумеровані розділи та підрозділи, починаючи з

1. Вступ.

Підрозділи нумеруються 2.1., 2.2., 3.1. тощо; додатки — А, Б, В тощо. Усі розділи повинні мати короткі, але тематично адекватні назви. Назва статті має бути стислою, але інформативною.

Реферат повинен стисло викладати зміст та висновки статті і становити 3-4% від її загального розміру.

У вступі розповідається про сучасний стан проблеми, обгрунтовуються мета та характер досліджень, необхідних для її вирішення. Подається інформація про апаратуру, матеріали, методи досліджень та обробку їх результатів, схему експерименту. Затим автор має здійснити аналіз досліджень, зробити висновки та подякувати тим, хто йому допомагав.

3. Список літератури

Література розміщується в алфавітному порядку за прізвищами авторів (спочатку кириличний алфавіт, потім — латинський) та в хронологічному порядку (для серії статей одного автора). Прізвище редактора книги (за відсутності прізвищ авторів на титульній сторінці) розміщується після заголовка; у списку літератури такі видання розташовуються за алфавітом заголовка. Якщо статтю написано більше ніж трьома авторами, то наводяться тільки перші три прізвища, пісня чого ставиться та ін. або et al. Бібліографічний опис має відповідати титульній сторінці видання і здійснюється на мові оригіналу. Для статей обов'язково вказувати повну їх назву, назву видання, рік, том, номер, номери першої та останньої сторінок, для монографій — повну назву, місце видання (місто), видавництво, рік видання, загальну кількість сторінок. У тексті посилання здійснюється таким чином: (Петренко, 1990); (Іваненко та ін., 1997); Нещодавно Мельник В.І. та ін. (1991) показали, що... У списку літератури наводяться лише опубліковані роботи, на які є посилання в тексті.

Авторам слід уважно перевіряти список літератури, оскільки у випадку виявлення в ньому неточностей редакція має право відхилити статтю.

4. Таблиці

Таблиці з заголовками до них (надрукованими через один інтервал) мають бути вмонтовані в текст і пронумеровані послідовно арабськими цифрами (в лівому верхньому кутку перед назвою таблиці). Товщина ліній (рамок) таблиць — 0,5 пт. Слово «Таблиця 1» — звичайний шрифт, текст назви — Ж.

Посилання в тексті на якусь із таблиць мають виглядати так: (табл. 1), за наявності в рукописі лише однієї таблиці — (таблиця).

5. Ілюстрації

Всі ілюстрації до статті мають бути вмонтовані в текст. Посилання в тексті — (рис. 1), за наявності в рукописі лише одного рисунка — (рисунок).

Кольорові ілюстрації до статті мають бути виділені в окремий файл, збережені в JPG або TIFF, максимальної яскравості та роздільної здатності.

6. Одиниці вимірювань. При виборі одиниць вимірювань необхідно дотримуватись системи СІ.

7. Відомості про авторів. На окремому аркуші подаються відомості про авторів (прізвище, ім'я, по батькові, посада і повна назва установи, де працює автор, науковий ступінь, вчене звання, галузь наукової діяльності, адреса, телефон), а також телефон (факс) і e-mail автора.

Адреса редакції: Український антарктичний центр, 16, бульв. Тараса Шевченка, Київ, 01601; тел./факс (38044) 2463880, 2463810, 2463883;

сайт: http://www.uac.gov.ua; e-mail: uac@uac.gov.ua

УКРАИНСКИЙ АНТАРКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Правила для авторов

Украинский антарктический журнал (УАЖ) публикует материалы научных и прикладных исследований в области метеорологии, физики и химии атмосферы, океанографии, морской геологии, геологии, геофизики, гляциологии, экологии, морской биологии, антарктической медицины и физиологии человека, по другим лроблемам современности, связанным с изучением Антарктики.

1. Общие требования

УАЖ принимает к печати рукописи статей, ранее не публиковавшихся. Каждый автор имеет право на публикацию в одном номере журнала не более двух статей (одна из них — в соавторстве).

Рукопись представляется в двух экземплярах (формат А4) на русском с переводом текста на английский язык, а также присылается по электронной почте. В случае представления статьи на английском языке следует приложить её русский перевод.

Один экземпляр рукописи должен быть завизирован автором.

Максимальный объём статьи не должен превышать восьми страниц, включая список литературы, таблицы, подписи к рисункам, рефераты на украинском, русском и английском языках (но случаются и исключения из этого правила). Подписи к рисункам и название статьи подаются на языке статьи и на английском. Реферат на английском должен содержать информацию о методах получения и анализа использованных данных и основные результаты работы. Объём реферата — не менее 0,5 страницы.

Объём коротких сообщений — до двух страниц.

Содержание и объём обзорных статей согласовываются с Редакционным советом.

2. Форма подачи и структура рукописи

Рукопись должна быть набрана в редакторе Word 7, тип файла — *.rtf, отпечатана на лазерном принтере с одной стороны стандартного (А4) белого листа, поля: верхнее — 20 мм, нижнее — 60 мм, левое — 25 мм, правое — 35 мм. Шрифт текста и формул — Times New Roman, размер шрифта — 10, междустрочный интервал — одинарный, абзацный атступ — 1 см.

2.1. Последовательность размещения материала рукописи

УДК — без абзаца (жирным шрифтом — Ж). После УДК пропустить строку. Заголовок статьи — без абзаца (Ж, прописными буквами). После заголовка пропустить строку.

Инициалы и фамилии авторов, помеченные числовым индексом, отвечающим порядковому номеру адреса учреждения, где работает автор, — без абзаца (строчным шрифтом, Ж). После фамилий авторов пропустить строку.

Список учреждений и их полные адреса, e-mail — без абзаца (светлый курсив — К). Пе-ред каждым адресом ставится порядковый номер. После списка адресов пропустить строку.

Рефераты должны быть написаны на украинском, русском и английском языках, размещаться без абзацев, слово «Реферат» — Ж. После реферата пропустить строку.

Ключевые слова — Key words — только на английском языке, без абзаца, до шести слов, Ж. Между ключевыми словами и основным текстом пропустить две строки.

Основной текст набирается тем же шрифтом, название разделов — Ж; до и после названия раздела — пустая строка.

2.2. Авторам рекомендуется придерживаться следующей структуры изложения основного материала:

Текст должен состоять из пронумерованных разделов и подразделов, начиная с

1. Вступление.

Подразделы нумеруются 2.1., 2.2., 3.1. и т.д.; добавления — А, Б, В и т.д. Все разделы должны иметь короткие и тематически адекватные названия, заголовок же всей статьи должен быть сжатым, но информативным. В реферате следует кратко изложить содержание и выводы статьи, он должен представлять 3-4% от её общего размера.

Во вступлении сообщается о нынешнем состоянии проблемы, обосновываются цель и характер исследований, необходимых для её решения. Даётся информация об аппаратуре, материалах, методах исследований и обработке их результатов, схеме эксперимента. После этого автору следует проанализировать изложенное, сделать выводы и поблагодарить тех, кто ему помогал.

2.3. Список литературы

Литература подаётся в алфавитном порядке по фамилиям авторов (сначала кирилличный алфавит, потом — латинский) и — для серии статей одного автора — в хронологическом порядке. При отсутствии на титуле издания фамилии автора после названия указывается фамилия редактора; в списке литературы такие издания размещаются соответственно алфавиту заголовка. Если работа написана более чем тремя авторами, сообщаются только первые три фамилии, после чего ставится и др. или et al. Библиография должна отвечать титульной странице издания и даётся на языке оригинала. Для статей следует обязательно указывать полное их название, название издания, год, том, номер, номера первой и последней страниц, для монографий — полное название, место издания (город), издательство, год издания, общее количество страниц. В тексте ссылки подаются основным шрифтом следующим образом: (Петров, 1990); (Иванов и др., 1997); Недавно (1991) Мельник В.И. и др. показали, что... В списке литературы приводятся только опубликованные работы, на которые автор ссылается в тексте.

2.4. Таблицы

Таблицы с заголовками к ним (напечатанными через один интервал) должны быть вмонтированы в текст и пронумерованы последовательно арабскими цифрами (в левом верхнем углу перед названием таблицы). Толщина линий (рамок) таблиц — 0,5 пт. Слово «Таблица 1.» — светлый шрифт, название — Ж. Ссылки в тексте на одну из таблиц должны выглядеть так: (табл. 1), при наличии только одной таблицы — (таблица).

2.5. Иллюстрации

Все иллюстрации — чёрно-белые и цветные — должны быть вмонтированы в текст. Ссылки на них в тексте выглядят как (рис. 1), при наличии же в рукописи только одного рисунка — (рисунок).

Цветные иллюстрации к статье следует дополнительно выделить в отдельный файл и сохранить в JPG или TIFF при максимальных яркости и разрешении.

Единицы измерений. При выборе единиц измерений необходимо придерживаться системы СІ.

Сведения об авторах. На отдельном листе подаются сведения об авторах (фамилия, имя, отчество, должность и полное название учреждения, где работает автор, научная сте-пень, учё¬ное звание, область научной деятельности, адрес, телефон, а также телефон (факс) и e-mail.

Рукописи авторам не возвращаются.

Адрес редакции УАЖ: Национальный антарктический научный центр, 16, бульвар Тараса Шевченко, Киев, Украина, 01601

Тел./факс: (38044) 246-38-80, 246-38-10, 246-38-83;

e-mail: uac@uac.gov.ua, http://www.uac.gov.ua

UKRAINIAN ANTARCTIC JOURNAL

Information for Contributors

Ukrainian Antarctic Journal (UAJ) published the main results and observations of fundamental or applied research in the field of meteorology, physics and chemistry atmosphere,oceanology, marine geology, geophysics, glaciology, marine biology, Antarctic medicine and humanphysiology as well as other actual issues related to Antarctic research.

1. General requirements

Authors are encouraged to submit manuscripts not published elsewhere. Every author is entitled to publish in one issue of the UAJ not more than two articles (where one in co-authorship). Hardcopy manuscripts should be submitted in duplicate; one copy should be signed by the author. All submissions should be in English. The articles should be limited to 16 pages, including references, tables, figures, and abstract. Research notes should be restricted to 2 pages. Contents and volume of review-style articles are required to be approved by the Editorial Board.

2. Submission Requirements and Manuscript Structure

An accepted manuscript should be sent electronically in MS Word; border: upper — 20 mm, lower — 60 mm, left — 25 mm, right — 35 mm. Type of text — Times New Roman, typesize — 10, line-toline spacing, indent — 1 cm.

2.1. Use the following format of the title page:

THE TITLE: IT SHOULD BE REASONABLY BRIEF

A. Author[1]

[1]*Affiliation. The corresponding author should be designated, with complete mailing address, as well as telephone and fax numbers, and e-mail address*

Abstract. The length of the abstract should be a single unified paragraph restricted to 0,5 page. The abstract should comprise description of used methods and materials as well as the main results and implications.

Key words: list of up to six key words pertinent to the central theme.

2.2. The manuscript should be composed of numbered parts and started with 1.Introduction.

Captions should be reasonably brief, but must adequately and clearly explain the figure contents. Subsection number should be like 2.1., 2.2., 3.1. etc.; appendixes — A, B, C etc.

3. References

In the text references are cited using the author/date style as follows: (Ivanov, 1999) or (Smith at al., 2001, 2002). The reference list placed at the end of the text, must be in alphabetical order of authors. A referenced article should contain all authors' names, year of publication, title of the article, name of the publication, volume, and page numbers. A reference book should list author name(s), year of publication, title of the book, place of publication and publisher.

4. Tables

Tables with title (typed single-space) should be incorporated in the text and numbered in consecutive order by Arabic numerals (in the top right hand corner before the table title). Lineweight — 0,5 p. Writing 'Table 1' — normal type, table title — bold type.

5. Figures

All figures must be incorporated in the text and rendered in high resolution for publication in PDF format.

6. Units. Authors are encouraged to use SI units.

7. Bibliographical notes. Manuscripts accepted for publication should include a biographical Sketch (current position, prior significant professional experience, research interests, education, important activities, and professional affiliations) of all authors. The corresponding author should be designated with complete mailing address as well as telephone and fax numbers, and e-mail address.

Editorial adress: National Antarctic Scientific Center, 16, blvd. Tarasa Shevchenko, Kyiv, 01601;
tel/fax (38044) 2463880, 2463810, 2463883;
web-site: http://www.uac.gov.ua, e-mail:uac@uac.gov.ua

Науково-технічне видання

УКРАЇНСЬКИЙ АНТАРКТИЧНИЙ ЖУРНАЛ

№ 15/2016

(українською, російською та англійською мовами)

Друкується в авторській редакції
Технічний редактор Г. Т. Сенькович

Підписано до друку 18.01.2017 р. Формат 70x100 1/16.
Папір офсетний. Гарнітура Times New Roman.
Умов. друк. арк.__,_. Умов. вид. арк. __._. Тираж ___ прим. Зам. № ___.