

Решением президиума Высшей аттестационной комиссии журнал включен в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, выпускаемых в Российской Федерации, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук



Том 11 № 1 2016

ISSN 1992-1098
e-ISSN 2413-0958

ЮГ РОССИИ:

ЭКОЛОГИЯ, РАЗВИТИЕ

Vol.11 no. 1 2016

SOUTH OF RUSSIA:

ECOLOGY, DEVELOPMENT

Журнал "Юг России: экология, развитие" входит в Перечень Высшей аттестационной комиссии (ВАК) и реферативные базы цитирования: Web of Science (Zoological Record), Российская система цитирования (РИНЦ), Cyberleninka, Ulrich's Periodicals Directory, Российская государственная библиотека (РГБ), ВИНИТИ, The European Library, The British library, Jisc copac, Google Scholar, Bielefeld Academic Search Engine (BASE), Research Papers in Economics (RePEc), OCLC WorldCat, Registry of Open Access Repositories (ROAR), EBSCO A-to-Z, Соционет, Open Access Infrastructure for Research in Europe (Open AIRE), Research Bible, Academic Keys, The Journals Impact Factor(JIfactor), Journal TOCs, CiteFactor, Directory of Open Access Journals (DOAJ), Open Archives Initiative



**ЮГ РОССИИ:
ЭКОЛОГИЯ,
РАЗВИТИЕ**

Издание зарегистрировано Министерством РФ по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций.
Свидетельство о регистрации ПИ №ФС77-25929.
Подписные индексы в каталоге «Газеты и журналы» Агентства «Роспечать»: **36814** (полугодовой) и **81220** (годовой)
Зарубежная подписка оформляется через фирмы-партнеры ЗАО «МК-периодика» по адресу: 129110, Москва, ул. Гиляровского, 39, ЗАО «МК-периодика»; Тел.: (495) 281-91-37; 281-97-63; Факс (495) 281-37-98
E-mail: info@periodicals.ru
Internet: <http://www.periodical.ru>
To effect subscription it is necessary to address to one of the partners of JSC «МК-periodica» in your country or to JSC «МК-periodica» directly.
Address: Russia, 129110, Moscow, 39, Gilyarovsky St., JSC «МК-periodica».
Статьи рецензируются.
Перепечатка без разрешения редакции запрещена, ссылки на журнал при цитировании обязательны.



Оригинал-макет подготовлен в Институте прикладной экологии Республики Дагестан.
Подписано в печать 25.03.2016.
Объем 26,05. Тираж 1150. Заказ № 70.
Формат 70х90¹/₈. Печать офсетная.
Бумага офсетная № 1.

Тиражировано в типографии ИПЭ РД г. Махачкала, ул. Дахадаева, 21

По вопросам публикации статей и размещения рекламы обращаться в редакцию:
367001, г. Махачкала, ул. Дахадаева, 21,
ГУ Институт прикладной экологии Республики Дагестан,
тел./факс +7 (8722) 56-21-40;
E-mail: dagecolog@rambler.ru

119017, г. Москва, Старомонетный пер., 29, Институт географии РАН,
тел./факс +7 (499) 129-28-31,

Ссылка на сайт журнала:
<http://www.ecodag.elpub.ru/ugro>

Учредитель журнала:

ООО Издательский Дом «КАМЕРТОН»

Главный редактор ООО ИД «Камертон» профессор КОЧУРОВ Б.И.

Соучредители журнала:

ГУ Институт прикладной экологии Республики Дагестан,
ФГБОУ ВПО «Дагестанский государственный университет»

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

Абдурахманов Гайирбег Магомедович

доктор биологических наук, профессор, директор Института прикладной экологии Республики Дагестан, директор Института экологии и устойчивого развития Дагестанского государственного университета, заведующий кафедрой биологии и биологического разнообразия, заслуженный деятель науки РФ, академик Российской экологической академии (Махачкала, Россия)

ЗАМЕСТИТЕЛИ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

Асадулаев Загирбег Магомедович

доктор биологических наук, профессор, директор Горного ботанического сада Дагестанского научного центра РАН (Махачкала, Россия)

Атаев Загир Вагитович

кандидат географических наук, профессор кафедры физической географии и геоэкологии Дагестанского государственного педагогического университета (Махачкала, Россия)

Гутенев Владимир Владимирович

доктор технических наук, профессор Российской академии государственной службы при Президенте РФ, Лауреат Государственной премии РФ, депутат ГД РФ (Москва, Россия)

Магомедов Магомед-Расул Дибирович

доктор биологических наук, профессор, член-корреспондент РАН, директор Прикаспийского института биологических ресурсов Дагестанского научного центра РАН (Махачкала, Россия)

ОТВЕТСТВЕННЫЕ СЕКРЕТАРИ:

Гасангаджиева Азиза Гасангусейновна

доктор биологических наук, профессор кафедры биологии и биоразнообразия, начальник Учебно-методического управления Дагестанского государственного университета (Махачкала, Россия)

Гусейнова Надира Орджоникидзевна

кандидат биологических наук, доцент кафедры рекреационной географии и устойчивого развития Института экологии и устойчивого развития Дагестанского государственного университета, член-корреспондент Российской экологической академии (Махачкала, Россия)

Иванушенко Юлия Юрьевна

магистр экологии (Махачкала, Россия)

ТЕХНИЧЕСКИЙ РЕДАКТОР:

Юсупов Юсуп Газимагомедович

магистр экологии (Махачкала, Россия)

Журнал издается при финансовой поддержке
Института прикладной экологии Республики Дагестан,
ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный университет»



**SOUTH OF RUSSIA:
ECOLOGY,
DEVELOPMENT**

Founder of journal:

The limited liability company Publishing House «Kamerton»
Editor-in-chief of the Publishing House «Kamerton» professor Kochurov B.I.

Cofounder of journal:

State Institute of Applied Ecology
Dagestan State University

EDITORIAL BOARD

EDITOR-IN-CHIEF:

Abdurakhmanov Gayirbeg Magomedovich

Doctor of Biological Sciences, professor, Director of the State Institute of Applied Ecology, Director of the Institute Ecology and sustainable Development of Dagestan State University (Makhachkala, Republic of Dagestan, Russia), Head of the sub-department of Biology and Biodiversity, Received the title of Honored Worker of Science, member of the Russian ecological academy (Makhachkala, Russia)

DEPUTY EDITOR-IN-CHIEF:

Asadulaev Zagirbeg Magomedovich

Doctor of Biological Sciences, Professor, Director of Mountain Botanical Garden of the Dagestan scientific center of the RAS (Makhachkala, Russia)

Ataev Zagir Vagitovich

Candidate of Geographical Sciences, Professor of the Department of Physical Geography and Geoecology of the Dagestan State Pedagogical University (Makhachkala, Russia)

Gutenev Vladimir Vladimirovich

Doctor of Technical Sciences, Professor of the Russian Academy of State Service under the President of the Russian Federation, Laureate of the State Prize of the Russian Federation, Deputy of the State Duma of the Russian Federation (Moscow, Russia)

Magomedov Magomed-Rasul Dibirovich

Doctor of Biological Sciences, Professor, Corresponding member of the RAS, Director of the Caspian Institute of biological resources of the Dagestan Scientific Center of the RAS (Makhachkala, Russia)

EDITORIAL EXECUTIVE SECRETARY:

Gasangadzhieva Aziza Gasanguseynovna

Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Biology and Biodiversity, Head of the Educational-methodical Department of the Dagestan state University (Makhachkala, Russia)

Guseynova Nadira Ordzhonikidzevna

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the department of Recreative Geography and sustainable Development of the Dagestan State University, Corresponding member of the of the of the Russian ecological academy (Makhachkala, Russia)

Ivanushenko Yuliya Yuryevna

Master of Ecology (Makhachkala, Russia)

TECHNICAL EDITOR:

Yusupov Yusup Gazimagomedovich

Master of Ecology (Makhachkala, Russia)

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА:

Грачёв В.А. - доктор технических наук, профессор, член-корреспондент Российской Академии Наук, Президент Российской экологической академии, Президент экологического Фонда имени В.И. Вернадского, председатель Общественного совета при Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору, Член Парламентской Ассамблеи Совета Европы, Комиссии Российской Федерации по делам ЮНЕСКО, Высшего экологического совета Комитета Государственной Думы по природным ресурсам, природопользованию и экологии (Москва, Россия)

СОПРЕДСЕДАТЕЛИ РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА:

Залиханов М.Ч. - доктор географических наук, профессор, академик Российской академии наук, депутат Государственной Думы, председатель Высшего экологического Совета Государственной Думы Федерального Собрания Российской Федерации (Москва, Россия)

Матишов Г.Г. - доктор географических наук, профессор, академик РАН, председатель Президиума Южного научного центра РАН, директор Мурманского морского биологического института (Ростов-на-Дону, Россия)

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

Абдусаматов А.С. - доктор биологических наук, профессор, директор Дагестанского отделения КаспНИРХ (Махачкала, Россия)

Алекперов И.Х. - доктор биологических наук, профессор, член-корреспондент Национальной Академии наук Азербайджана, директор Института Зоологии НАН Республики Азербайджан (Баку, Азербайджан)

Алиев С.А. - доктор медицинских наук, профессор, директор Дагестанского центра грудной хирургии, главный онколог Республики Дагестан (Махачкала, Россия)

Алхасов А.Б. - доктор технических наук, профессор, директор Института геотермии Дагестанского научного центра РАН (Махачкала, Россия)

Асхабов А.М. - доктор геолого-минералогических наук, профессор, академик РАН, председатель Президиума Коми научного центра РАН (Сыктывкар, Россия)

Борликов Г.М. - доктор педагогических наук, профессор, Президент ФГБОУ ВПО «Калмыцкий государственный университет» (Элиста, Россия)

Васильева Т.В. - кандидат биологических наук, генеральный директор ФГУП «КаспНИРХ» (Астрахань, Россия)

Гаспарян А.Ю. - доктор медицины, ассоциированный профессор Департамента исследований и разработок учебного центра университета Бирмингема (Дадли, Великобритания)

Зайцев В.Ф. - доктор сельскохозяйственных наук, профессор Астраханского государственного технического университета, Заслуженный деятель науки РФ (Астрахань, Россия)

Замотайлов А.С. - доктор биологических наук, профессор кафедры фитопатологии, энтомологии и защиты растений Кубанский государственный аграрный университет (Краснодар, Россия)

Касимов Н.С. - доктор географических наук, профессор, академик РАН, президент географического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова (Москва, Россия)

Кочуров Б.И. - доктор географических наук, профессор, ведущий научный сотрудник Института географии РАН (Москва, Россия)

Крооненберг С.И. - профессор Дельфтского технологического университета (Нидерланды), Почетный профессор Московского Государственного Университета (Дельфт, Нидерланды)

Кульжанов Д.У. - доктор физико-математических наук, профессор, ректор Атырауского института нефти и газа Республики Казахстан (Атырау, Казахстан)

Миноранский В.А. - доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры зоологии Южного Федерального университета (Ростов-на-Дону, Россия)

Мирзоева Н.Б. - доктор биологических наук, ученый секретарь Института Зоологии НАН Республики Азербайджан (Баку, Азербайджан)

Омаров О.А. - доктор физико-математических наук, профессор, Дагестанский государственный университет, академик Российской академии образования (Махачкала, Россия)

Онипченко В.Г. - доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой геоботаники биологического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова (Москва, Россия)

Пименов Ю.Т. - доктор химических наук, профессор, Президент Астраханского государственного технического университета (Астрахань, Россия)

Рабданов М.Х. - доктор физико-математических наук, профессор, ректор Дагестанского государственного университета (Махачкала, Россия)

Салманов М.А. - доктор биологических наук, профессор, директор Института Микробиологии НАН Республики Азербайджан, академик НАН Азербайджана (Баку, Азербайджан)

Субраманиан С. - Директор Евразийской федерации онкологии (EAFO), руководитель Научно-образовательного центра «Евразийская онкологическая программа «ЕАФО»» и Евразийского общества специалистов по опухолям головы и шеи (EASHNO) (Индия)

Фишер З. - доктор биологических наук, профессор кафедры прикладной экологии Люблинского католического университета Иоанна Павла II (Люблин, Польша)

Шагапсоев С.Х. - доктор биологических наук, профессор кафедры ботаники Кабардино-Балкарского государственного университета (Нальчик, Россия)

SOUTH OF RUSSIA: ECOLOGY, DEVELOPMENT

CHAIRMAN OF THE EDITORIAL COUNCIL:

Grachev V.A. - Doctor of Technical Sciences, Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, President of the Russian ecological academy, President of V.I. Vernadsky Non-Governmental Ecological Foundation, Chairman of the Public Council under the Federal Service for Ecological, Technological and Nuclear Supervision (Moscow, Russia)

THE CO-CHAIRS OF THE EDITORIAL COUNCIL:

Zalikhonov M.Ch. - Doctor of Geographical sciences, Professor, Academician of Russian Academy of Science, State Duma Deputy, Chairman of SD Subcommittee for Sustainable Development of Russia (Moscow, Russia)

Matishov G.G. - Doctor of Geographical Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Chairman of the Presidium of the Southern Scientific Center RAS, director of the Murmansk Marine Biological Institute (Rostov-on-Don, Russia)

EDITORIAL BOARD MEMBERS:

Abdusamadov A.S. - Doctor of Biological Sciences, professor, Director of the Dagestan Branch of the Caspian Scientific Research Institute of Fisheries (Makhachkala, Russia)

Alekperov I.Kh. - Doctor of Biological Sciences, professor, Correspondent Member of the NAS of the Republic of Azerbaijan, Professor, Director of Institute of Zoology of the NAS of the Republic of Azerbaijan (Baku, Azerbaijan)

Aliev S.A. - Doctor of Medical Sciences, professor, Director of the Dagestan center of thoracic surgery, Chief oncologist of the Republic of Dagestan (Makhachkala, Russia)

Alkhasov A.B. - Doctor of Technical Sciences, Professor, Director of the Institute of Geothermic of the Dagestan Scientific Center of the RAS (Makhachkala, Russia)

Askhabov A.M. - Doctor of Geological-Mineralogical Sciences, Professor, Academician of the RAS, Chairman of the Presidium of the Komi Scientific Center of the RAS (Syktyvkar, Russia)

Borlikov G.M. - Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, President of the Kalmyk State University (Elista, Russia)

Vasil'eva T.V. - Candidate of Biological Sciences, General Director of Caspian Scientific Research Institute of Fisheries (Astrakhan, Russia)

Gasparyan A.Y. - Doctor, Associate Professor of Medicine of the University of Birmingham (Dudley, The United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland)

Zaitsev V.F. - Doctor of Agricultural Sciences, Professor of Astrakhan State Technical University, Honored Scientist of Russia (Astrakhan, Russia)

Zamotailov A.S. - Doctor of Biological Sciences, Professor, Department of Phytopathology, Entomology and Plant protection, Kuban State Agrarian University (Astrakhan, Russia)

Kasimov N.S. - Doctor of Geographical Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, President of the Faculty of Geography of the Moscow State University M.V. Lomonosov (Moscow, Russia)

Kochurov B.I. - Doctor of Geographical Sciences, Professor, Leading researcher of the Institute of Geography of the RAS

Kroonenberg S.I. - Professor of the Delft University of Technology (Netherlands), Honorary Professor of Moscow State University (Delft, Netherlands)

Kul'zhanov D.U. - Doctor of Physico-Mathematical Sciences, Professor, Rector of the Atyrau Institute of Oil and Gas of the Republic of Kazakhstan (Atyrau, Kazakhstan)

Minoranskii V.A. - Doctor of Agriculture Science, Professor of the Department of Zoology of the Southern Federal University (Rostov-on-Don, Russia)

Mirzoeva N.B. - Doctor of Biological Sciences, Scientific Secretary of the Institute of Zoology of the NAS of the Republic of Azerbaijan (Baku, Azerbaijan)

Omarov O.A. - Doctor of Physical-Mathematical Sciences, Professor, Dagestan state University (Makhachkala, Russia)

Onipchenko V.G. - Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of Geobotany of the Moscow State University (Moscow, Russia)

Pimenov Yu.T. - Doctor of Chemical Sciences, Professor, President of the Astrakhan State Technical University (Astrakhan, Russia)

Rabadanov M.Kh. - Doctor of Physical-Mathematical Sciences, Professor, Rector of the Dagestan State University (Makhachkala, Russia)

Salmanov M.A. - Doctor of Biological Sciences, Professor, Director of Institute of Microbiology of the National Academy of Sciences of the Republic of Azerbaijan, Academician of the National Academy of Sciences of the Republic of Azerbaijan (Baku, Azerbaijan)

Subramanian S. - Director of the Eurasian Federation of Oncology (EAF0), Director of the Eurasian Oncology Program & Eurasian Head & Neck Cancer society (EASHNO) (India)

Fisher Z. - Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Applied Ecology of the Lublin Catholic University of John Paul II (Lublin, Poland)

Shkhagapsoev S.Kh. - Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Botany of the Kabardino-Balkaria State University (Nalchik, Russia)



СОДЕРЖАНИЕ

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ

Абдурахманов Г.М., Соколовский А.Ф., Куанышева Г.А., Сокольская Е.А., Брумштейн Ю.М. СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ КАСПИЙСКОГО МОРЯ	8-20
Огурева Г.Н. БИОРАЗНООБРАЗИЕ ОРОБИОМОВ СЕВЕРНОГО КAVKAZA НА КАРТЕ «БИОМЫ РОССИИ»	21-36
Козачек А.В. ЭВОЛЮЦИЯ ОБЪЕКТА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ В РАМКАХ ЭКОЛОГЕНЕЗА	37-58

ЭКОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ

Пономарева Е.Н., Красильникова А.А., Тихомиров А.М., Фирсова А.В. НОВЫЕ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ КРИОКОНСЕРВАЦИИ РЕПРОДУКТИВНЫХ КЛЕТОК ОСЕТРОВЫХ ВИДОВ РЫБ	59-68
Ершова Т.С., Зайцев В.Ф. СОДЕРЖАНИЕ РТУТИ В ОРГАНАХ И ТКАНЯХ КАСПИЙСКОГО ТЮЛЕНЯ (PHOCA CASPICA, GMELIN, 1788)	69-78
Марджанян М.А., Арутюнян Р.Г., Арутюнова Л.Дж., Габриелян И.Г. К ПАЛЕОФАУНЕ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ (MOLLUSCA, ARTHROPODA, INSECTA) ДИАТОМОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ МЕСТОНАХОЖДЕНИЯ ШАМБ-1 (СИСИАНСКАЯ СВИТА, РАННИЙ ПЛЕЙСТОЦЕН, АРМЕНИЯ)	79-87
Миноранский В.А., Даньков В.И. САЙГАК (SAIGA TATARICA L.) - ИСЧЕЗАЮЩИЙ В РОССИИ ВИД	88-103

ЭКОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Чадаева В.А., Шагапсоев С.Х. АНАЛИЗ СТРАТЕГИЙ ВЫЖИВАНИЯ ВИДОВ РОДА ALLIUM L. РОССИЙСКОЙ ЧАСТИ KAVKAZA	104-118
Хашиева Л.С., Дакиева М.К., Бузуртанова М.М. НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИИ И БИОЛОГИИ ВИДА TULIPA BIEBERSHTEINIANA ROEM. ET SCHULT. В УСЛОВИЯХ ТЕРСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ РЕСПУБЛИКИ ИНГУШЕТИЯ	119-127

ГЕОЭКОЛОГИЯ

Монахова Г.А., Попов С.К., Асаева К.И., Рахимбирдиев Н.М. НОВЫЙ МЕТОД РАСЧЕТА БАЛАНСА ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ НА УЧАСТКЕ МОРСКОЙ АКВАТОРИИ, ОТВЕДЕННОМ ДЛЯ РАЗВЕДКИ И ДОБЫЧИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ	128-136
Островская Е.В., Колмыков Е.В., Холина О.И., Пронина Т.С., Войнова М.В. УГЛЕВОДОРОДНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ КАСПИЙСКОГО МОРЯ	137-148
Алхасов А.Б., Алхасова Д.А., Алиев Р.М., Рамазанов А.Ш. КОМПЛЕКСНОЕ ОСВОЕНИЕ ГЕОТЕРМАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ	149-158

ЛАНДШАФТНАЯ ЭКОЛОГИЯ

Кочуров Б.И., Марунч Н.А. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ИЗУЧЕНИЮ ГЕОСИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЯ ПРИДНЕСТРОВЬЯ	159-169
---	---------

МЕДИЦИНСКАЯ ЭКОЛОГИЯ

Соболев И.А., Курская О.Г., Шаршов К.А., Прокопьева Е.А., Алексеев А.Ю., Гаджиев А.А., Шестопалов А.М. ИЗМЕНЧИВОСТЬ ВИРУСА ГРИППА ТИПА А	170-177
Халиков С.С., Архипов И.А., Варламова А.И., Халиков М.С., Чистяченко Ю.С., Душкин А.В. ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЕ АНТИГЕЛЬМИНТНЫЕ ПРЕПАРАТЫ В РЯДУ БЕНЗИМИДАЗОЛОВ: СИНТЕЗ, СВОЙСТВА, ПРИМЕНЕНИЕ	178-192

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Лазарева В.Г., Горяев И.А., Харитонов Ч.С. К ВОПРОСУ О ПРОСТРАНСТВЕННО – ДЕМОГРАФИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЕ И ОНТОГЕНЕЗЕ САРСАЗАНА ШИШКОВАТОГО [HALOSCNEMUM STROBILACEUM (PALL.) VIEB.] В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ КАЛМЫКИЯ	193-198
Гацалова И.Т. ВЛИЯНИЕ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ РАЗНОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ НА МОРФОЛОГИЧЕСКУЮ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ГОЛОВАСТИКОВ МАЛОАЗИАТСКОЙ ЛЯГУШКИ (RANA MACROSCNEMIS) ПОСЛЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПЕРИОД РАЗВИТИЯ С НЕЙРУЛЫ ДО ВЫХОДА ИЗ ОБОЛОЧЕК	199-203
Шамов И.М., Мацилиева М.М., Кудяева П.Д. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОФИЛАКТИКИ КАРИЕСА ЗУБОВ У ДЕТЕЙ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ФАКТОРОВ СРЕДЫ	204-210

КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ	211
------------------------------------	-----



CONTENTS

GENERAL PROBLEMS

- Abdurakhmanov G.M., Sokolsky A.F., Kuanysheva G.A., Sokolskaya E.A., Brumshteyn Yu.M.**
SYSTEMATIC ANALYSIS OF PERSPECTIVE TRENDS IN ECOLOGICAL AND BIOLOGICAL STUDIES
OF THE CASPIAN SEA8-20
- Ogureeva G.N.**
BIODIVERSITY OF OROBIOMES IN THE NORTH CAUCASUS ON THE BIOME MAP OF RUSSIA.....21-36
- Kozachek A.V.**
EVOLUTION OF THE OBJECT OF ENVIRONMENTAL KNOWLEDGE IN THE FRAMEWORK OF ECO-GENESIS.....37-58

ECOLOGY OF ANIMALS

- Ponomareva E.N., Krasilnikova A.A., Tikhomirov A.M., Firsova A.V.**
NEW BIOTECHNOLOGICAL METHODS FOR CRYOPRESERVATION OF REPRODUCTIVE CELLS OF STUGEON.....59-68
- Ershova T.S., Zaitsev V.F.**
CONTENT OF MERCURY IN ORGANS AND TISSUES OF CASPIAN SEAL (PHOCA CASPICA, GMELIN, 1788).....69-78
- Marjanyan M.A., Harutyunyan R.G., Harutyunova L.J., Gabrielyan I.G.**
ON THE PALEOFAUNA INVERTEBRATES (MOLLUSCA, ARTHROPODA; INSECTA) OF DIATOMITE DEPOSITS OF
SHAMB-1 LOCALITY (SISIAN SUITE, EARLY PLEISTOCENE, ARMENIA).....79-87
- Minoranskii V.A., Dankov V.I.**
SAIGA TATARICA L. RUSSIA'S ENDANGERED SPECIES.....88-103

ECOLOGY OF PLANTS

- Chadaeva V.A., Shhagapsoev S.H.**
ANALYSIS OF SURVIVAL STRATEGIES OF SPECIES ALLIUM L. IN THE RUSSIAN CAUCASUS.....104-118
- Khashieva L.S., Dakieva M.K., Buzurtanova M.M.**
ON SOME ECOLOGICAL AND BIOLOGICAL FEATURES OF TULIPA BIEBERSHTEINIANA ROEM. ET SCHULT.
IN THE TERSKOY UPLAND CONDITIONS OF REPUBLIC OF INGUSHETIA.....119-127

GEOECOLOGY

- Monakhova G.A., Popov S.K., Asaeva K.I., Rakhimbirdiev N.I.**
NEW METHOD TO ESTIMATE POLLUTANTS BALANCE IN MARINE WATER AREA ALLOTTED FOR
EXPLORATION AND PRODUCTION OF HYDROCARBONS.....128-136
- Ostrovskaya E.V., Kolmykov E.V., Kholina O.I., Pronina T.S., Voinova M.V.**
HYDROCARBON POLLUTION IN THE NORTH-WESTERN PART OF THE CASPIAN SEA.....137-148
- Alkhasov A.B., Alkhasova D.A., Aliyev R.M., Ramazanov A.Sh.**
INTEGRATED EXPLORATION OF GEOTHERMAL RESOURCES.....149-158

LANDSCAPE ECOLOGY

- Kochurov B.I., Marunich N.A.**
ENERGY APPROACH IN THE STUDY OF GEOSYSTEMS AND TECHNOLOGIES OF REFORESTATION IN
TRANSNISTRIA.....159-169

MEDICAL ECOLOGY

- Sobolev I.A., Kurskaya O.G., Sharshov K.A., Prokopyeva E.A., Alekseev A.Yu., Gadzhiev A.A., Shestopalov A.M.**
VARIABILITY OF THE INFLUENZA A VIRUS.....170-177
- Khalikov S.S., Arkhipov I.A., Varlamova A.I., Khalikov M.S., Chistyachenko Yu.S., Dushkin A.V.**
ECOLOGICALLY SAFE BENZIMIDAZOLE-BASED ANTHELMINTIC DRUGS: SYNTHESIS, PROPERTIES,
MEDICATION.....178-192

BRIEF REPORTS

- Lazareva V.G., Goryaev I.A., Kharitonov Ch.S.**
ON THE PROBLEM OF SPATIAL DEMOGRAPHIC STRUCTURE AND ONTOGENESIS OF HALOCNEMUM
STROBILACEUM [(PALL.) BIEB.] IN THE REPUBLIC OF KALMYKIA.....193-198
- Gatsalova I.T.**
INFLUENCE OF MAGNETIC FIELDS OF VARYING INTENSITY ON THE MORPHOLOGICAL VARIABILITY OF
LONG-LEGGED WOOD FROG LARVAE (RANA MACROCNEMIS) AFTER THE EXPOSURE PERIOD FROM
NEURULA TO HATCHING.....199-203
- Shamov I.M., Maschilieva M.M., Kudaeva P.D.**
EFFECTIVENESS OF PREVENTION OF DENTAL CARIES IN CHILDREN UNDER ADVERSE ENVIRONMENTAL
FACTORS.....204-210

- CONTACT INFORMATION.....211**



ОБЩИЕ ВОПРОСЫ

Общие вопросы / General Problems

Оригинальная статья / Original article

УДК: 599.32/33:502.4:574.4

DOI: 10.18470/1992-1098-2016-1-8-20

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

¹Гайирбег М. Абдурахманов, ²Аркадий Ф. Сокольский*,

³Гулнур А. Куанышева, ⁴Евгения А. Сокольская, ⁵Юрий М. Брумштейн

¹кафедра биологии и биоразнообразия, Институт экологии и устойчивого развития
Дагестанского государственного университета, Махачкала, Россия

²кафедра инженерных систем и экологии, Астраханский инженерно-строительный
институт, Астрахань, Россия, a.sokolsky@mail.ru

³кафедра экологии и БЖД, Атырауский институт нефти и газа, Атырау, Казахстан

⁴кафедра биотехнологии и аквакультуры, Астраханский государственный
университет, Астрахань, Россия

⁵кафедра медицинской технологии, Астраханский государственный
университет, Астрахань, Россия

Резюме. Цель. Основной целью эколого-биологических исследований (ЭБИ) Каспийского моря является информационно-техническая поддержка принятия решений, направленных на обеспечение рационального природопользования в регионе с учетом роста техногенной нагрузки и изменения природно-климатических условий. **Методы.** За основу принят метод теоретико-математического обобщения ряда научных работ и системный анализ предлагаемых решений. **Результаты.** Анализ и математическая обработка опубликованных литературных источников убедительно доказали необходимость межгосударственного сотрудничества для оптимизации эколого-биологических исследований. Подтверждена целесообразность проведения эколого-биологических исследований Каспия по различным направлениям, причем распределение усилий (затрат) между ними нуждается в скоординированном управлении. **Заключение.** Показано, что получаемые данные ЭБИ имеют как оперативную, так и долговременную ценность. В перспективе целесообразна разработка подходов к унифицированной структуризации данных ЭБИ, включая их пространственную и временную привязку. Важной задачей является создание единого межгосударственного информационного пространства по результатам ЭБИ с применением информационно-коммуникационных технологий.

Ключевые слова: экология, биология, исследование, математические методы, Каспийское море.

Формат цитирования: Абдурахманов Г.М., Сокольский А.Ф., Куанышева Г.А., Сокольская Е.А., Брумштейн Ю.М. Системный анализ перспективных направлений эколого-биологических исследований Каспийского моря // Юг России: экология, развитие. 2016. Т.11, N1. С.8-20. DOI: 10.18470/1992-1098-2016-1-8-20

SYSTEMATIC ANALYSIS OF PERSPECTIVE TRENDS IN ECOLOGICAL AND BIOLOGICAL STUDIES OF THE CASPIAN SEA

¹Gayirbeg M. Abdurakhmanov, ²Arkady F. Sokolsky*,

³Gulnur A. Kuanysheva, ⁴Evgenia A. Sokolskaya, ⁵Yuriy M. Brumshteyn

¹Department of Biology and Biodiversity, Institute for Ecology and Sustainable Development,
Dagestan State University, Makhachkala, Russia

²Department of engineering systems and ecology, Astrakhan Institute of Civil Engineering,
Astrakhan, Russia, a.sokolsky@mail.ru

³Department of Ecology and Life Safety, Atyrau Institute of Oil and Gas, Atyrau, Kazakhstan

⁴Department of biotechnology, zoology and aquaculture, Department of Biology,
Astrakhan State University, Astrakhan, Russia



⁵Department of medical technology, Astrakhan State University, Astrakhan, Russia

Abstract. Aim. The main purpose of the ecological and biological research (EBR) of the Caspian Sea is the information and technical support of decision-making to ensure the environmental management in the region taking into account the increase of anthropogenic impact and change in climatic conditions. **Methods.** As a basis, we have adopted the method of theoretical and mathematical generalization of a number of scientific papers and systematic analysis of the proposed solutions. **Results.** Analysis and mathematical processing of published literature sources has convincingly demonstrated the need for international cooperation to optimize the ecological and biological research. It has also confirmed the usefulness of the ecological and biological studies of the Caspian Sea in different directions, and the distribution of effort (cost) between them requires coordinated management. **Conclusion.** It is shown that the data obtained by EBI have both rapid and long-term value. In the future, it is rational to develop suitable approaches to unified structuring of the EBR data, including their spatial and timing. An important task is to create a single interstate information space on the results of EBR using information and communication technologies.

Keywords: ecology, biology, research, mathematical methods, the Caspian Sea.

For citation: Abdurakhmanov G.M., Sokolsky A.F., Kuanysheva G.A., Sokolskaya E.A., Brumshteyn Yu.M. Systematic analysis of perspective trends in ecological and biological studies of the Caspian Sea. *South of Russia: ecology, development*. 2016, vol. 11, no. 1, pp. 8-20. (in Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2016-1-8-20

ВВЕДЕНИЕ

В данной статье авторы попытались комплексно рассмотреть проблему организации эколого-биологических исследований (ЭБИ), проводимых в Каспийском регионе. Постановка этой задачи оправдывается с одной стороны тем, что значимость региона увеличивается (в том числе с учетом расширения добычи топливно-энергетических ре-

сурсов), а с другой – необходимостью рационального расходования средств и усилий при проведении исследований в регионе. При этом основное внимание уделяется формированию системного подхода и обоснованию теоретико-математических основ такого подхода.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материалом настоящей работы стало обобщение статей ряда авторов [1-9]. Можно считать, что основной целью ЭБИ Каспийского моря является информационно-техническая поддержка принятия решений, направленных на обеспечение рационального природопользования в регионе с учетом роста техногенной нагрузки [10-13] и изменения природно-климатических условий [13, 14]. В более общем плане, ЭБИ являются необходимым элементом комплексной системы управления [15] социально-экономическим развитием Каспийского региона. С позиций теории управления [16] можно считать, что результаты ЭБИ представляют собой "сигнал обратной связи" в системе управления экологическим состоянием Каспия, регулирования техногенной нагрузки на нее. Отсюда вытекает ряд задач, направленных на достижение этой цели: определение состава информации, необходимой для поддержки принятия объективных и своевременных решений; оценка необходимых характеристик для данных ЭБИ (точность, периодичность, пространственная

привязка и пр.); подбор рациональных источников и методов получения информации с учетом существующих ресурсных ограничений; систематизация и всесторонний анализ этих данных [17], включая применение математических и иных методов [18]; использование существующих и разработка новых методов интегральной оценки [19] экологического состояния экосистемы Каспия и ее отдельных районов; прогнозирование развития эколого-биологических процессов на Каспии, в т.ч. в рамках поддержки принятия упреждающих [15] решений; выработка рациональных решений, связанных с проведением исследований, оценкой экологической ситуации [20] и ее прогнозированием; координация принимаемых решений по проведению исследований и природопользованию на различных уровнях; управление реализацией принимаемых решений [15], внесение в них корректив по ходу выполнения. Каждая из перечисленных задач имеет свои особенности, включая ресурсные ограничения различных типов. Часть этих задач анализируется ниже.



РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В теории принятия решений [19, 21, 22] обосновывается, что информация, имеющаяся в распоряжении лиц принимающих объективные решения должна быть адекватна важности (ответственности) и сложности самих решений. Слишком узкая номенклатура данных в общем случае будет приводить к ухудшению качества решений, а слишком широкая - неоправданно увеличивать стоимость информационной поддержки и, в общем случае, затруднять принятие решений.

С общеметодологических позиций применительно к рассматриваемой в разделе проблематики важнейшими характеристиками информации являются: актуальность – с учетом времени, затрачиваемого на проведение исследований и их обработку; достоверность (определяемая, в том числе, и корректной методологией проведения исследований); достаточно полный пространственный охват исследуемой территории; периодичность (частота) регулярных исследований; объемы данных, получаемых в результате исследований; точность результатов, получаемых в количественной форме. Тре-

бования к некоторым из перечисленных выше параметров носят взаимно противоречивый характер. Так, увеличение объемов собираемой эколого-биологической информации обычно приводит к увеличению длительности ее обработки и, как следствие, снижению актуальности. Повышение точности результатов исследований (например, "глубины" классификации при анализе проб фитопланктона) ведет к увеличению трудоемкости обработки и задержке получения результатов. Это может приводить к снижению количества обрабатываемых проб, сокращению числа мест проведения исследований.

Таким образом, здесь возникают многопараметрические задачи принятия оптимальных решений [22, 23], в том числе для многосвязных областей допустимых решений (с учетом того, что могут быть выбраны альтернативные методы исследований).

В общем случае можно считать, что оптимальным в отношении абсолютной величины "полезности" является m -ое решение в отношении проведения исследований, для которого имеет место

$$\max_m \left(Q_m = \sum_{i=1}^{I_m} (P_{i,m} - Z_{i,m}) \right) \quad (1.1)$$

где: Q_m - оценка "полезности" m -го решения; I_m - количество видов исследований

для m -го варианта; $P_{i,m}$ и $Z_{i,m}$ - положительный эффект (ПЭ) и затраты, относящиеся к i -ому виду исследований в m -ом варианте. На практике такой подход может осложняться тем, что "полезность" исследований может быть существенно различной для разных групп потребителей их результатов. Отметим еще, что в общем случае ПЭ может включать в себя величину предотвращенного ущерба.

Основными источниками информации для поддержки принятия решений, связанных с природопользованием в Каспийском регионе, могут быть: опубликованные литературные данные (научные публикации, статистические сборники и прочее) по результатам уже выполненных ранее исследований, сбора статистического материала и т.п.;

неопубликованные данные по уже сделанным исследованиям, включая "открытые" и секретные данные, данные "для служебного пользования" и представляющие собой "коммерческую тайну" [24]; данные, взятые из средств массовой информации и Интернета; компьютерные базы данных, в том числе на лазерных дисках; данные собственных исследований научных работников (в т.ч. полевых работ, лабораторных экспериментов, имитационного моделирования).

В ряде случаев достаточен лишь сбор информации из открытых источников и их систематизация (преимущества - дешевизна и высокая скорость получения результатов, недостатки - неполнота информации, недостаточно высокая точность и прочее). Однако часто необходимо проведение полевых исследований, что требует достаточно трудоемких и дорогостоящих операций, а также значительных ресурсов календарного времени.

Традиционно на Каспии выполняется



большой объем экологических исследований. Упомянем здесь, прежде всего, такие виды исследований: гидрометеорологические наблюдения (включая наземные территории, примыкающие к Каспию); исследования температурного режима Каспийского моря; изучение процессов льдообразования и таяния льда на севере Каспия; изучение циркуляции течений, в т.ч. их изменчивости по сезонам года и в зависимости от величины объемов паводков на реках; гидрохимические исследования водной среды устья реки Волги, Урала, Терека и других рек Каспия на различных участках; исследования загрязненности грунтов – особенно в Северном Каспии; исследования бактериопланктона, фито- и зоопланктона; изучение бентоса; исследования медуз, рыб и др.; изучение млекопитающих (тюлень); токсикологические исследования по различным направлениям, в т.ч. в путем использования биотестирования [10,11, 25].

К дистанционным методам относятся, прежде всего: аэрофотосъемка и космическая съемка (включая многозональную и в ИК-диапазоне); радиолокационное зондирование поверхности моря с самолетов и спутников. При этом радиолокационное зондирование может использоваться и для определения поверхностных загрязнений моря.

Отметим еще направления исследований, непосредственно связанные с природо-пользовательской деятельностью в регионе: определение фактических уровней добычи рыбы и млекопитающих (включая вероятные оценки браконьерской добычи); загрязнение водной среды за счет транспорта, стока рек, переноса загрязнений с окружающих территорий воздушными массами и прочее; влияние дноуглубительных работ (порты, каналы и прочее) на состояние водной среды и его обитателей; возможное влияние геологоразведочных работ на акватории Каспия на экосистему; возможное загрязнение водной среды Каспия при разработке топливно-энергетических ресурсов, залегающих под дном Каспия (при добыче и транспортировке).

Построение имитационных компьютерных моделей в сфере экологии [26] обычно осуществляется с использованием экспериментально-статистических данных и некоторых теоретических представлений. Такие модели могут использоваться для уточнения характера протекания процессов

в экосистеме Каспийского моря и для целей прогнозирования, в т.ч. в рамках предполагаемой реализации различных сценариев развития событий. Попыток создания моделей экосистемы Каспия было уже много, при этом задачи тепломассообмена моделировались достаточно успешно. В то же время комплексные модели процессов, связанных с биотой Каспия, часто давали неточные или даже неадекватные результаты - это связано с объективной сложностью протекающих процессов, неполнотой знаний о них и сложностями алгоритмизации выявленных механизмов функционирования биоты.

Укажем основные типы организаций, проводящих ЭБИ на Каспии: академические и рыбохозяйственные организации. Для России это, прежде всего, институты ВНИРО (Москва), КаспНИРХ (Астрахань), Южный научный центр РАН (Ростов-на-Дону), Институт океанологии РАН (Москва). После распада СССР и появления на Каспии таких самостоятельных государств как Казахстан, Туркмения и Азербайджан, в них также были созданы научно-исследовательские структуры, ориентированные на изучение Каспия. Отметим также важное значение исследований, связанных с Каспием, сотрудников учебных университетов прикаспийских государств, включая расположенные в г. Астрахани (Государственный университет и Государственный технический университет); природоохранные организации; подразделения топливно-энергетических компаний (включая добывающие и транспортные компании); неправительственные (общественные) организации, включая экологические движения и прочие.

В результате проводимых исследований (наблюдений) накапливаются большие объемы данных, в т.ч. хранимые как базы данных (БД) [27]. Авторские права на базы данных (БД) (в т.ч. имущественные) регулируются частью 4-ой Гражданского Кодекса РФ (ГК РФ). Однако используемое в ней толкование БД отличается от такового, принятого в сфере информационных технологий [3]. В частности, ИТ-специалисты обычно считают, что программные средства (ПС), обеспечивающие работу с БД входят в нее. В то же время по ГК РФ "программы для ЭВМ" это отдельный объект авторского права.

В юридической литературе (например,



[28]) отмечается, что БД сейчас охраняются не только авторским правом (как составные произведения), но и как объекты смежных прав (ст.1333-1336 ГК РФ). В последнем случае предоставляемая БД *"...охрана не зависит от наличия или отсутствия творческого труда при составлении базы данных"*.

Автоматизация эколого-биологических исследований на Каспии сейчас в целом находится в начальной стадии. Это касается как проведения полевых работ, так и лабораторной обработки проб. Автоматизированы в основном лишь процессы измерения некоторых абиотических параметров, в т.ч. в рамках автоматизированного мониторинга экосистем.

Необходимость в систематизации (структуризации) накапливаемых данных возникает обычно лишь в случае, когда они имеют большие объемы. Сейчас для этой цели используются преимущественно "компьютерные БД" [27]. Применяются также информационно-справочные и информационно-аналитические системы, включающие в себя БД и ПС обеспечения интерфейса с пользователем, программы обработки данных и прочее. В последнее время все более широко используются "хранилища данных" и "витрины данных" [27]. Отбор данных в хранилища производится из БД и иных источников информации. Отметим, что информация в хранилищах информации: носит слабо изменяющийся характер; поддерживается хронология (моменты получения) данных. Витрины - это предметно-ориентированные хранилища данных по определенной тематике.

Быстрый рост производительности ЭВМ и, особенно, емкостей носителей информации, фактически снял проблемы ограничения объемов БД. Однако остаются актуальными вопросы эффективности обеспечения селективного доступа к информации в больших БД и к плохо структурированной информации типа массивов научных публикаций в электронной форме.

Использование в БД подходов типа "индексации" единиц хранения информации позволяет обеспечить возможность задания их принадлежности сразу нескольким классификационным группам и подгруппам информации.

Для целей анализа информации и прогнозирования процессов могут применяться

различные математические методы. Перечислим наиболее популярные среди них в эколого-биологических исследованиях [18]: анализ таблиц сопряженности признаков (для качественных данных); оценка достоверности различий между выборками с парно связанными и не связанными вариантами; регрессионный и корреляционный анализ; дисперсионный анализ; методы многомерного статистического анализа (включая метод главных компонент и главных факторов); кластерный анализ; методы анализа временных рядов и прочее. Эти методы реализованы в многочисленных профессиональных пакетах статистического анализа данных (например, Statistica, Statgraphics+ и прочее). Приведенные методы достаточно широко используются при обработке исследовательских данных по Каспию, причем их применение носит не стандартизованный характер.

В сфере информационных технологий также происходит интенсивное развитие методов анализа данных. Если ранее популярными были лишь OLAP (в рамках оперативного анализа данных) и Data Mining (в основном для выявления не очевидных зависимостей), то теперь появились и другие направления [27], прежде всего Visual Mining и Text Mining.

Как уже отмечалось, особым направлением является применение имитационного моделирования экологических процессов. Для моделей такого сложного объекта как Каспийское море в целом (или даже его отдельная часть) требуется достаточно подробная пространственная дискретизация. При исследовании динамических процессов необходима также дискретизация процессов по времени, причем с относительно малым шагом. Поэтому задачи имитационного моделирования в вычислительном отношении часто оказываются чересчур трудоемкими для обычных ПЭВМ. Как альтернативы возможны: применение суперкомпьютеров (они пока все еще достаточно редки); использование вычислительных кластеров (совокупностей совместно работающих ЭВМ); динамическое управление структурой ЭВМ, построенных на программируемых логических интегральных схем (ПЛИС). По крайней мере, кластерные структуры уже использовались в рамках имитационного моделирования Каспия.

Рассмотрим задачу распределения то-



чек исследований между отдельными участками (в пределах изучаемой зоны) в случае, если количество таких точек является ограниченным в связи с лимитированием по доступным ресурсам (например, по длительности экспедиционных исследований, трудоемкости обработки проб и пр.). При этом мы считаем, что в пределах участка в течение года исследования могут быть выполнены в одной или большем количестве точек (или в одной и той же точке, но неоднократно). Общее количество исследований примем равным " Ψ ". Важность информации по участкам (например, с рыбохозяйственной точки зрения) оценим вектором

$$\xi_k = \Psi * (G_k^\alpha * D_k^\beta) / \sum_{f=1}^K (G_f^\alpha * D_f^\beta) \quad (1.2)$$

При этом соотношение коэффициентов α, β определяет относительные значимости "рыбохозяйственной важности" и "изменчивости". На практике применение этой формулы может вызывать технические трудности, т.к. количества исследований должны быть "целыми", а ξ_k вычисленные по (1.2) могут быть и "не целыми". Возможные решения: переход от одногодичного планирования исследований к 2-3 годичному; "неполное проведение" исследований в отдельных точках (например, менее "глубокий" разбор проб зоопланктона) и пр. В общем случае планирование распределения точек исследований может быть динамическим и меняться от года к году. На практике в рамках одной организации совокупность точек исследований обычно фиксируется на ряд лет - для обеспечения сопоставимости результатов.

Оценки отдельных компонентов водных биосистем принято [29] осуществлять по следующим направлениям: характеристики органического вещества в водной среде; фитопланктон (и, прежде всего, его биомасса на единицу площади); бактериопланктон; зоопланктон; зообентос. В качестве расчетных характеристик экосистем упомянем: оценки трофических типов водоемов (участков водоемов); первичную продукцию; оценки отношения "продукции" к "биомассе" (в т.ч. для бактериопланктона и зоопланктона); поток энергии через экосистемы

$\{G_k\}_{k=1...K}$, где " K " – общее количество участков. Кроме того, будем считать известными оценки "изменчивости" внутригодовой динамики некоторого интегрального показателя для участка (например, суммарного количества биотической и абиотической информации) – в виде $\{D_k\}_{k=1...K}$. Такие оценки могут быть сделаны по результатам ранее выполненных исследований на том же или соседних участках. Тогда для " k "-ого участка количество исследований можно оценить по формуле

(а также отношение параметров потока энергии к первичной продукции); оценки устойчивости экосистем (последний параметр можно отнести и к комплексным). Для биосистемы Каспия важной особенностью является перенос вещества и энергии между отдельными участками моря. Поэтому последние в общем случае должны рассматриваться совместно.

По методам определения (расчета) большинства этих показателей существует достаточно обширная литература – например [29]. Отдельно остановимся на вопросах "устойчивости". В ЭБИ устойчивость чаще всего связывается с видовым разнообразием, как фактором, обеспечивающим потенциальную возможность адаптации экосистем к возможным изменениям внешних условий. При этом количественные критерии устойчивости чаще всего не применяются.

Такое понимание отличается принятого в теории управления системами, для которой характерно использование понятия "область устойчивости". Этот термин означает, обычно, ту область сочетаний параметров, для которой система, будучи выведенной из первоначального стационарного состояния возмущающим воздействием, возвращается к нему с течением времени. Подчеркнем, что термин "стационарное" не тождественен "статическому", так как стационарной может быть и система, находящаяся в состоянии периодических (установившихся) колебаний.

Дополнительно применяется и термин



"запас устойчивости", относящийся к возможным разовым изменениям отдельных параметров (или их совокупностей), не приводящих к потере устойчивости системы. Могут быть использованы как минимум следующие характеристики устойчивости: запасы устойчивости по отдельным параметрам (абсолютные и относительные);

$$Z_{(i)+}^{(a)} = Z_{\max(i)} - Z_{c(i)}; \quad Z_{-(i)}^{(a)} = Z_{c(i)} - Z_{\min(i)} \quad (1.3)$$

$$Z_{(i)+}^{(r)} = (Z_{(i)\max} - Z_{(i)c}) / Z_{(i)c}; \quad Z_{(i)-}^{(r)} = (Z_{(i)c} - Z_{(i)\min}) / Z_{(i)c} \quad (1.4)$$

где: $Z_{(i)\max}$; $Z_{(i)\min}$ - максимально и минимально допустимые (с позиций сохранения устойчивости системы) значения для i -ого параметра; $Z_{(i)c}$ - текущее значение

средний запас устойчивости системы по возмущающим воздействиям и другие.

Будем для простоты рассматривать статическое состояние системы. Для абсолютной устойчивости i -ого параметра могут быть использованы следующие формулы – для возмущений в "плюс" и "минус"

того же параметра; верхние индексы "(a)" и "(r)" соответствуют абсолютному и относительному критериям. Тогда минимальный запас устойчивости по абсолютному критерию

$$\min(\min_i(Z_{(i)+}^{(a)}); \min_i(Z_{(i)-}^{(a)})) \quad (1.5)$$

Соответственно "критическим" будем считать тот параметр, по которому достигается

этот минимум. Средний запас устойчивости оценим как

$$Z_{(i)+}^{(sr)} = \left(\sum_{i=1}^I (Z_{(i)+}^{(a)} + Z_{(i)-}^{(a)}) \right) / (2 * I) \quad (1.6)$$

Для экосистемы Каспия "реакция" на появление в ней медузы *Mnemiopsis* оказалась весьма значительной и уже привела к существенному уменьшению кормовой базы ценных видов рыб. При этом, судя по всему, процессы перехода к иному "стационарному" состоянию еще не завершились.

На практике важна реакция системы и на постоянное изменение каких-то влияющих факторов. Обычно при этом система переходит в некоторое другое стационарное состояние с иным набором параметров

$\{Z_{(i)c}'\}_{i=1...I}$. В целом чувствительность системы к воздействию таких факторов в линейном приближении (что иногда может быть оправдано лишь для относительно небольших изменений значений этих факторов) можно представить матрицей чувствительности. Ее структуру покажем для случая трех влияющих факторов и четырех параметров системы (демонстрационный пример)

$$[T] = \begin{bmatrix} \partial P_1 / \partial F_1 & \partial P_1 / \partial F_2 & \partial P_1 / \partial F_3 \\ \partial P_2 / \partial F_1 & \partial P_2 / \partial F_2 & \partial P_2 / \partial F_3 \\ \partial P_3 / \partial F_1 & \partial P_3 / \partial F_2 & \partial P_3 / \partial F_3 \\ \partial P_4 / \partial F_1 & \partial P_4 / \partial F_2 & \partial P_4 / \partial F_3 \end{bmatrix} \quad (1.7)$$

При этом величины частных производных в (1.7) могут быть в принципе оценены следующими методами: по данным полевых исследований; в результате лабораторных экспериментов; с использованием методов математического моделирования; использованием экспертных оценок. На

практике подходы на основе (1.7) осложняются тем, что время реакции системы на влияющие факторы (время перехода в новое стационарное состояние) может быть достаточно значительным.

Сложность методов комплексной оценки экологической ситуации и ее дина-



мики в общем случае может определяться следующими факторами: разнородность источников информации и разновременность моментов проведения исследований; различия в используемых методиках (в т.ч. при проведении исследований различными орга-

низациями); неполнота информации, используемой для оценки и прочие.

Для комплексной оценки загрязнения водной среды на n -ом участке моря может быть эффективен интегральный показатель вида

$$\Omega_n = 100\% * \sum_{j=1}^J (\Phi_j / U_j) \quad (1.8)$$

где: Φ_j - фактическое значение показателя

загрязненности для j -ого фактора, а U_j - нормативное значение для этого фактора (или его фоновая характеристика[20]). Сравнение различных участков исследуемой зоны по показателю Ω возможно, если: набор измеренных показателей является

одинаковым, а сами измерения носили либо одномоментный характер, либо являлись результатом усреднения по времени. В рамках наглядного сопоставления таких показателей по различным участкам Каспия целесообразна цветовая кодировка в рамках контура Каспийского моря. Альтернативный по отношению к (1.8) подход

$$\Omega_n = 100\% * \sum_{j=1}^J \left\{ \frac{(F_j / U_j) - n_{пу} - F_j > U_j}{0 - n_{пу} - F_j \leq U_j} \right\} \quad (1.9)$$

Состояние участков экосистем часто оценивается также на основании показателей биологического разнообразия. Сейчас

наиболее объективным из них считается показатель "эквитабельности" (Θ) [30]

$$\Theta = H_s / \ln(s); \quad H_s = \sum_{i=1}^I p_i \ln(p_i); \quad p_i = K_i / \sum_{i=1}^I K_i \quad (1.10)$$

где: K_i - численность особей i -ого вида (или их суммарная биомасса). Наглядное изображение показателей биоразнообразия также возможно с помощью цветовой кодировки на карте.

Представляет интерес также "информационный" подход, концептуально обоснованный в [20]. При этом для каждого участка исследований оценивается объем "биотической" и "абиотической" информации (в [19] для этой цели предлагается использо-

вать индекс Шеннона H_s из формулы (1.10) оценивающий показатель разнообразия). Однако для Каспия суммарное количество "информации" по участкам, оцененное таким образом, будет испытывать, как минимум, значительные внутригодовые циклические колебания. При этом с позиций распределения "усилий" по участкам исследований важен не столько внутригодовой "размах" колебаний (например, индекса разнообразия по видам или биомассы зоопланктона), сколько межгодовые различия в

таких колебаниях.

Прогнозирование в ЭБИ сейчас осуществляется с использованием следующих подходов: на основе анализа временных рядов; с применением регрессионных уравнений, полученных на основании экспериментальных данных; имитационного моделирования процессов и систем. При прогнозировании обычно учитывают выделенные ранее: многолетний тренд; циклические колебания показателей (прежде всего годовые); статистические взаимосвязи отдельных показателей и прочее.

Первая группа технологии принятия решений связана с планированием и реализацией последующих исследований, включая: выбор номенклатуры исследований; их методик; мест, сроков, объемов исследований; методов математической обработки и прочее. По крайней мере для лабораторных исследований целесообразно упомянуть методы "Теории планирования эксперимента" [31], которые позволяют оптимизировать расположение точек проведения исследований в факторном пространстве. Существен-



но, что в силу взаимосвязей между эколого-биологическими процессами их диагностика возможна не только по прямым показателям, но и по косвенным [29, 32], что часто позволяет сократить объемы исследований. Вторая группа включает решения, связанные с управлением: социально-экономическими системами, экологической обстановкой, природопользовательской деятельностью и прочее.

При этом решения могут носить [15, 23]: стратегический и оперативный характер; приниматься индивидуально или коллективно; выбора альтернатив при полной или неполной информации.

Основными ресурсными ограничениями, связанными с принятием решений по эколого-биологическим исследованиям можно считать следующие ограничения: финансовые, связанные с затратами на сбор (получение) информации, ее структуризацию, хранение, обеспечение доступности (в том числе при селективном выборе), анализ данных, включая выявление неявных зависимостей - Data Mining, Visual Mining и др. [27]); связанные с наличием и характеристиками исследовательского оборудования (включая его точность и возможности проведения отдельных видов исследований), экспедиционными судами и пр.; связанные с доступными ресурсами астрономического времени; определяемые доступностью мест проведения исследований; связанные с персоналом (наличие персонала, его квалификация, возможность участия в полевых исследованиях и прочее); обуславливаемые доступностью ранее уже собранной (полученной) информации. Последний тип ограничений может носить как умышленный характер (в том числе по экономическим соображениям), так и неумышленный. Информация, находящаяся в бумажной форме обычно является менее доступной, чем су-

ществующая в электронной форме.

Основные направления ограничений при принятии решений, связанных с природопользованием в Каспийском регионе: соблюдение экологических норм природопользования; инженерно-технические ограничения, связанные природопользованием, включая добычу и транспортировку топливно-энергетических ресурсов; финансово-экономические ограничения на уровне государств, регионов и отдельных коммерческих организаций.

Координация решений, связанных с проведением эколого-биологических исследований, в пределах одной страны может осуществляться на следующих уровнях: внутрирегиональном; межрегиональном; межведомственном; в рамках государственных целевых или координационных программ. Координация на межгосударственном уровне возможна в рамках международных программ и международных соглашений. С точки зрения эффективности затрат координация эколого-биологических исследований позволяет: избежать неоправданного дублирования исследований; осуществить более полный охват территорий исследованиями; обеспечить одновременность исследований различными группами исследователей, а также временную увязку их с авиа- или космическими съемками. В целом координация исследований позволяет повысить их качество и снизить расходы.

К сожалению, в настоящее время статус Каспийского моря остается не полностью определенным, что затрудняет процессы координации на межгосударственном уровне.

Для оценки экономической эффективности и рентабельности ЭБИ m -го варианта затрат на эколого-биологические исследования может быть использована обычная формула

$$R_m = 100\% * (E_m - Z_m) / Z_m \quad (1.11)$$

где: E_m и Z_m соответственно положительный экономический эффект (ПЭФ) и затраты. В общем случае и затраты и ПЭФ носят вероятностный характер. При исполь-

зовании критерия пессимизма-оптимизма Гурвица [17] в виде $0 \leq \lambda \leq 1$, оценки для ПЭФ и затрат для конкретного (m -ого) варианта решений могут быть даны как

$$E = E_{\min} + \lambda_1 * (E_{\max} - E_{\min}) \quad (1.12)$$

$$Z = Z_{\min} + \lambda_2 * (Z_{\max} - Z_{\min}) \quad (1.13)$$



При этом для рентабельности (R) возможен диапазон ($R_{\min} \dots R_{\max}$), где

$$R_{\max} = 100\% * (E_{\max} - Z_{\min}) / Z_{\min} \quad (1.14)$$

$$R_{\min} = 100\% * (E_{\min} - Z_{\max}) / Z_{\max} \quad (1.15)$$

где $E_{\min}, E_{\max}$ - минимальная и максимальная оценки ПЭФ, а $Z_{\min}, Z_{\max}$ - аналогичные показатели для затрат. Подчерк-

нем, что вероятная оценка рентабельности может рассматриваться как дополнительная характеристика решения по отношению к (1.1).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приведенные выше материалы убедительно доказали необходимость межгосударственного сотрудничества для оптимизации эколого-биологических исследований. Подтвердили целесообразно проведение эколого-биологических исследований Каспия по различным направлениям, причем распределение усилий (затрат) между ними нуждается в скоординированном управлении. Показано, что получаемые данные ЭБИ

имеют как оперативную, так и долгосрочную ценность. В перспективе целесообразна разработка подходов к унифицированной структуризации данных ЭБИ, включая их пространственную и временную привязку. Важной задачей является создание единого межгосударственного информационного пространства по результатам ЭБИ с применением информационно-коммуникационных технологий.

Благодарность: Исследование выполнено при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации, соглашение № 14.574.21.0109 (уникальный идентификатор прикладных научных исследований (проекта) – RFMEFI57414X0109).

Acknowledgement: The study was carried out with support of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation, Agreement No. 14.574.21.0109 (a unique identifier for Applied Scientific Researches (Project) - RFMEFI57414X0109).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Абдусаматов А.С., Абдурахманов Г.М., Карпюк М.И. Современное состояние и эколого-экономические перспективы развития рыбного хозяйства в Западно-Каспийском регионе России. Москва: «Наука», 2004. 469 с.
2. Алимов А.Ф. Разнообразие, сложность, стабильность, выносливость экологических систем // Журнал Общей биологии. 1994. Т.55., №3. С. 285-302.
3. Брумштейн Ю.М. Базы данных и некоторые смежные объекты. Анализ понимания терминов в законодательстве и сфере информационных технологий // Интеллектуальная собственность. Авторское право и смежные права. 2009. №1, С. 8-18.
4. Иванов В.П. Биологические ресурсы Каспийского моря. Астрахань: Изд-во «КаспНИРХ», 2000. 89 с.
5. Иванов В.П., Комарова Г.В. Рыбы Каспийского моря. Астрахань: Изд-во АГТУ, 2008. 207 с.
6. Иванов В.П., Сокольский А.Ф. Научные основы стратегии защиты биологических ресурсов Каспийского моря от нефтяного загрязнения. Астрахань: Изд-во «КаспНИРХ», 2000. 180 с.
7. Камелов А.К., Сокольский А.Ф., Альпейсов Ш.А. Современное состояние и подходы к восстановлению численности русского осетра Урало-Каспийского бассейна. Алматы: Изд-во «Бастау», 2005. 205 с.
8. Книпович Н.М. Каспийское море и его промыслы. Берлин: Изд-во ГИЗ РСФСР, 1923. 69 с.
9. Шорыгин А.А. Питание и пищевые взаимоотношения рыб Каспийского моря. Москва: Пищепромиздат, 1952. 261 с.
10. Панин В.Ф., Сечин А.И., Федосова В.Д. Экология для инженера. М.: Изд. Дом «Ноосфера», 2001. 284 с.
11. Сокольский А.Ф., Глебых А.И., Сокольская Е.А. и др. Современное состояние биопродуктивности Каспийского моря и причины деградации популяции тюленей за последние 300 лет. Астрахань: Изд-во «Полиграфком», 2008. 176 с.
12. Струбакина Н. Из истории освоения рыбных богатств Каспия и Астраханского края. Волгоград: Нижневолжское книжное изд-во, 1989. 93 с.
13. Шихшабеков М.М., Гаджимурадов Г.Ш. Атлас рыб Среднего Каспия и Дагестана. Махачкала: Изд-во «Лотос», 2009. 115 с.
14. Шихшабеков М.М., Рабазанов Н.И. Морфо-экологические исследования размножения рыб в водоемах с нарушенным экологическим режимом. М.: «ЮНИТИ-ДАНА», 2009. 250 с.
15. Учитель Ю.Г., Терновой А.И., Терновой К.И. Разработка управленческих решений. М.: «ЮНИТИ-ДАНА», 2008. 383 с.



16. Кунц Д., О'Донелл С. Управление: системный и ситуационный анализ управленческих функций / пер. с англ. Д.М. Гвишиани. М.: Прогресс, 1981. 260 с.
17. Системный анализ и принятие решений: Словарь справочник / Под ред. В.Н. Волковой, В.Н. Козлова. М.: Высшая школа, 2004. 616 с.
18. Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1973. 343 с.
19. Савинов А.Б. Метод интегральной количественной оценки экосистем (информационно-энтропийный аспект) // Материалы Всероссийской конференции «Современные аспекты экологии и экологического образования». Казань, 19-23 сентября, 2005. С. 377-378.
20. Усманов Б.М. Общие принципы оценки экологического состояния окружающей среды // Материалы Всероссийской конференции «Современные аспекты экологии и экологического образования», Казань, 19-23 сентября, 2005. С. 381-383.
21. Орлов А.И. Теория принятия решений. М.: Изд-во «Экзамен», 2006. 573 с.
22. Черноруцкий И.Г. Методы принятия решений. СПб.: БХВ-Петербург, 2005. 416 с.
23. Грешиллов В.А. Математические методы в приня-

- тии решений. М.: Прогресс, 1986. 368 с.
24. "О коммерческой тайне" - Федеральный закон от 29 июля 2004 г. N 98-ФЗ. URL: <http://www.rg.ru/2004/08/05/taina-doc.html> (дата обращения: 01.11.2015).
25. Кулиев З.М. Карповые и окуневые рыбы Южного и Среднего Каспия. Баку: Изд-во «Араз», 2002. 245 с.
26. Романов М.Ф., Федоров М.П. Математические модели в экологии. СПб.: "Иван Федоров", 2003. 240 с.
27. Барсегян А.А., Куприянов М.С., Степаненко В.В., Холод И.И. Технологии анализа данных: Data Mining, Visual Mining, Text Mining, OLAP. СПб.: БХВ-Петербург, 2007. 384 с.
28. Близнец И.А., Леонтьев К.Б. Авторское право и смежные права. М.: Проспект, 2009. 416 с.
29. Мусатов А.П. Оценка параметров экосистем внутренних водоемов. М.: Научный мир, 2001. 192 с.
30. Федоров В.Д., Гильманов Т.Г. Экология. М.: Изд-во МГУ, 1980. 464 с.
31. Астватуриянц В.Г. Методы теории планирования эксперимента. М.: Наука, 2006. 323 с.
32. Мусатов А.П. Пространственно-временная структура водных экосистем. М.: Наука, 1994. 118 с.

REFERENCES

1. Abdusamadov A.S., Abdurakhmanov G.M., Karpuyuk M.I. *Sovremennoe sostoyanie i ekologo-ekonomicheskie perspektivy razvitiya rybnogo khozyaistva v Zapadno-Kaspiiskom regione Rossii* [Current status and prospects of ecological and economic development of fisheries in the West Caspian region of Russia]. Moscow, Nauka Publ., 2004. 469 p. (in Russian)
2. Alimov A.F. The variety, complexity, stability, endurance of ecological systems. *Zhurnal Obshchei biologii* [Biology Bulletin Reviews]. 1994, vol. 55, no. 3, pp. 285-302. (in Russian)
3. Brumshhteyn Yu.M. Databases and some related objects. The analysis in terms of understanding the legislation and information technology. *Intellectual'naya sobstvennost'. Avtorskoe pravo i smezhnye prava* [Intellectual property. Copyright and related rights]. 2009, no. 1, pp. 8-18. (in Russian)
4. Ivanov V.P. *Biologicheskie resursy Kaspiiskogo morya* [The biological resources of the Caspian Sea]. Astrakhan, Caspian Research Institute of Fisheries Publ., 2000, 89 p. (in Russian)
5. Ivanov V.P., Komarova G.V. *Ryby Kaspiiskogo morya* [Fish of the Caspian Sea]. Astrakhan, Astrakhan State Technical University Publ., 2008. 207 p. (in Russian)
6. Ivanov V.P., Sokolsky A.F. *Nauchnye osnovy strategii zashchity biologicheskikh resursov Kaspiiskogo morya ot neftyanogo zagryazneniya* [Scientific basis for strategies to protect the biological resources of the Caspian Sea by oil pollution]. Astrakhan, Caspian Research Institute of Fisheries Publ., 2000. 180 p. (in Russian)
7. Kamelov A.K., Sokolsky A.F., Alpeysov Sh.A. *Sovremennoe sostoyanie i podkhody k vosstanovleniyu chislennosti russkogo osetra Uralo-Kaspiiskogo basseina* [Current status and approaches to the restoration of the strength of Russian sturgeon of the Ural-Caspian basin]. Almaty, Bastau Publ., 2005. 205 p. (in Russian)
8. Knipovich N.M. *Kaspiiskoe more i ego promysly* [The Caspian Sea and its fisheries]. Berlin, State Publishing House of the Russian Soviet Federative Socialist Republic, 1923. 69 p. (in Russian)
9. Shorygin A.A. *Pitanie i pishchevye vzaimootnosheniya ryb Kaspiiskogo morya* [Nutrition and food relationships of fish of the Caspian Sea]. Moscow, Peeschepromizdat Publ., 1952. 261 p. (in Russian)
10. Panin V.F., Sechin A.I., Fedosov V.D. *Ekologiya dlya inzhenera* [Ecology for engineer]. Moscow, Noosfera Publ., 2001. 284 p. (in Russian)
11. Sokolsky A.F., Glebych A.I., Sokolskaya E.A. and others. *Sovremennoe sostoyanie bioproduktivnosti Kaspiiskogo morya i prichiny degradatsii populyatsii tyuleni za poslednie 300 let* [The current state of bioproductivity of the Caspian Sea and the reasons for the degradation of the seal population in the last 300 years]. Astrakhan, Poligrafkom Publ., 2008. 176 p. (in Russian)
12. Strubalina N. *Iz istorii osvoeniya rybnokh bogatstv Kaspiya i Astrakhanskogo kraya* [From the history of the development of fish resources of the Caspian Sea and the Astrakhan region]. Volgograd, Nizhnevolzhsk book Publ., 1989, 93 p. (in Russian)
13. Shihshabekov M.M., Gadzhimuradov G.S. *Atlas ryb Srednego Kaspiya i Dagestana* [Fish Atlas of the Middle Caspian and Dagestan]. Makhachkala, Lotos Publ., 2009. 115 p. (in Russian)
14. Shihshabekov M.M., Rabazanov N.I. *Morfo-ekologicheskie issledovaniya razmnzheniya ryb v vodoemakh s narushennym ekologicheskim rezhimom* [Morpho-ecological studies of fish breeding in water bodies with violations of environmental regime]. Moscow, UNITY-DANA Publ., 2009. 250 p. (in Russian)



15. Uchitel Yu.G., Ternovoy A.I., Ternovoy K.I. *Razrabotka upravlencheskikh reshenii* [Development of managerial decisions]. Moscow, UNITY-DANA Publ., 2008. 383 p.
16. Kunz D., O'Donnell S. (Russ. ed. D.M. Gvishiani) [Management: situational analysis and system management functions]. Moscow, Progress Publ., 1981. 260 p.
17. Volkova V.N., Kozlova V.N. Eds. *Sistemnyi analiz i prinyatie reshenii: Slovar' spravochnik* [System analysis and decision-making: Dictionary Directory]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 2004. 616 p. (in Russian)
18. Lakin G.F. *Biometriya* [Biometrics]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 1973. 343 p. (in Russian)
19. Savinov A.B. Metod integral'noi kolichestvennoi otsenki ekosistem (informatsionno-entropiinyi aspekt) [The method of quantitative evaluation of integrated ecosystem (information entropy aspect)]. *Materialy Vserossiiskoi konferentsii «Sovremennye aspekty ekologii i ekologicheskogo obrazovaniya»*. Kazan', 19-23 sentyabrya, 2005 [Proceedings of the conference «Modern aspects of ecology and environmental education», Kazan, 19-23 September 2005]. Kazan, 2005, pp. 377-378. (in Russian)
20. Usmanov B.M. Obshchie printsipy otsenki ekologicheskogo sostoyaniya okruzhayushchei sredy [General principles for evaluating the ecological state of the environment]. *Materialy Vserossiiskoi konferentsii «Sovremennye aspekty ekologii i ekologicheskogo obrazovaniya»*. Kazan', 19-23 sentyabrya, 2005 [Proceedings of the conference «Modern aspects of ecology and environmental education», Kazan, 19-23 September 2005]. Kazan, 2005, pp. 381-383. (in Russian)
21. Orlov A.I. *Teoriya prinyatiya reshenii* [Decision theory]. Moscow, Ekzamen Publ., 2006. 573 p. (in Russian)
22. Chernorutskii I.G. *Metody prinyatiya reshenii* [Methods of decision making]. St. Petersburg, BHV-Petersburg Publ., 2005. 416 p. (in Russian)
23. Greshilov V.A. *Matematicheskie metody v prinyatii reshenii* [Mathematical methods in decision making]. Moscow, Progress Publ., 1986. 368 p. (in Russian)
24. "O kommercheskoi taine" - *Federal'nyi zakon ot 29 iyulya 2004 g. N 98-FZ* ["On Commercial Secrets" - Federal Law of July 29, 2004 N 98-FL]. Available at: <http://www.rg.ru/2004/08/05/taina-doc.html> (accessed 01.11.2015)
25. Kuliev Z.M. *Karpovye i okunevyie ryby Yuzhnogo i Srednego Kaspiya* [Carp and perch fish Southern and Middle Caspian]. Baku, Araz Publ., 2002. 245 p. (in Russian)
26. Romanov M.P., Fedorov M.P. *Matematicheskie modeli v ekologii* [Mathematical models in ecology]. St. Petersburg, Ivan Fedorov Publ., 2003. 240 p. (in Russian)
27. Barseghyan A.A., Kupriyanov M.V., Stepanenko V.V., Kholod I.I. *Tekhnologii analiza dannykh: Data Mining, Visual Mining, Text Mining, OLAP* [Technology data analysis: Data Mining, Visual Mining, Text Mining, OLAP]. St. Petersburg, BHV-Petersburg Publ., 2007. 384 p.
28. Bliznets I.A., Leontiev K.B. *Avtorskoe pravo i smezhnye prava* [Copyright and related rights]. Moscow, Prospekt Publ., 2009. 416 p. (in Russian)
29. Musatov A.P. *Otsenka parametrov ekosistem vnutrennikh vodoemov* [Parameter estimation of inland water ecosystems]. Moscow, Nauchnyi mir Publ., 2001. 192 p. (in Russian)
30. Fedorov V.D., Gilmanov T.G. *Ekologiya* [Ecology]. Moscow, Moscow State University Publ., 1980, 464 p. (in Russian)
31. Astvaturyants V.G. *Metody teorii planirovaniya eksperimenta* [Methods of experimental design theory]. Moscow, Nauka Publ., 2006. 323 p. (in Russian)
32. Musatov A.P. *Prostranstvenno-vremennaya struktura vodnykh ekosistem* [Spatio-temporal structure of water ecosystems]. Moscow, Nauka Publ., 1994. 118 p. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Гайирбег М. Абдурахманов – академик РЭА, д.б.н., профессор, заслуженный деятель науки РФ, заведующий кафедрой биологии и биоразнообразия, Институт экологии и устойчивого развития, Дагестанский государственный университет, Махачкала, Россия.

Аркадий Ф. Сокольский* – доктор биологических наук, профессор кафедры инженерных систем и экологии, Астраханский инженерно-строительный институт, почетный работник рыбного хозяйства России, ул. Сеченова, 2, Астрахань, Россия, тел. 8937829-27-20, e-mail: a.sokolsky@mail.ru

Гульнур А. Куанышева – старший преподаватель кафедры экологии и БЖД, Атырауский институт нефти и газа, Атырау, Казахстан.

AUTHOR INFORMATION

Affiliations

Gayirbeg M. Abdurakhmanov - Academician of Russian Academy of Ecology, Doctor of Biological Sciences, Professor, Honored Scientist of Russia, head of the department of biology and biodiversity, Institute of Ecology and Sustainable Development, Dagestan State University, Makhachkala, Russia.

Arkady F. Sokolsky* - doctor of biological Sciences, Professor at the Department of engineering systems and ecology, Astrakhan Institute of Civil Engineering, Honorary Worker of Fisheries, 2 Sechenov st., Astrakhan, Russia. tel. 8937829-27-20, e-mail: a.sokolsky@mail.ru

Gulnur A. Kuanysheva – Senior Lecturer Department of Ecology and Life Safety; Atyrau Institute of Oil and Gas, Atyrau, Kazakhstan.



Евгения А. Сокольская - кандидат биологических наук – доцент, кафедра биотехнологии, зоологии и аквакультуры, биологический факультет, Астраханский государственный университет, Астрахань, Россия.

Evgeniya A. Sokolskaya - PhD - Associate Professor, Department of biotechnology, zoology and Aquaculture, Department of Biology, Astrakhan State University, Astrakhan, Russia.

Юрий М. Брумштейн - кандидат технических наук, доцент, кафедры медицинской техники, Астраханский государственный университет, Астрахань, Россия.

Yuriy M. Brumshteyn - Ph.D., assistant professor of the Department of medical technology, Astrakhan State University, Astrakhan, Russia.

Критерии авторства

Аркадий Ф. Сокольский, Гайирбег М. Абдурахманов, Евгения А. Сокольская, Юрий М. Брумштейн, Гульнур А. Куанышева проанализировали данные, провели обобщение и написали рукопись. Аркадий Ф. Сокольский несет ответственность за плагиат.

Contribution

Arkady F. Sokolsky, Gayirbeg M. Abdurakhmanov, Evgeniya A. Sokolskaya, Yuriy M. Brumshteyn and Gulnur A. Kuanysheva analyzed the data, carried out a generalization and wrote the manuscript. Arkady F. Sokolsky is responsible for avoiding plagiarism.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 18.11.2015

Received 18.11.2015



Общие вопросы / General Problems
Оригинальная статья / Original article
УДК 574.9; 581.9 (479)
DOI: 10.18470/1992-1098-2016-1-21-36

БИОРАЗНООБРАЗИЕ ОРОБИОМОВ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА НА КАРТЕ «БИОМЫ РОССИИ»

Галина Н. Огуреева

*кафедра биогеографии, Московский государственный университет
имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия, ogur02@yandex.ru*

Резюме. Цель. Познакомить с концепцией биогеографической карты «Биомы России» (м. 1:7 500 000), научно-методологическими принципами разработки ее содержания, выбора показателей для характеристики биоразнообразия региональных биомов и обозначить ее место и роль в развитии биогеографии, биогеографического картографирования, и в сфере практического применения – в образовании, решении задач в области охраны природы и экологии, в проблеме устойчивого развития регионов. **Материал и методы.** Карта построена на основе классификации наземных экосистем (биомов) и эколого-географического подхода к их соподчинению на разных уровнях организации биотического покрова. **Результаты и их обсуждение.** На карте впервые отображается дифференциация территории страны на региональном уровне по составу экосистем и их биоразнообразию. Биомы регионального уровня занимают центральное место в исследовании и являются единицами картографирования. Легенда включает 35 равнинных биомов и 31 оробиом (в горах). Для каждого биома составлена характеристика, включающая показатели влаго- и теплообеспеченности, количества видов сосудистых растений, мохообразных и лишайников, наземных позвоночных животных (млекопитающих, птиц, пресмыкающихся и земноводных). В качестве примера приводится характеристика трех оробиомов Северного Кавказа. **Заключение.** Использование биомов в качестве опорных единиц учета биоразнообразия дает возможность интегрального анализа ботанической и зоогеографической информации о биоте, а также сопряженного изучения биотических и абиотических компонентов экосистем. Современное состояние биомов определяется двумя взаимосвязанными процессами трансформации и модификации экосистем и снижением или утратой биологического разнообразия. Карта региональных биомов может служить основой для получения дальнейших знаний о биоразнообразии биомов на видовом и экосистемном уровнях, для инвентаризации биоты и созданию баз данных по видовому и ценотическому разнообразию биомов, для разработки и обоснованию природоохранных мер.

Ключевые слова: экосистема, биом, биоразнообразие, флора, фауна, биогеография, картографирование.

Формат цитирования: Огуреева Г.Н. Биоразнообразие оробиомов Северного Кавказа на карте «Биомы России» // Юг России: экология, развитие. 2016. Т.11, N1. С.21-36. DOI: 10.18470/1992-1098-2016-1-21-36

BIODIVERSITY OF OROBIOMES IN THE NORTH CAUCASUS ON THE BIOME MAP OF RUSSIA

Galina N. Ogureeva

*Department of Biogeography, Lomonosov Moscow State University,
Moscow, Russia, ogur02@yandex.ru*

Abstract. The aim is to introduce the concept of biogeographical map "Biomes of Russia" (m 1:7.500000), scientific and methodological principles of the development of its content, the selection of indicators to characterize the biodiversity of the regional biomes and mark its place and role in the development of biogeography as well as biogeographical mapping and in terms of practical application as in education, in the sustainable development of the regions and for solving the problems in the field of nature and environmental protection. **Materials and methods.** Map is based on the classification of terrestrial ecosystems (biomes) and eco-geographical approach to their subordination on different levels of organization of the biotic cover. **Results.** We have displayed on the map the differentiation of the country on the composition of ecosystems and their biodiversity at the regional level. Biomes at the regional level are central to the study and are mapping units. Legend includes 35 lowland biomes and 31 orobiomes (in the mountains). A characteristic has been made up for each biome, which includes indicators of moisture and heat supply, the number of species of vascular plants, mosses and lichens, terrestrial vertebrates (mammals, birds, rep-



tiles and amphibians). To illustrate this, there is the characteristic of the 3 orobiomes of the North Caucasus. **Conclusion.** Using biomes as supporting biodiversity accounting units enables the integrated analysis of botanical and zoogeographic information about biota, as well as the dual study of biotic and abiotic components of the ecosystem. The current state of biomes is defined by two interrelated processes of transformation and modification of ecosystems and the reduction or loss of biological diversity. Map of regional biomes can serve as a basis for further research on the biome biodiversity on species and ecosystem levels; as the inventory of the biota and the creation of databases on species and cenotic diversity of biomes; for the development and justification of environmental protection measures.

Keywords: ecosystem, biome, biodiversity, flora, fauna, biogeography, mapping.

For citation: Ogureeva G.N. Biodiversity of orobiomes in the North Caucasus on the biome map of Russia. *South of Russia: ecology, development*. 2016, vol. 11, no. 1, pp. 21-36. (in Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2016-1-21-36

ВВЕДЕНИЕ

Концепция географии биоразнообразия и экосистем (биомов) в биогеографии.

Сохранение биологического разнообразия выступает в числе приоритетных проблем при реализации программ устойчивого развития регионов. Биологическое разнообразие включает многообразие всех форм жизни на Земле – биологических видов от микроорганизмов до царств растений, животных и грибов, а также биологических сообществ и экосистем [1]. Каждый вид и сообщество, как совокупность популяций видов, адаптированы к совокупности условий существования, т.е. к местообитанию (биотопу), а единство биотопа и биоценоза лежит в основе концепции экосистем в экологии [2]. Разнообразие видов показывает богатство эволюционных и экологических адаптаций видов к различным средам. Совокупности популяций видов в экосистемах создают устойчивые биогеохимические циклы, благодаря которым поддерживается постоянство современных сред жизни. Видовое разнообразие экосистем рассматривается как основной показатель, от которого зависит устойчивость всей экосистемы. Среди возможных путей регионального анализа биоразнообразия выбрана концепция биомов, как сочетаний экосистем разного уровня, биота которых наиболее эффективно использует абиотические компоненты среды вследствие определенной, исторически обусловленной к ним адаптации.

Представление о биомах начало разрабатываться в последней четверти прошлого века [2-5] и нашло отображение на картах мира и отдельных регионов с выделением зональных биомов, число которых колеблется от 8 до 10-20 [6-10]. Представление о биомах, развивается также на основе кон-

цепции географической размерности геосистем, т.е. иерархически соподчиненных структур планетарного, регионального и локального уровней [11, 12]. Зонабиомы рассматриваются как крупные экосистемы, включающие ряд взаимосвязанных, меньших по размеру экосистем, отражающих взаимодействие климата с региональной биотой и субстратом. Как совокупность природных экосистем биомы формировались в процессе исторического развития различных в природном отношении регионов. Зонабиом как совокупность растительных сообществ и животного населения представляет собой сочетание климаксовых биоценозов, которые наиболее эффективно используют абиотические компоненты среды вследствие определенной, исторически обусловленной к ним адаптации. Поэтому биом более полно отражает экологический потенциал территории, чем каждый из его компонентов (растительность и животное население) в отдельности.

Начиная с работ основоположника географии растений Александр фон Гумбольдта (1769-1859) география биоразнообразия горных территорий рассматривается в контексте высотно-поясных спектров на основе распределения поясов растительности в горах, определяемых климатом и историей их становления. В концепции биомов горные экосистемы получили свое дальнейшее развитие. Здесь выделяются оробиомы, которые пока являются наименее разработанной категорией в экосистемной концепции [13]. **Оробиомы I порядка** включают растительные сообщества и животное население, существующие при определенном соотношении тепла и влаги, отражая высотнo-поясные подразделения биоты горных



территорий. Сложившийся комплекс оробиома, где сочетание фитоценозов определяет его зооценозы, связан с историческим развитием горной территории как единого высотного-поясного спектра в современных природных условиях. Они как экологически неоднородные структуры, в свою очередь, подразделяются на единицы регионального уровня – **оробиомы II порядка** или **региональные оробиомы**, которые должны охватывать все высотные пояса, входящие в данный высотный-поясной спектр. В целом пространственная дифференциация растительности и животного населения подчиняются общим зональным и высотным-поясным закономерностям, обусловленным биоклиматическими и ландшафтными условиями. Эта иерархия биомов принята за основу при классификации подразделений живого покрова (совокупностей экосистем) для карты

«Биомы России», и оценке биоразнообразия на региональном уровне.

На географическом факультете МГУ имени М.В. Ломоносова издана биогеографическая карта «Биомы России» (м. 1:7 500 000) в серии карт природы для высших учебных заведений. На ней впервые отображается дифференциация территории страны на региональном уровне по составу экосистем и их биоразнообразию. Задача настоящей статьи – познакомить с концепцией карты, научно-методическими принципами разработки ее содержания, выбора показателей для характеристики биоразнообразия региональных биомов и обозначить ее место и роль в развитии биогеографии, биогеографического картографирования, и в сфере практического применения – в образовании, решении задач в области охраны природы и экологии, в проблеме устойчивого развития регионов.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В основу легенды карты положена классификация наземных экосистем [13]. Карта "Биомы России" (масштаб 1: 7 500 000) представляет биогеографические карты нового поколения как первый опыт совместного отображения закономерностей пространственной дифференциации растительного и животного мира с оценкой биологического разнообразия биомов на региональном уровне. В основу карты положена ранее опубликованная в серии карт природы для высшей школы карта макроструктур растительного покрова «Зоны и типы поясности растительности России и сопредельных территорий» (м. 1:8 000 000, 1999) [14]. При картографировании биомов России были использованы оригинальные авторские материалы многолетних полевых исследований растительности и животного населения в различных регионах страны, имеющиеся картографические разномасштабные произведения и научные публикации об особенностях флоры, фауны, распространения растительного покрова и животного населения на территории России.

Географические закономерности изменения биоразнообразия наиболее полно реализуются картографическими методами. В последние годы в связи с внедрением новых технологий в анализ различных аспек-

тов биоразнообразия прослеживается стремление к интегральному системному рассмотрению и картографированию его результатов. Актуальность использования картографического метода в исследовании экологических проблем состоит в том, что он позволяет с помощью карт, построенных на принципах системного пространственно-временного моделирования, изучать свойства конкретных объектов биоразнообразия, окружающей природной среды, их изменения во времени, связи и пространственные отношения. Традиционно картографический метод используется при флористических и фаунистических работах по оценке биоразнообразия [15]. В процессе разработки концепции биологического разнообразия сложилось представление о базовых единицах биоразнообразия [7]. Накоплен определенный опыт оценки видового богатства, начиная от конкретных флор и фаун до флористических царств и фаунистических областей; ценотическое разнообразие оценивается от отдельных ландшафтов до крупных регионов; однако методически менее всего разработаны подходы к оценке *гамма-разнообразия* как разнообразия видов и сообществ в пределах крупных природных подразделений биотического покрова, которым является региональный биом.



РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Зональные (зонобиомы) и горные биомы (оробиомы I порядка) представлены экосистемами региональной размерности в пределах зон на равнинах и в соответствии с типами высотной поясности в горах. В ле-

генде карты классификация наземных экосистем (с характеристикой их разнообразия) представлена в соответствии с рубрикой трех уровней (табл. 1).

Таблица 1

Структура легенды карты «Биомы России»

Table 1

The structure of marginal notes of "Biomes of Russia"

Б И О М Ы / B I O M E S	
БИОМЫ РАВНИН (ЗОНОБИОМЫ) / BIOMES OF PLAINS (ZONAL BIOMES)	БИОМЫ ГОР (ОРОБИОМЫ) / BIOMES OF MOUNTAINS (OROBIOIMES)
ТУНДРОВЫЕ / TUNDRA	ТУНДРОВЫЕ / TUNDRA
Высокоарктические / High Arctic (1)	Высокоарктические / High Arctic (36)
Арктические тундровые (2-4) / Arctic tundra (2-4)	Арктические и гипоарктические тундровые (37-40) / Arctic and hypo-arctic tundra (37-40)
Гипоарктические тундровые (5-8) / Hypo-arctic tundra (5-8)	
БОРЕАЛЬНЫЕ (ТАЕЖНЫЕ) BOREAL (Taiga)	БОРЕАЛЬНЫЕ (ТАЕЖНЫЕ) BOREAL (Taiga)
Гипоарктические лесотундровые и северотаежные / Hypo-arctic forest-tundra and north (9-14)	Гипоарктические таежные / Hypoarctic taiga (41-44)
Бореальные средне- и южнотаежные (15-22) / Boreal mid and southern taiga (15-22)	ГОРНОТАЕЖНЫЕ / MOUNTAIN TAIGA Среднесибирские / Central Siberian (45) Южносибирские / South Siberian (46-50) Забайкальские / Transbaikal (51-51) Алдано-Амурские / Aldan-Amur (53-55) Камчатские / Kamchatka (56)
ГЕМИБОРЕАЛЬНЫЕ ШИРОКО-ЛИСТВЕННО-ХВОЙНЫЕ и МЕЛКОЛИСТВЕННОЛЕСНЫЕ (ПОДТАЕЖНЫЕ) (23-26) / HEMI-BOREAL BROAD-LEAVED CONIFEROUS AND SMALL-LEAVED FOREST (SUBTAIGA) (23-26)	
НЕМОРАЛЬНЫЕ ШИРОКО-ЛИСТВЕННОЛЕСНЫЕ и ЛЕСОСТЕПНЫЕ (27-31) NEMORAL BROADLEAF FOREST AND FOREST-STEPPE (27-31)	НЕМОРАЛЬНЫЕ ХВОЙНО-ШИРОКОЛИСТВЕННО- и ШИРОКОЛИСТВЕННОЛЕСНЫЕ и ЛЕСОСТЕПНЫЕ / NEMORAL CONIFEROUS-BROADLEAVED, BROAD-LEAVED FOREST AND FOREST-STEPPE Северокавказские / North Caucasian (57-61) Южноуральские / South Urals (62) Южные дальневосточные / Southern Far East (63-65)
СТЕПНЫЕ (32-34) / STEPPE (32-34)	СТЕПНЫЕ / STEPPE Монголо-Алтайские (66) / Mongol-Altai (66)
ПУСТЫННЫЕ (35) / DESERT (35)	

Примечание: в скобках даны номера биомов на карте
Note: The numbers in parentheses are the biomes on the map

На верхнем уровне все картографируемые подразделения объединены в два крупных раздела – Биомы равнин и Биомы гор. В качестве рубрикации второго уровня

выступают Зоно - и Оробииомы I порядка (Тундровые, Гипарктические, Бореальные (таежные), Широколиственных лесов и лесостепи, Степные, Пустынные). Зонобиомы



вследствие их значительной протяженности подразделены на субзонобиомы, оробиомы I порядка – на оробиомы II порядка, некоторые из которых представлены несколькими географическими вариантами. Для оробиомов характерны спектры высотных поясов, сложившиеся в конкретных природных условиях. Они классифицированы в соответствии классами типов поясности (Тундровые, Бореальные и т.д.) и принадлежностью к региональным группам (например, Северокавказские). Биомы регионального уровня занимают центральное место в исследовании и картографическом отображении специфики биоты, которая выражается в доминировании жизненных форм, в наибольшей степени адаптированных к неповторимой в пространстве комбинации зональных (или высотно-поясных) климатических и ландшафтных условий. Единицами картографирования на равнинах являются региональные биомы и их подзональные варианты, в горах соответственно – оробио-

мы-II порядка и географические варианты оробиомов. Эколого-географический подход направлен на выявление разнообразия различных групп организмов, раскрытие системобразующих связей и структуры современного биотического покрова на региональном уровне его организации.

Территория России имеет сложную структуру биотического покрова. На карте «Биомы России» впервые закономерности пространственной дифференциации биотического покрова страны отражены комплексно – для растительного покрова и животного мира. Всего на карте показано 66 региональных биомов, в том числе 35 равнинных, относящихся к 6 зонобиомам, и 31 горный, относящийся к 5 оробиомам- I порядка, а с учетом подзональных и географических вариантов региональных биомов – 43 подразделения для равнин и 51 – для гор. Как региональные выделы они получают соответствующие географические названия и показатели биоразнообразия (рис.1).

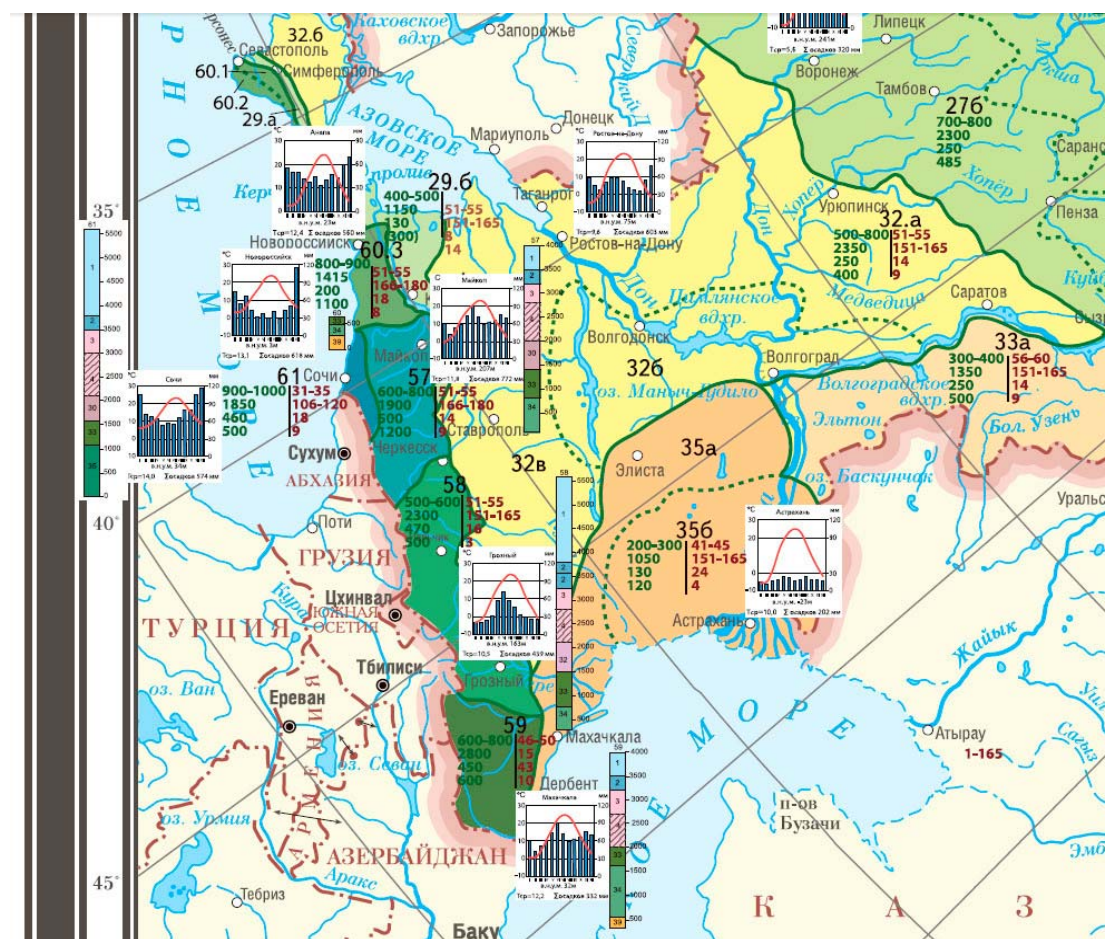


Рис. 1. Фрагмент карты «Биомы России» 2015. «Биомы Северного Кавказа»
Fig. 1. Part of the map "Biomes of Russia" 2015. "Biomes of the North Caucasus"



Примечание: 57 – Северо-Западнокавказский нивально–альпийско–субальпийско–лесо (темнохвойные и широколиственные леса)–лесостепной; 58 – Эльбрусский нивально–альпийско–субальпийско–лесо (широколиственные, сосновые)– лесостепной;

59 – Дагестанский альпийско–лесо (широколиственные)–аридноредколесно–степной

Note: 57 - North-West Caucasus nival - alpine - subalpine - forest (coniferous and broadleaved forests) - forest-steppe; 58 - Elbrus nival - alpine - subalpine - forest (broadleaf, pine) – forest-steppe; 59 - Dagestan alpine - forest (broadleaved) - arid woodland – steppe

Характеристика биомов на карте.

Характеристика региональных биомов и их вариантов включает биоклиматические показатели и экологическую структуру биотического покрова с количественной оценкой биологического разнообразия по основным группам наземных организмов. *Климатическая характеристика биомов.* Специфика биотического покрова биомов определяется распределением солнечного тепла, осадков, сезонностью климата и распространением по территории в зависимости от ее ландшафтной структуры и высоты местности. Климатические характеристики включают: средние годовые температуры воздуха, суммы активных температур воздуха ($\sum t > 10^\circ$) и среднее годовое количество осадков, представленные в виде климатограмм.

Для биомов выбраны репрезентативные по биоклиматическим показателям метеостанции, климатограммы которых вынесены на карту. *Ботаническая характеристика биома* включает оценку его флористического богатства и ценотического разнообразия. Флористическое разнообразие приводится для трех групп растений: сосудистые, мохообразные и лишайники. Число видов сосудистых растений указано по двум оценкам: 1) в расчете на площадь в 100 км^2 и 2) общее число видов для биома; 3) количество видов мохообразных (листочечные мхи и печеночники) и 4) число видов лишайников. Приводимые оценки по количеству видов не претендуют на исчерпывающую полноту, но имеют целью дать лишь общее (сравнительное) представление о видовом богатстве биомов. Число видов растений и лишайников округлено до ближайшего числа, кратного 5 или 10. Генерализованные данные о числе видов в пересчете на стандартные площадь (100 км^2) дают возможность проследить закономерности изменения уровней флористического богатства биомов по широтному и долготному градиентам. Данные о количестве видов сосудистых растений для биома (гамма-разнообразие) взяты из известных публика-

ций и сводок, далеко не равнозначных по оценкам разнообразия [16-18], учтены также многие региональные сводки по флоре сосудистых растений, ссылки на которые приводятся при характеристике биомов в сопроводительном тексте. В силу малой изученности некоторых групп (мохообразные, лишайники) для отдельных биомов показано количество видов по данным их учета в заповедниках (*), иногда приведены по данным сводок [19, 20] и экспертным оценкам специалистов, или отмечено, что данные по этой группе отсутствуют «–». *Фаунистическое разнообразие.* Зоогеографических сведений в отличие от ботанических, как правило, значительно меньше. Созданная база данных по наземным позвоночным животным страны позволяет дать характеристику биомов зонального и регионального уровней [21]. Количество видов приводится для четырех групп наземных позвоночных животных: млекопитающие, птицы, рептилии, амфибии; для количественной оценки рептилий и земноводных в биомах использованы данные О.А. Леонтьевой. Все количественные показатели биоразнообразия выведены на карту. Для оробиомов показаны высотнопоясные спектры экосистем в виде отдельных колонок (табл. 3).

Текстовая характеристика каждого биома помещена в отдельном сопроводительном томе к карте «Биомы России». Она включает: данные о территории биома, его природных условиях; важным показателем является структура биома, соотношение его компонентов в пространстве, ценотическое разнообразие. Эта характеристика получена при анализе карты растительного покрова России, составленной по данным обработки космической съемки [22]. В зоогеографическую характеристику региональных биомов входит таксономическая структура животного населения: данные об участии классов наземных позвоночных в населении животных (млекопитающие, птицы, пресмыкающиеся, земноводные), фоновые типы территориальных группировок населения живот-



ных (тундровый, кустарниковый, редколесный и др.) и их видовой состав, выделяются характерные, обычные, редкие и очень редкие виды.

Оробиомы Северного Кавказа на карте. На примере Кавказа раскрывается биогеографическая характеристика горных биомов. Кавказ является одним из наиболее богатых районов Евразии в отношении биоты и разнообразия экосистем. Это богатство обусловлено географическим положением, а также историческими причинами и современными природными условиями. Распространение различных типов растительности

и животного населения, как и в других горах, подчинено законам высотной поясности. В структуре растительного покрова Северного Кавказа выделяются четыре типа поясности растительности [14], которые относятся к 3 оробиомам Северокавказской группы (табл. 2). Специфику оробиомов определяет пограничное положение Северного Кавказа на стыке нескольких природных областей. Для оробиомов характерна система высотных поясов, в общих чертах сходная по структуре, но в каждом оробиоме имеющая свои региональные черты (табл. 2)

Таблица 2

Оробиомы Северокавказской группы

Table 2

Orobiomes of the North Caucasian groups

Биомы России – Северокавказская группа Biomes of Russia - North Caucasian group		
Неморальные хвойно-широколиственно- и широколиственнолесные и лесостепные Nemoral coniferous - broadleaved - and broadleaved-forest and forest-steppe		
Оробиомы Orobiomes	№/п/п №	Высотно-поясной спектр оробиома Mountain-belt range of orobiome
Северо-Западнокавказский (СЗКБ) / North-West Caucasus (NWC)	57	Нивально – альпийско – субальпийско (луга – <i>Festuca airoides</i> , <i>Koeleria ledebourii</i> , <i>Carex pontica</i> , <i>Geum speciosa</i> ; заросли <i>Rhododendron caucasicum</i> ; криволесья – <i>Betula litwinowii</i> , <i>B. raddeana</i> , <i>Acer trautvetteri</i> , <i>Fagus orientalis</i>) – лес (темнохвойные – <i>Picea orientalis</i> , <i>Abies nordmanniana</i> , широколиственные леса – <i>Quercus petraea</i> , <i>Q. robur</i> , <i>Fraxinus excelsior</i> , <i>Fagus orientalis</i> , <i>Carpinus betulus</i>) – лесостепной Nival - alpine - subalpine (meadows – <i>Festuca airoides</i> , <i>Koeleria ledebourii</i> , <i>Carex pontica</i> , <i>Geum speciosa</i> ; thicket <i>Rhododendron caucasicum</i> ; crooked forest – <i>Betula litwinowii</i> , <i>B. raddeana</i> , <i>Acer trautvetteri</i> , <i>Fagus orientalis</i>) – forest (dark coniferous – <i>Picea orientalis</i> , <i>Abies nordmanniana</i> , broadleaved forests – <i>Quercus petraea</i> , <i>Q. robur</i> , <i>Fraxinus excelsior</i> , <i>Fagus orientalis</i> , <i>Carpinus betulus</i>) – forest-steppe
Эльбрусский (ЭБ) / Elbrus (EB)	58	Нивально – альпийско – субальпийско (луга – <i>Festuca varia</i> , <i>Bromus variegatus</i> ; высокогорные степи, криволесья – <i>Betula litwinowii</i> , <i>B. raddeana</i> , <i>Acer trautvetteri</i>) – лес (сосново-березовые – <i>Pinus hamata</i> , <i>Betula pendula</i> , широколиственные леса – <i>Quercus petraea</i> , <i>Q. robur</i> , <i>Fagus orientalis</i> , <i>Carpinus betulus</i>) – лесостепной Nival - alpine - subalpine (meadows – <i>Festuca varia</i> , <i>Bromus variegatus</i> ; highland steppe, crooked forests – <i>Betula litwinowii</i> , <i>B. raddeana</i> , <i>Acer trautvetteri</i>) – forest (pine and birch – <i>Pinus hamata</i> , <i>Betula pendula</i> , broadleaved forests – <i>Quercus petraea</i> , <i>Q. robur</i> , <i>Fagus orientalis</i> , <i>Carpinus betulus</i>) – forest-steppe
Дагестанский (ДБ) /	59	Альпийско – субальпийско (ксерофильные луга; заросли



Dagestan (DG)	<i>Rhododendron caucasicum</i>; криволеся – <i>Betula litwinowii</i>, <i>B. raddeana</i>, <i>Acer trautvetteri</i>; сосновые леса – <i>Pinus hamata</i>) – леса (широколиственные леса – <i>Quercus pedunculiflora</i>, <i>Q. pubescens</i>, <i>Q. robur</i>, <i>Carpinus betulus</i>, <i>Fagus orientalis</i>) – аридноредколесно (<i>Pallurus spina-christi</i>, <i>Rhamnus pallasii</i> с шибляком) – степной (степи – <i>Stipa tirsia</i>, <i>S. dagestanica</i>, <i>Bothriochloa ischaetum</i>) Alpine - subalpine (xerophilous meadows; thicket <i>Rhododendron caucasicum</i>; crooked forests – <i>Betula litwinowii</i>, <i>B. raddeana</i>, <i>Acer trautvetteri</i>; pine forests – <i>Pinus hamata</i>) – forest (broad-leaved forests – <i>Quercus pedunculiflora</i>, <i>Q. pubescens</i>, <i>Q. robur</i>, <i>Carpinus betulus</i>, <i>Fagus orientalis</i>) – arid woodland (<i>Pallurus spina-christi</i>, <i>Rhamnus pallasii</i> with shibliak) – steppe (steppes – <i>Stipa tirsia</i>, <i>S. dagestanica</i>, <i>Bothriochloa ischaetum</i>)
---------------	--

Экосистемы оробиомов Северного Кавказа развиваются в условиях положительных средних годовых температур воздуха +10+12°C. Сумма активных температур выше 10°C превышает 3400°C. Но с высотой идет постепенное понижение запаса тепла и на верхней границе леса сумма активных температур от 1000-1250° в западном биоме падает до 500° в Эльбурском и поднимается до 1200° в Дагестанском оробиоме. Среднее годовое количество осадков составляет порядка 700-1000 мм в среднегорьях в запад-

ной части и падает к востоку до 350-300 мм в год, при этом повышается до 1500 мм в высокогорьях. С этими изменениями условий связаны различия высотно-поясных спектров оробиомов: в спектрах Эльбурского и Дагестанского биомов характерно выпадение темнохвойных лесов, присутствующих в западном биоме, наблюдается сужение пояса широколиственных лесов к востоку, появление горных сухих степей и нагорно-ксерофитных сообществ в поясной структуре Дагестанского биома (табл. 3).

Таблица 3

Основные параметры биоразнообразия оробиомов Северного Кавказа: Северо-Западнокавказского нивально-альпийско-леса (темнохвойно-широколиственные)-лесостепного (57), Эльбурского нивально-альпийско-леса (широколиственные и сосновые)-лесостепного (58) и Дагестанского альпийско-леса (широколиственные)-аридноредколесно-степного (59)

Table 3

The main parameters of biodiversity of orobiomes of the North Caucasus: the North - West Caucasian nival - alpine - forest (dark coniferous - broad-leaved) - forest-steppe (57), Elbrus nival - alpine - forest (broadleaved and pine) - forest-steppe (58) and Dagestan alpine - forest (broadleaved) - arid woodland-steppe (59)

57. Северо-Западнокавказский – 25,8 тыс. км² Пояса (высота над у. м.): лесостепной (300-800); широколиственных (400-1000) и буковых лесов (1200-1500); буково-пихтовых (1500-2000) и сосновых лесов и редколесий у ВГЛ; субальпийский (2000-2800); альпийский (2600-3200); субнивальный (3200-3750) и нивальный (до 4000)	1) 600-800 2) 1900 3) 500 4) 1200 (2000)	Maikop Height above sea level - 207 m. T-average – 11.8 Total rainfall - 772 mm	1) 51-55 2) 166-180 3) 14 4) 9	
---	---	---	---	--



57. North-West Caucasus - 25.8 thousand km² Belts (height above sea level): forest steppe (300-800); broadleaved (400-1000) and beech forests (1200-1500); beech-fir (1500-2000) and pine forests and woodlands in forest line; subalpine (2000-2800); Alpine (2600-3200); subnival (3200-3750) and nival (4000)		БГЛ (м над у. м.) 1800-2000 Forest Line (Height above sea level) 1800-2000		м над у. м.
58. Эльбрусский – 38,3 тыс.км² Пояса (высота над у. м.): лесостепной с фрагментами лугов, степей, дубово-грабовых лесов (500-900); грабово-буковых, буковых, сосновых лесов (800-2100); субальпийский (степи, луга, сосновые леса, березовые криволесья, кустарники) (2000-2800); альпийский (2700-3200); субнивальный и нивальный (выше 3200). 58. Elbrus - 38.3 thousand km² Belts (height above sea level): forest steppe with fragments of meadows, steppes, oak-hornbeam forests (500-900); hornbeam - beech, beech, pine forests (800-2100); subalpine (steppes, meadows, pine forests, crooked birch forests, bushes) (2000-2800); alpine (2700-3200); subnival and nival (above 3200).	1) 500-600 2) 2300 3) 470 4) 500 (1800)	°C Грозный мм в.н.у.м. 163м. Тср=10,5 Σ осадков 439 мм Grozny Height above sea level - 163 m. T-average – 10.5 Total rainfall – 439 mm БГЛ (м над у. м.) 2100-2200 Forest Line (Height above sea level) 2100-2200	1) 51-55 2) 151-165 3) 16 4) 3	
59. Дагестанский – 26,1 тыс. км.² Пояса (высота над у. м.): ксерофитной лесостепи - полынно-злаковых сухих степей и ксерофитных редколесий с шибляком и фрагментами грабово-дубовых лесов (300-500); дубовых, грабовых, буковых, сосновых лесов (500-1800); нагорных ксерофитов с участками березовых и сос-	1) 600-800 2) 2800 3) 450 4) 600 (1500)	°C Махачкала мм в.н.у.м. 32м. Тср=12,2 Σ осадков 332 мм Makhachkala Height above sea level - 32 m. T-average – 12.2 Total rainfall – 332 mm	1) 46-50 2) 151-165 3) 43 4) 10	



новых лесов (с 600 м) (Внутренний Дагестан); субальпийский пояс (2000-2500); альпийский выше 2500 м; субнивальный выше 3200. 59. Dagestan - 26,1 thousand km². Belts (height above sea level): xerophytic forest - sagebrush - grass dry steppe and xerophytic woodlands with shiblyak and fragments of hornbeam - oak forests (300-500); oak, hornbeam, beech, pine forests (500-1800); upland xerophytes with areas of birch and pine forests (600 m) (Inner Dagestan); subalpine zone (2000-2500); alpine above 2500 m; subnival above 3200m.		ВГЛ (м над у. м.) 2200-2300 Forest Line (Height above sea level) 2200-2300		
---	--	---	--	--

Флора оробиомов Северного Кавказа типична для горных территорий Циркумбореальной области Голарктики и входит в Кавказскую флористическую провинцию [24]. Уровень флористического разнообразия биомов составляет в среднем 600-750 видов сосудистых растений в расчете на стандартную площадь в 100 км² [18]. В высокогорьях Центрального Кавказа по оценкам Н.Н. Портениера [25] на площади 100 км² встречается 752 вида сосудистых растений. По суммарной оценке видового богатства флора оробиомов включает: 1900 видов (СЗК биом), 2300 видов (Эльбрусский биом) до 2800 видов (Дагестанский биом) сосудистых растений [26-28]. В центральном *Эльбрусском биоме* в структуре флоры преобладают бореальные виды, среди них в основном кавказские - 492 вида, евро-сибирские (179 в.), евро-кавказские (161 в.), лишь в фриганоидной растительности значительная доля принадлежит ирано-туранским (14,5%) и средиземноморским (13,9%) элементам. Видовой состав ценофлор каждого из высотных поясов сложен рядом географогенетических элементов: в субальпийском поясе 40,8% составляют кавказские виды, в поясе широколиственных лесов – евро-сибирские и виды широкого распространения, в альпийском поясе 60,1% - кавказские и 9,7% ирано-туранские виды [27].

Для флоры Северного Кавказа отмечается высокий уровень эндемизма [29]. По данным А. Гроссгейма в Центральном и Западном Кавказе 369 видов эндемичны из общего числа видов 1861, в Дагестане 161 вид эндемичен из 1275 видов. Определить число эндемичных видов для каждого биома пока затруднительно, имеются данные по заповедным территориям, по отдельным природным регионам. В аннотированном списке эндемичных видов Российской части Кавказа приведено 1255 видов, из которых в Красную книгу РФ включено 180 видов Северного Кавказа, в т.ч. 74 эндемика [29].

Лихенофлора северокавказских биомов насчитывает порядка 1200 видов лишайников в западном биоме и постепенно снижается до 600 видов в Дагестанском биоме [19]. По экспертным оценкам Е.Э. Мучник и Г. П. Урбанавичюс потенциальная флора лишайников в биоме может оцениваться в 2000 (СЗКБ), 1800 (ЭБ) и 1500 (ДБ) видов. Бриофлора региональных биомов насчитывает в среднем 450 видов мохообразных [20].

Фауна оробиомов разнообразна и включает от 50 до 55 видов млекопитающих, 150-180 видов птиц [21]; при этом в большинстве своем эндемичные и реликтовые виды сосредоточены в горах. Например, если в целом по России эндемики среди мле-



копитающих составляют ориентировочно 30% видов, то в горной фауне Центрального Кавказа – 50% и более [22]. До настоящего времени работа по выявлению таксономического состава фауны в горах Кавказа, в том числе Северного Кавказа, далеко не завершена. Фауна горных экосистем северного макросклона Центрального Кавказа включает около 240 видов позвоночных животных, что составляет почти 80% от фауны позвоночных животных Кавказа, из них более 150 видов птиц, 16 видов рептилий, 11 амфибий [22]. Из амфибий, например, во всех трех биомах обитают Озерная лягушка, Малоазиатская лягушка, Зеленая жаба; в СЗК биоме и Дагестанском биоме общими являются: Обыкновенный тритон, Тритон Карелина, Обыкновенная квакша; только в Дагестанском биоме встречаются Чесночница Сирийская и Обыкновенная; только в СЗК биоме обитают Малоазиатский тритон, Кавказская крестовка; Кавказская жаба (по данным О.А. Леонтьевой).

Структура биомов. Высотно-поясная структура растительного покрова Кавказа обсуждается достаточно давно [30-34], но картографической интерпретации этих представлений представлено мало. Картографическая модель высотно-поясных спектров растительности Северного Кавказа с единых позиций классификации горных экосистем, используя имеющиеся картографические работы [22], позволяет показать структуру оробиомов через соотношение площадей, занимаемых различными типами растительности (в % от общей площади биома).

Степи предгорий (до 500-600 м) всех оробиомов в условиях многовекового воздействия человека практически полностью заменены пашнями, садами, селитебными землями, пастбищами; оставшиеся изолированные участки степей по крутым труднодоступным склонам, отдельными фрагментами проникают в горы до 1200-1400 м в пределах западного и центрального биомов. В Дагестанском биоме снизу поднимаются предгорные сухие степи, переходящие в сообщества сухих нагорных ксерофитов.

Пояс горной лесостепи (от 500-900 до 1900 м) мозаичен и представлен изолированными участками лугов, горных степей, березовых перелесков и кустарников; основные площади занимают поля, сады, виноградники; сохранившиеся участки степей

сильно изменены под влиянием сенокосения и выпаса. Дубово-грабовые леса с богатым кустарниковым подлеском и травяным покровом выражены фрагментарно, в производных травяно-кустарниковых сообществах участвует много диких плодовых растений (*Pyrus caucasica*, *Prunus avium*, *P. cerasifera*, *Malus sylvestris*). В Дагестанском биоме выражен своеобразный пояс ксерофитной горной лесостепи и аридного редколесья (300-500 м), в пределах которого полынно-злаковые сухие степи и ксерофитные редколесья в сочетании с шибляком и фрагментами грабово-дубовых лесов находятся под воздействием постоянного выпаса.

Пояс широколиственных лесов (800-1600 м) наиболее широко и разнообразно представлен в СЗК биоме, где выделяются два подпояса. Подпояс дубовых и дубово-грабовых (*Quercus robur*, *Q. petraea*, *Carpinus betulus*) лесов мезофильного типа (800-1000 м) с участием липовых (*Tilia begoniifolia*), кленовых (*Acer platanoides*, *A. campestre*), ясеневых (*Fraxinus excelsior*) лесов с кустарниковым ярусом и вейниково-разнотравным покровом, и широкий подпояс буковых лесов с двумя высотными полосами: дубово-грабово-буковых (600-1200 м) и буковых (1200-1400 м) лесов с богатым комплексом неморальных видов. В этом биоме широколиственные леса занимают 38,7% площади. В Эльбрусском биоме отмечается сокращение площади широколиственных лесов до 20,2% (на высотах 800-1700 м), характерна фрагментарность дубово-грабовых, грабово-буковых и буковых насаждений, которые во многих местах заменены сосновыми лесами, поднимающимися до 1900 м. В Дагестанском биоме пояс дубовых, грабовых, буковых лесов (500-1800 м) сохранился не везде и леса часто сочетаются с участками вторичных степей (площадь лесов составляет 6,9%). Во внутреннем Дагестане с 600 м прослеживается пояс нагорных ксерофитов с участками березовых и сосновых лесов. Сосновые леса встречаются во всех трех биомах и занимают примерно одинаковую площадь 0,3-0,6% от площади биома.

Пояс буково-темнохвойных и елово-пихтовых (*Abies nordmanniana* *Picea orientalis*) лесов развит только в СЗК биоме на высотах 1500-2300 м. Площадь этих лесов составляет 2,2%. Преобладают буково-пихтовые, елово-пихтовые леса, которые



часто представлены смешанными древостоями с примесью широколиственных пород. В травяном покрове доминируют папоротники, неморальные виды и высокотравье. Пихтовые леса имеют злаково-разнотравный покров (*Festuca altissima*, *Geranium robertianum*, *Oxalis acetosella*). Елово-пихтовые леса идут выше по склонам с бореальным комплексом видов и зеленомошным покровом. В сосновых лесах (*Pinus sylvestris*) преобладают лугово- и лугово-степные ксероморфные виды (*Calamagrostis arundinacea*, *Trisetum rigidum*, *Carex humilis*).

Верхняя граница леса (ВГЛ) проходит вдоль Главного хребта на высотах 1900-2400 м и образована сосновыми и буковыми редколесьями. Выделяются три климатических типа ВГЛ [35], сменяющиеся с запада на восток по мере усиления степени континентальности климата: березово-рододендрово-луговой и буково-березово-рододендрово-луговой тип в пределах Северо-Западного биома, сосново-березово-рододендрово-луговой тип в Эльбруском биоме и дубово-березово-сосново-луговой тип в Дагестанском биоме.

Субальпийский пояс ценотически наиболее разнообразный. Субальпийские луга, кустарники, высокогорные степи занимают наибольшие площади в СЗК биоме (6,0% площади биома), в Эльбруском – 4,2% и до 2,0% в Дагестанском биоме; роль кустарников примерно одинакова во всех биоме и составляет 0,2%. В западном биоме выражены две полосы: в нижней полосе (2100-2500 м.) распространены буковые, кленовые, березовые (*Betula litwinowii*) редколесья, заросли рододендрового стланика (*Rhododendron caucasicum*) и высокотравные луга (*Inula magnifica*, *Telekia speciosa*, *Senecio platyphylloides*, *Ligusticum alatum*, *Campanula lactiflora*, *Heracleum asperum*); выше (2500-2800 м) идут субальпийские злаковые луга (*Bromopsis variegata*, *Festuca varia*, *Calamagrostis arundinacea*, *Anthoxanthum odoratum*, *Phleum alpinum*, *Agrostis marschalliana*) и пестрое разнотравье со значительным участием бобовых. В Эльбруском биоме субальпийский пояс протянулся широкой полосой (1500-2700 м) и имеет большую специфику, отражая своеобразие всего высотного поясного спектра, которое связано с присутствием сосново-березовых травяных с подлеском лесов, сохранившихся участков степей и мезофиль-

ных лугов. Субальпийские высокотравные луга идут в сочетании с березовыми криво-лесьями на высотах 1700-2600 м; они отличаются от западнокавказских лугов бедностью колхидскими элементами реликтового кавказского флористического комплекса [36]. В Дагестанском биоме в субальпийском поясе (1500-2500 м) разбросаны фрагменты сосновых, буковых, кленовых и березовых редколесий, переходящие в заросли рододендронов; субальпийские луга имеют здесь более ксерофильный характер.

Березовые криво-лесья (*Betula litwinowii*) как общий компонент субальпийского комплекса Северного Кавказа широкой полосой протягиваются вдоль верхней границы леса с высоты 1800 м до 2450 м над у.м. В древесном ярусе вместе с березой растут рябина кавказская, ива козья, ива казбекская (*Salix kazbekensis*), здесь присутствуют можжевельник приземистый (*Juniperus depressa*), волчегородник скученный (*Daphne glomerata*), смородина бieberштейна (*Rubus biebersteinii*). В Дагестанском и частично Эльбруском биоме в их составе участвует береза Радде (*Betula raddeana*). Выделяют березовые криво-лесья, с развитым травяным покровом и рододендроновые березовые криво-лесья. [35]. В общем видовом разнообразии криво-лесий доля лесных видов составляет всего 29%, доля видов субальпийских лугов может превышать 50%. Рододендроновые березовые криво-лесья распространены с высоты 2100 м над у.м.; кавказский рододендрон образует в криво-лесьях ярус, выше он выходит из-под полога березы, формируя самостоятельные сообщества.

Альпийский пояс (2600-3200 м). Низкотравные альпийские гераниевые и ко-пеечниковые луга (*Geranium gymnocaulon*, *Hedysarum caucasicum*) луга и ковры из шпалерных кустарничков и многолетних растений (*Sibbaldia procumbens*, *Campanula tridentata*, *Pedicularis nordmanniana*) плавно переходят в выше лежащие приснежные субнивальный и нивальный пояса с сообществами скальных петрофитов. В восточном биоме встречаются кобрезиевые луга (*Kobresia schoenoides*, *K. capillifolia*).

Субнивальный и нивальные пояса занимают наибольшие площади в Эльбруском биоме – 4,%, в Северо-Западнокавказском – 2,5% и до 0,5% в Дагестанском. Сосудистые растения поднимают-



ся в долине р. Черек Безенгийский (Эльбрусский биом) до высоты 3700 м [25], верхней границы распространения (3750 м) достигают: *Saxifraga exarata*, *Potentilla gelida*, *Minuartia imbricate*, *Draba rigida*, *D. siliquosa* в верховьях Терека, где субнивальная флора включает более 200 видов сосудистых растений [27].

Охрана биоразнообразия. Основным способом сохранения биоразнообразия безусловно, является постоянно растущая сеть

особо охраняемых природных территорий. В оробиомах Северного Кавказа находятся охраняемые горные природные территории России – 5 заповедников (Дагестанский, Кабардино-Балкарский, Северо-Осетинский, Тебердинский, Эрзи), 2 национальных парка (Приэльбрусье, Алания), а также многочисленные заказники, памятники природы и другие охраняемые объекты живой природы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В современных научных исследованиях по картографированию географии биоразнообразия особое внимание уделяется экологической комплексности содержания карт как базы повышения информативности, достоверности и их практической значимости. Карта «Биомы России» представляет первый опыт совместного отображения закономерностей пространственной дифференциации биотического покрова (растительный покров и животное население в тесной взаимосвязи с условиями среды) на уровне региональных биомов. Она делает определенный шаг в направлении формирования представлений и понимания целостности и разнообразия биотического покрова.

Бесспорно, предстоит еще большая работа по верификации и уточнению границ биомов и их содержательной характеристики. Неравномерно изучена география различных групп организмов, это касается мохообразных, лишайников, скудны сведения о распространении большинства групп беспозвоночных животных, грибов и бактерий и пока далеко не достаточны для того, чтобы служить основой оценки биоразнообразия этих групп организмов в биомах. В этом направлении в биогеографии сделаны лишь первые шаги. Постепенное развитие биогеографической науки, несомненно, приведет к изменению оценок биоразнообразия биомов и в других группах организмов. Однако, использование биомов в качестве опорных единиц учета биоразнообразия дает возможность интегрального анализа ботанической и зоогеографической информации о биоте, а также сопряженного изучения биотических и абиотических компонентов экосистем. Современная карта региональных биомов может долгие годы служить базисной основой для получения дальнейших знаний о биоразнообразии биомов на видовом и экоси-

стемном уровнях, для инвентаризации биоты и созданию баз данных по видовому и ценобитическому разнообразию биомов, для разработки и обоснованию природоохранных мер.

Региональные биомы как природные подразделения среднего уровня чрезвычайно важны для изучения антропогенного воздействия на экосистемы и охраны биологического разнообразия. В структуре биомов в настоящее время практически везде значительна роль производных сообществ, или естественных, в значительной степени испытывающих антропогенные нагрузки. Во флоре, фауне и животном населении многих биомов нарушения достигли такого уровня, что можно говорить о полной смене их видового состава и структуры. Многие аборигенные виды исчезли, либо стали редкими, виды-интродуценты – обычными и даже массовыми. При этом процесс трансформации экосистем продолжает расширяться, а состояние биомов определяется двумя взаимосвязанными процессами трансформации и модификации экосистем и снижением или утратой биологического разнообразия. Используя региональные биомы как опорные единицы учета биоразнообразия можно проводить оценку их экологического потенциала, выбирать характерные и уникальные объекты для мониторинга и сохранения, более точно планировать мероприятия, связанные с устойчивым развитием территорий и совершенствованием природопользования в регионах. В качестве базовой основы они необходимы при построении биоклиматических моделей с целью определения потоков углерода и азота в биосфере, оценки концентрации парниковых газов в атмосфере и других показателей, значимых не только с экологических, но и социально-экономических позиций. Обновляемые базы



данных по региональным биомам, обладая большим объемом информации, открывают новые возможности в картографическом исследовании пространственно-временных

закономерностей экологических подразделений биосферы на основе использования информационного эколого-географического подхода.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Примак Р.Б. Основы сохранения биоразнообразия. М.: Изд-во НУМЦ, 2002. 256 с.
2. Одум Ю. Экология. М., 1986. Т. 1. 328 с.
3. Walter H., Box E. Ecosystems of the World. Amsterdam, 1983. Vol. 5. 268 p.
4. Исаков Ю.А., Панфилов Д.В. География экосистем: некоторые основные понятия и перспективы развития // Современные проблемы географии экосистем. М.: Ин-т географии АН СССР, 1984. С. 4-10.
5. Небел Б. Наука об окружающей среде. Как устроен мир. М.: Мир, 1993. Т.1. 424 с.
6. Вальтер Г. Растительность земного шара. М.: Прогресс, 1968. Т.1. 554 с.
7. Уиттекер Р. Сообщества и экосистемы. М.: Прогресс, 1980. 327 с.
8. Панфилов Д.В. Карта «Биомы» 1: 80 000 000 // Resources and Environment World Atlas. V. II / Ed. Holsel. 1998. 10 p.
9. Кюхлер А. Карта «Распределение биомов суши» // по Рейн П., Эверт Р., Айкхорн С. Современная ботаника. М.: Мир, 1990. Т. 2. 272 с.
10. Огуреева Г.Н., Даниленко А.К., Леонова Н. Б., Румянцев В.Ю. Биомное разнообразие и экорегионы России // География, общество, окружающая среда. Т. III: Природные ресурсы, их использование и охрана. М.: Издательский дом «Городец», 2004. С. 392-398.
11. Сочава В.Б. Классификация растительности как иерархия динамических систем // В кн.: Геоботаническое картографирование. М.-Л., 1972. С. 3-18.
12. Огуреева Г.Н. Эколого-географический подход к изучению разнообразия и географии наземных экосистем // Вопросы географии. Сб.134: Актуальная биогеография. М.: Издательский дом «Кодекс», 2012. С.58-81.
13. Walter H., Breckle S.-W. Okologiske Grundlagen in global sicht. Stuttgart: G. Fischer. 1991. 586 p.
14. Карта «Зоны и типы поясности растительности России и сопредельных территорий». М. 1:8 000 000 / Гл. ред. Г.Н. Огуреева. Карта на 2 листах. Пояснительный текст и легенда к карте. М.: Изд. ТОО «ЭКОР». 1999.
15. Огуреева Г.Н., Котова Т.В. Картографирование биоразнообразия // География и мониторинг биоразнообразия. Учебное пособие. М.: Изд-во НУМЦ, 2002. Раздел IV. С. 371-419.
16. Малышев Л.И. Биологическое разнообразие в пространственной перспективе // Биологическое разнообразие: подходы к изучению и сохранению. СПб. 1992. С. 41-52.
17. Малышев Л.И., Байков К.С., Доронькин В.М. Флористическое деление Азиатской России на основе количественных признаков // Krylovia. 2000. Т.2. N1. С. 3-16.
18. Морозова О.В. Таксономическое богатство флоры Восточной Европы: факторы пространственной дифференциации. М.: Наука, 2008. 328 с.
19. Урбанавичус Г.П. Список лишенофлоры России. М.: Наука, 2010. 200 с.
20. Игнатов М.С., Афонина О.М., Игнатова Е.А. Список мхов Восточной Европы и Северной Азии. Arctoa, 2006. Вып. 15. С. 1-130.
21. Даниленко А.К., Румянцев В.Ю. Картографирование населения наземных позвоночных России с использованием геоинформационных технологий // Биогеография в Московском университете. 60 лет кафедре биогеографии. М.: ГЕОС, 2008. С. 119-133.
22. Барталев С.А., Егоров В.А., Ершов Д.В., Исаев А.С., Лулян Е.А., Плотников Д.Е., Уваров И.А. Спутниковое картографирование растительного покрова России по данным спектро-радиометра MODIS // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2011. Т. 8, N4. С. 285-302.
23. Дзуев Р.И., Канукова В.Н., Чепракова А.А. Стратегия сохранения биоразнообразия горных экосистем юга России // Материалы Всероссийского форума с международным участием «Эколого-экономический потенциал экосистем Северо-Кавказского Федерального округа, причины современного состояния и вероятные пути устойчивого развития социоприродного комплекса», посвященного 75-летию со дня рождения Первого Президента Республики Дагестан М. Г. Алиева. 24-27 сентября 2015 г. Махачкала: «Эко-пресс», 2015. С. 85-89.
24. Takhtajan A. Floristic regions of the world. Univ. of California Press. Borkely Los Angeles. London. 1986. 247 p.
25. Портениер Н.Н. Флора и ботаническая география Северного Кавказа: Избранные труды. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2012. 294 с.
26. Зернов А.С., Онипченко В.Г. Сосудистые растения Карачаево-Черкесской Республики. М.: МАКС Пресс, 2011. 240 с.
27. Тайсумов М.А., Омархаджиева Ф.С. Анализ флоры Чеченской Республики. Грозный: АН ЧР, 2012. 320 с.
28. Муртазалиев Р.А. Конспект флоры Дагестана. Махачкала: Изд. дом «Эпоха», 2009. В 4-х томах.
29. Литвинская С.А., Муртазалиев Р.А. Кавказский элемент во флоре Российского Кавказа: география, соэология, экология. Краснодар, 2009. 439 с.
30. Шифферс Е.В. Растительность Северного Кавказа и его природные кормовые угодья. М.-Л. АН СССР, 1953. 399 с.
31. Абдурахманов Г.М., Мяло Е.Г., Огуреева Г.Н. Биогеография: учебник для студентов учреждений высшего образования. М.: Издательский центр «Академия», 2014. 448 с.



32. Соколов В.Е., Темботов А.К. Позвоночные Кавказа. М.: Наука. 1989. 548 с.
33. Гребенщиков О.С., Зими́на Р.П., Исаков Ю.А. Природные экосистемы и вертикальная поясность / В кн.: Альпы-Кавказ. М.: Наука, 1980. С. 179-194.
34. Гулисашвили В.З., Махатадзе Л.Б., Прилипко Л.И. Растительность Кавказа. М.: Наука, 1975. 233 с.

35. Белановская Е.А., Гребенщиков О.С., Давыдова М.В. и др. Биота экосистем Большого Кавказа. М.: Наука, 1991. 221 с.
36. Гагнидзе Р.И. Ботанико-географический анализ флороценотического комплекса субальпийского высокогорья Кавказа. Тбилиси, 1974. 226 с.

REFERENCES

1. Primak R.B. *Osnovy sokhraneniya bioraznoobraziya* [Basics of biodiversity conservation]. Moscow, NUMTs Publ., 2002. 256 p. (in Russian)
2. Odum Yu. *Ekologiya* [Ecology]. Moscow, 1986, vol. 1. 328 p.
3. Walter H., Box E. *Ecosystems of the World*. Amsterdam, 1983. Vol. 5. 268 p.
4. Isakov Yu.A., Panfilov D.V. *Geografiya ekosistem: nekotorye osnovnye ponyatiya i perspektivy razvitiya* [Geography ecosystems: some basic concepts and perspectives of development of ecosystems]. *Sovremennye problemy geografii ekosistem* [Modern problems of geography]. Moscow, Institute of Geography of the Academy of Sciences of the USSR Publ., 1984. Pp. 4-10. (in Russian)
5. Nebel B. *Nauka ob okruzhayushchei srede. Kak ustroen mir* [Environmental Science. How the world is arranged]. Moscow, Mir Publ., 1993. vol.1. 424 p.
6. Val'ter G. *Rastitel'nost' zemnogo shara* [The vegetation of the globe]. Moscow, Progress Publ., 1968. vol.1. 554 p.
7. Uitteker R. *Soobshchestva i ekosistemy* [Communities and ecosystems]. Moscow, Progress Publ., 1980. 327 p.
8. Panfilov D.V. *Karta «Biomy» 1: 80 000 000* [Map "Biomes" 1: 80 000 000]. Resources and Environment World Atlas. V. II. Ed. Holsel. 1998. Pl. 10.
9. Kyukhler A. *Karta «Raspredelenie biomov sushy»* [Map "Distribution of land biomes"]. Eds. Reivn P., Evert R., Aikkhorn S. *Sovremennaya botanika* [Modern botany]. Moscow, Mir Publ., 1990. Vol. 2. 272 p.
10. Ogureeva G.N., Danilenko A.K., Leonova N. B., Rumyantsev V.Yu. *Biomnoe raznoobrazie i ekoregiony Rossii* [Biome diversity and ecoregions Russia]. *Geografiya, obshchestvo, okruzhayushchaya sreda. T.III: Prirodnye resursy, ikh ispol'zovanie i okhrana* [Geography, society, environment. Vol.III: Natural resources, their use and protection]. Moscow, Gorodets Publ., 2004. pp. 392-398. (in Russian)
11. Sochava V.B. *Klassifikatsiya rastitel'nosti kak ierarhiya dinamicheskikh sistem* [The classification of vegetation as a hierarchy of dynamic systems]. *Geobotanicheskoe kartografirovanie* [Geobotanical cartography]. Moscow-Leningrad, 1972. pp. 3-18. (in Russian)
12. Ogureeva G.N. *Ekologo-geograficheskii podkhod k izucheniyu raznoobraziya i geografii nazemnykh ekosistem* [Ecological and geographical approach to the study of terrestrial ecosystem diversity and geography]. *Voprosy geografii. Sbornik 134: Aktual'naya biogeografiya* [Questions of geography. 134 Collection: Actual biogeography]. Moscow, Kodeks Publ., 2012. pp. 58-81. (in Russian)
13. Walter H., Breckle S.-W. 1991. *Okologische Grundlagen in globaler sicht*. Stuttgart: G. Fischer. 586 p.
14. *Karta «Zony i tipy poynasnosti rastitel'nosti Rossii i sopredel'nykh territorii»*. M. 1:8 000 000 [Map "The zones and types of vegetation belts of Russia and adjacent territories". M 1: 8 000 000]. Ogureeva G.N. ed. *Karta na 2 listakh. Poyasnitel'nyi tekst i legenda k karte* [Map on 2 sheets. Explanatory text and legend to the map]. Moscow, EKOR Publ., 1999.
15. Ogureeva G.N., Kotova T.V. *Kartografirovanie bioraznoobraziya* [Mapping biodiversity]. *Geografiya i monitoring bioraznoobraziya. Uchebnoe posobie* [Geography and biodiversity monitoring. Training Manual]. Moscow, NUMTs Publ., 2002. pp. 371-419. (in Russian)
16. Malyshev L.I. *Biologicheskoe raznoobrazie v prostranstvennoi perspektive* [Biological diversity in the spatial perspective] *Biologicheskoe raznoobrazie: podkhody k izucheniyu i sokhraneniyu* [Biological Diversity: Approaches to the Study and Conservation]. St. Petersburg, 1992. pp. 41-52.
17. Malyshev L.I., Baykov K.S., Doronkin V.M. Floristic division of Asiatic Russia on the basis of quantitative data. *Krylovia* [Krylovia]. 2000. Vol. 2, no. 1. pp. 3-16. (in Russian)
18. Morozova O.V. *Taksonomicheskoe bogatstvo flory Vostochnoi Evropy: faktory prostranstvennoi differentsiatsii* [Taxonomic richness of the flora of Eastern Europe: spatial differentiation factors]. Moscow, Nauka Publ., 2008. 328 p.
19. Urbanavichyus G.P. *Spisok likhenoflory Rossii* [List of Russian Lichenflora]. Moscow, Nauka Publ., 2010. 200 p.
20. Ignatov M.S., Afonina O.M., Ignatova E.A. Check-list of mosses of East Europe and North Asia. *Arctoa* [Arctoa]. 2006. iss. 15. pp. 1-130. (in Russian) doi 10.15298/arctoa.15.01
21. Danilenko A.K., Rumyantsev V.Yu. *Kartografirovanie naseleniya nazemnykh pozvonochnykh Rossii s ispol'zovaniem geoinformatsionnykh tekhnologii* [Mapping the population of terrestrial vertebrates in Russia using geoinformation technologies]. *Biogeografiya v Moskovskom universitete. 60 let kafedre biogeografii* [Biogeography at Moscow University. 60 years of the Department of biogeography]. Moscow, Geos Publ., 2008. C. 119-133. (in Russian)
22. Bartalev S.A., Egorov V.A., Ershov D.V., Isaev A.S., Loupian E.A., Plotnikov D.E., Uvarov I.A. Mapping of Russia's vegetation cover using MODIS satellite spectroradiometer data. *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa* [Current problems in remote sensing of the Earth from space]. 2011, vol. 8, no. 4. pp. 285-302. (in Russian)



23. Dzuev R.I., Kanukova V.N., Cheprakova A.A. Strategiya sokhraneniya bioraznoobraziya gornyykh ekosistem yuga Rossii [Strategy for conservation of biodiversity of mountain ecosystems in southern Russia]. *Materialy Vserossiiskogo foruma s mezhdunarodnym uchastiem «Ekologo-ekonomicheskii potentsial ekosistem Severo-Kavkazskogo Federal'nogo okruga, prichiny sovremennogo sostoyaniya i veroyatnye puti ustoychivogo razvitiya sotsioprirodnogo kompleksa», posvyashchennogo 75-letiyu so dnya rozhdeniya Pervogo Prezidenta Respubliki Dagestan M. G. Alieva. 24-27 sentyabrya 2015* [Materials of All-Russian forum with international participation "The ecological and economic potential of ecosystems of the North Caucasian Federal District, the reasons for the current state and possible ways of sustainable socio-natural complex", dedicated to the 75th anniversary of the First President of the Republic of Dagestan M. H. Aliyev. 24-27 September 2015]. Makhachkala, Eko-press Publ., 2015. pp. 85-89. (in Russian)
24. Takhtajan A. Floristic regions of the world. Univ. of California Press. Borkely Los Angeles. London. 1986. 247 p.
25. Portenier N.N. *Flora i botanicheskaya geografiya Severnogo Kavkaza: Izbrannye trudy* [Flora and botanical geography of the North Caucasus: Selected Works]. Moscow, KMK Publ., 2012. 294 p. (in Russian)
26. Zernov A.S., Onipchenko V.G. *Sosudistye rasteniya Karachaevo-Cherkesskoi Respubliki* [Vascular plants of the Karachay-Cherkess Republic]. Moscow, MAKSS Press Publ., 2011. 240 p. (in Russian)
27. Taisumov M.A., Omarkhadzhieva F.S. *Analiz flory Chechenskoi Respubliki* [An analysis of the flora of the Chechen Republic]. Grozny, Academy of Sciences of the Chechen Republic Publ., 2012. 320 p. (in Russian)
28. Murtazaliev R.A. *Konspekt flory Dagestana* [Synopsis of the flora of Dagestan]. Makhachkala, Epokha Publ., 2009. In 4 vol.
29. Litvinskaya S.A., Murtazaliev R.A. *Kavkazskii element vo flore Rossiiskogo Kavkaza: geografiya, sozologiya, ekologiya* [The Caucasian element in the flora of the Russian Caucasus: geography, zoology ecology]. Krasnodar, 2009. 439 p. (in Russian)
30. Shiffers E.V. *Rastitel'nost' Severnogo Kavkaza i ego prirodnye kormovye ugod'ya* [The vegetation of the Northern Caucasus and its natural forage lands]. Moscow-Leningrad, USSR Academy of Sciences Publ., 1953. 399 p.
31. Abdurakhmanov G.M., Myalo E.G., Ogureeva G.N. *Biogeografiya: uchebnyy dlya studentov uchrezhdenii vysshego obrazovaniya* [Biogeography: textbook for students of higher education institutions]. Moscow, Academia Publ., 2014. 448 p. (in Russian)
32. Sokolov V.E., Tembotov A.K. *Pozvonochnye Kavkaza* [Vertebrates Caucasus]. Moscow, Nauka Publ., 1989. 548 p. (in Russian)
33. Grebenshchikov O.S., Zimina R.P., Isakov Yu.A. *Prirodnye ekosistemy i vertikal'naya poyasnost'* [Natural ecosystems and vertical zonation]. *Al'py-Kavkaz* [Alps-Caucasus]. Moscow, Nauka Publ., 1980. C. 179-194. (in Russian)
34. Gulisashvili V.Z., Makhatadze L.B., Prilipko L.I. *Rastitel'nost' Kavkaza* [The vegetation of the Caucasus]. Moscow, Nauka Publ., 1975. 233 p. (in Russian)
35. Belanovskaya E.A., Grebenshchikov O.S., Davydova M.V. *Biota ekosistem Bol'shogo Kavkaza* [Biota of the Greater Caucasus Ecosystem]. Moscow, Nauka Publ., 1991. 221 p. (in Russian)
36. Gagnidze R.I. *Botaniko-geograficheskii analiz florotsenoticheskogo kompleksa subal'piiskogo vysokotrav'ya Kavkaza* [Botanical and geographical analysis of the flora complex subalpine tall herbaceous vegetation Caucasus]. Tbilisi, 1974. 226 p. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Принадлежность к организации

Галина Н. Огуреева - профессор, кафедра биогеографии, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова.
ул. Ленинские Горы, 1, Москва, 119991 Россия.
e-mail: ogur02@yandex.ru

Критерии авторства

Галина Н. Огуреева полностью подготовила всю статью и несет ответственность за плагиат.

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 10.11.2015

AUTHOR INFORMATION

Affiliations

Galina N. Ogureeva - professor, Department of Biogeography, Lomonosov Moscow State University.
1, st. Lenin's mountains, Moscow, 119991 Russia.
e-mail: ogur02@yandex.ru

Contribution

Galina N. Ogureeva is the sole author of the article and responsible for avoiding the plagiarism.

Conflict of interest

The author declares no conflict of interest.

Received 10.11.2015



Общие вопросы / General Problems

Оригинальная статья / Original article

УДК 140.8 + 377 + 378 + 57 + 58 + 59 + 91

DOI: 10.18470/1992-1098-2016-1-37-58

ЭВОЛЮЦИЯ ОБЪЕКТА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ В РАМКАХ ЭКОЛОГЕНЕЗА

Артемию В. Козачек

Ассоциация «Объединенный университет имени В.И. Вернадского»,
Тамбов, Россия, uu_vern@admin.tstu.ru

Резюме. Цель. Рассмотреть особенности эволюции и определить сущность объекта экологических знаний как основы профессиональной деятельности инженера-эколога в современной ситуации. **Методы.** Предлагается подход, в соответствии с которым для понимания сущности и современного состояния объекта профессиональной деятельности инженера-эколога необходимо реализовать анализ особенностей генезиса экологической науки, который предопределил формирование совокупности экологических знаний как инструмента «передачи» в процессе обучения от преподавателя к слушателю в его развитии в течение исторического времени. Такой процесс предложено назвать *экологенезом*, то есть историческим развитием содержания экологической науки и педагогики. **Результаты.** Предложена авторская периодизация эпох экологенеза, отражающая изменение экологической мысли в течение предыдущего исторического периода. Проведенный по результатам такой периодизации анализ всех эпох развития экологического знания позволил выделить несколько специфических особенностей экологенеза, а именно качественный переход объекта экологических знаний от организменных систем к глобальной техногенно-природной системе, развитие и усложнение методологии экологических исследований и обоснований, превращение экологической науки из индивидуального научного курса в междисциплинарную научную систему. Автором введен новый класс систем – *эксартисфера* – как объект экологических знаний и основы деятельности инженера-эколога в современную, только что наступившую шестую эпоху экологенеза. **Выводы.** Полученные результаты могут быть рекомендованы к применению на практике, как в целях выделения и сущностного наполнения новых подходов в экологической науке и педагогике ближайшего будущего, так и для пересмотра существующих подходов к проектированию содержания профессиональной подготовки инженера-эколога.

Ключевые слова: объект экологических знаний, экологенез, периодизация, эксартисфера, профессиональная подготовка инженера-эколога.

Формат цитирования: Козачек А.В. Эволюция объекта экологических знаний в рамках экологенеза // Юг России: экология, развитие. 2016. Т.11, N1. С.37-58. DOI: 10.18470/1992-1098-2016-1-37-58

EVOLUTION OF THE OBJECT OF ENVIRONMENTAL KNOWLEDGE IN THE FRAMEWORK OF ECO-GENESIS

Artemiy V. Kozachek

Association "United University of V.I. Vernadsky",
Tambov, Russia, artem_kozachek@mail.ru

Abstract. The aim is to consider the features of evolution and determine the nature of the object of ecological knowledge as a basis for professional activities of environmental engineer in the current situation. **Methods.** The author suggests the approach, according to which for the understanding of the nature and current status of the object of professional activity of environmental engineer it is necessary to make an analysis of the peculiarities of the genesis of environmental science, which determined the formation of the aggregate of environmental knowledge as an instrument of "transfer" in the learning process from teacher to listener in its development over the historical time. This process is proposed to name *eco-genesis*, that is the historical development of environmental science content and pedagogy. **Results.** The author suggests periodization of epochs eco-genesis which shows the change in ecological thought over the previous historical period. The analysis held on the results of such a periodization of all ages the development of ecological knowledge allowed to highlight some specific features of eco-genesis, namely the qualitative change of the object of ecological knowledge from organismic systems to a global technogenic and natural system, the development and complexity of the methodology of environmental research and studies, the trans-



formation of environmental science from the individual scientific course to interdisciplinary scientific system. The author introduces a new class of systems – exartisphere, as an object of knowledge and environmental bases for the activity of environmental engineer in the modern, the sixth era of eco-genesis. **Main conclusions.** The results can be recommended for use in practice, in order to highlight the essential content and new approaches in environmental science and pedagogy of the near future, as well as for the revision of the existing approaches to designing the content of training of environmental engineer.

Keywords: object of environmental knowledge, eco-genesis, periodization, exartisphere, training of environmental engineer.

For citation: Kozachek A.V. Evolution of the object of environmental knowledge in the framework of eco-genesis. *South of Russia: ecology, development*. 2016, vol. 11, no. 1, pp. 37-58. (in Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2016-1-37-58

ВВЕДЕНИЕ

Содержание экологической науки и педагогики на каждой новой стадии определяется изменением ее объекта изучения. Причем таким объектом изучения всегда являлись некие объекты и явления окружающей среды в отдельности или в совокупности.

Необходимо отметить, что многие ученые и педагоги актуализируют необходимость ориентации студентов инженерно-экологических специальностей на *понимание объекта их профессиональной деятельности как системы*, которая может быть оценена методами математического моделирования, что позволит понять ее состояние и обеспечить необходимую степень сохранности.

Так, в 1962 году А. Маас (с соавторами) заявил о необходимости рассматривать водную среду в связи с профессиональной деятельностью эколога как *водо-ресурсную систему*. При этом ограничивающими факторами существования такой системы являются экономические условия в регионе, технологические инструменты инженерии и политические планы правительства [1].

В 1966 году в России был издан перевод монографии известного регионалиста Уолтора Изарда, в которой тот рассматривал региональное пространство взаимодействия окружающей среды и экономической деятельности человека как *региональную эколого-экономическую систему* [2].

В 1977 году американский ученый С.А. Шум в своей монографии изложил несколько иную точку зрения, согласно которой совокупность природных экосистем и промышленных объектов необходимо рассматривать как *«систему циклов кругооборота почвенных и наземных вод»*, в процессе

которого осуществляется непрерывная транспортировка природных и искусственных веществ и их накопление в том или ином объеме почвы или воды» [3].

В свою очередь Д.У. Кнайт, используя в качестве примера объекта деятельности эколога водный бассейн, предложил декомпозировать его как *«серию гидрологических проблем»*, трансформируя водно-прибрежную экосистему в «место встречи людей и их экономической деятельности: навигации, рекреации, ирригации и безопасности» [4].

Особого внимания заслуживают работы ученых Тамбовского государственного технического университета Н.С. Попова, В.А. Немтинова и других, которые предлагают рассматривать в качестве объекта деятельности инженера-эколога *природо-промышленную систему*, имеющую такие свойства, как открытость, неопределенность, сложность и т.д. [5-7].

В 1999 году И.И. Мазур и О.И. Молдаванов предложили собственную концепцию объекта профессиональной деятельности инженера-эколога. В качестве такого объекта рассматривается *экосоциотехническая система*. По мнению авторов, такая система является сложной, но поддающейся численному описанию [8].

Профессор Удмуртского государственного университета С.Д. Бунтов (с соавторами) предлагает ориентироваться на рассмотрение объекта инженерно-экологической деятельности – *определенной территории* – как открытой, пространственной, многоуровневой, самоорганизующейся, целостной и сложной системы, которая имеет несколько альтернативных путей разворачивания [9].



В.В. Артюхов и А.С. Мартынов, предлагая при рассмотрении взаимоотношений социально-экономической системы с окружающей природной средой использовать *общую теорию систем*, выделили экстенсивный, интенсивный и экологический этапы развития таких взаимоотношений, предложили концепцию и классификацию современных экологических кризисов, используя данные о динамике населения планеты [10].

Однако, многие из вышеописанных концепций, по нашему мнению, устарели. Связано это с тем, в настоящее время существуют определенные проблемы проектирования содержания инженерно-экологической подготовки сегодня. Сегодня экология практически не отражает требования шестого и седьмого технологических укладов. Финансово-экономический кризис, падение и сильная волатильность фондовых и товарных рынков, начиная с 2014 года, особенно в 2015 году, изменение политической обстановки в то же время, создание либо более четкое обозначение мировых военных, экономических и политических коалиций к 2015 году связанные, по мнению экономистов, с началом нового технологического уклада, практически не находят

сейчас отражения в содержании инженерно-экологической подготовки.

В итоге, сегодняшняя эпоха перемен характеризуется тем, что выпускники инженерно-экологических специальностей и направлений уже на студенческой скамье подвергаются психологическому воздействию существующего противоречия между содержанием обучения и сутью происходящих в мире изменений, а при выпуске не могут считаться обладающими компетенциями в достаточной мере, поскольку сами эти компетенции не соответствуют требованиям нового технологического уклада и связанных с его первой фазой потрясениями в экономике.

Указанные противоречия не позволяют в настоящее время полностью создать комплексное понимание объекта экологических знаний как основы профессиональной деятельности инженера-эколога. Возникает вопрос: каким образом инженер-эколог в процессе своей профессиональной деятельности может учитывать или даже изменять негативные и при этом не всегда определенные характеристики сложившейся ситуации? Понимание поставленного вопроса поможет выявить возможности системы профессиональной подготовки инженера-эколога.

ЦЕЛЬ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В рамках данной работы нами поставлена цель – рассмотреть особенности эволюции и определить сущность объекта экологических знаний как основы профессиональной деятельности инженера-эколога в современной ситуации.

Для достижения этой цели мы предлагаем свой подход, реализация которого для понимания сущности и современного состояния объекта профессиональной деятельности инженера-эколога включает стадию анализа особенностей генезиса экологической науки, который предопределил формирование совокупности экологических знаний как инструмента «передачи» в процессе обучения от преподавателя к слушателю в его развитии в течение исторического времени. Назовем такой процесс *экологенезом*, то есть историческим развитием содержания экологической науки и педагогики.

При этом предлагаемое нами исследование мы будем проводить путем выделения и обсуждения как собственно экологиче-

ских, так и биологических, а также экономических концепций и теорий. Это позволит, по нашему мнению, в комплексе создать общую картину экологической ситуации в наше время. Использование указанных результатов при построении содержания профессиональной подготовки инженера-эколога даст *возможность восприятия студентом-экологом причин негативных последствий деятельности человеческого общества, включая неконтролируемое потребление природных ресурсов в экономике и загрязнение окружающей среды, и разработку соответствующих экологозащитных инженерных решений*.

Предлагаемый подход позволит нам выделить требуемые характеристики объекта экологических знаний на сегодняшний момент.

Для реализации предлагаемого подхода проведем периодизацию экологенеза на несколько эпох. Такая периодизация является авторской, основанной на собственном



восприятию автором экологических знаний в течение длительного опыта экологической и педагогической деятельности, и может не совпадать с другими аналогичными предложениями ученых. Тем не менее, мы считаем, что предлагаемая нами авторская периодизация экологенеза именно в таком виде позволит достичь поставленной в исследовании цели.

АВТОРСКАЯ ПЕРИОДИЗАЦИЯ ЭКОЛОГЕНЕЗА

В первую очередь выделим так называемую **доэкологическую эпоху**. Мы считаем необходимым отметить, что данная эпоха может характеризоваться начальными попытками систематизации знаний об окружающем мире.

В рассматриваемую эпоху, по нашему мнению, одним из главных направлений естествознания стала *наука о классификации живых организмов*.

Данное направление характеризовалось, например, развитием методов изучения и *классификации животных*. Первые попытки создания классификации организмов можно датировать ориентировочно V-IV вв. до н.э. (по мнению некоторых авторов XXX, IX вв. до н.э.), когда в древнеиндийских эпосах «Рамаяна», «Махабхарата» [11] обсуждались *особенности систематики различных животных*. Позднее, вопрос роли природы в природе и классификации живых организмов анализировался Аристотелем в IV в. до н.э. в работе «История животных» [12, 13], но с более детальными дополнениями и предложениями по классификации членов животного мира. В средние века был широко известна работа У. Альдрованди «Семь книг о насекомых» [14]. Кроме того, одним из наиболее известных ученых этого направления, уважение к которому испытывал и К. Линней, был К. Геснер, который в своем огромном труде попытался систематизировать животных планеты [15].

Ученые этого направления в своих трудах предлагали, например, различные варианты *систематики растений*. Вклад в развитие таких первых доэкологических знаний внесли Теофраст [16] и Плиний Старший [17]. После снижения в Средние Века интереса к устройству окружающей природной среды эпоха Возрождения и Новое Время приносят новые плоды доэкологических знаний. Например, 1530-1536 гг. О. Брунфельс опубликовал определитель растений, в котором изображения растения соседствовали с их описаниями [18]. Вслед за

В качестве необходимого примечания следует отметить, что выделяемые далее периоды экологенеза могут пересекаться на временной шкале, что объясняется началом новой группы экологических знаний тогда, когда еще не закончился период активного использования предыдущих знаний.

ним в 1539 г. И. Бок систематизировал около 700 видов растений Германии [19]. Р. Доденс предложил делить царство растений на шесть групп [20]. Более сложной систематика растений стала с конца XVI века. Так, А. Цезальпино в 1583 году в своем сочинении «16 книг о растениях» [21] классифицировал растения на основе информации о морфологии растений, строении их семян, плодов и цветков.

Вершиной развития этой эпохи, по нашему мнению, стало введение Д. Реем понятия «*вид*» в его современном понимании. Д. Рей считал, что если два организма (женский и мужской) производят существо, похожее на своих родителей и имеющее способность к размножению, то все указанные организмы можно отнести к одному таксону, а именно виду [22, 23].

Огромный вклад в развитие доэкологической научной школы внес К. Линней, в 1735 году в своем труде «Система природы» [24] давший комплексную *классификацию (таксономию) большинства известных на тот момент природных организмов* в зависимости от их строения, поведения и свойств, а также предложивший системный подход к рассмотрению природы. В 1749-1751 гг. И. Биберг совместно и под руководством К. Линнея заявил термин «*Экономия природы*» как систему видов живых существ, находящихся в постоянной взаимосвязи в единой биологической системе [25].

В период 1766-1822 гг. различные ученые (М.К. Ханов [26], Ж.Б. Ламарк [27] и Г.Р. Тревиранус [28]) независимо друг от друга на основании известных и новых научных изысканий синтезировали все доэкологические знания о биологических системах выделяемой нами эпохи в науку под названием «*биология*».

В качестве *второго научного направления данной эпохи* мы выделяем изучение природных биотических и абиотических факторов, воздействующих на организмы.



В частности, в 1671 году Р. Бойль представил научной общественности результаты проведенных им исследований по влиянию низкого атмосферного давления на жизнедеятельность организмов [29]. Э.А.В. фон Циммерман в 1777 году доказал влияние климатических факторов на животных как напрямую, так и через влияние на растительность, служащую ресурсной базой для животных, предложив для обозначения такой концепции термин «зоогеография» [30].

В 1749-1804 гг. Ж.Л. Леклерк, граф де Бюффон в своем труде «Естественная история» [31] систематизировал климатические, географические и другие факторы окружающей среды, описал их влияние на условия обитания организмов и на рост их численности.

Однако главной концепцией этого направления стала теория, предложенная А. Гумбольдтом [32] и К. Глогером [33], которые, дав комплексное обоснование *общим закономерностям влияния различных природных факторов на животных и растения с географических позиций*, фактически создали новую науку – *биогеографию*.

Одновременно в древности в рамках третьего выделяемого нами доэкологического научного направления появились *концепции изучения неживых (абиотических) природных ресурсов*, играющих главенствующую роль в жизни конкретного народа. Например, шумеры в педагогике, которая в то время была для них собственно аналогом современного профессионального обучения, на первое место ставили изучение *земледельцем особенностей и свойств плодородной земли*, формирование у человека умений рассчитывать циклы мироздания, основываясь на вегетативных периодах выращивания зерновых культур. Естественно, что огромное значение здесь имело изучение *внеземных природных ресурсов*, а именно звезд и планет, особенно Луны и Солнца, от которых зависело не только земледелие, но и, в общем, вся жизнь шумерского народа. При этом шумеры выделяли как отдельные «космические» субстанции и деревья, которые являлись представителями или частями мироздания на Земле [34].

Данное направление получило развитие в периоды Античности, Средних Веков и Нового Времени, когда появилось довольно значительное количество научных трудов с описанием отдельных природных ресурсов и методов их использования в хозяйственной жизни человека.

Необходимо отметить, что в первой половине XVIII в. французский натуралист Ж.Л. Леклерк граф де Бюффон в своих работах «*Mémoire sur la conservation et le rétablissement des forêts*» [35] и «*Mémoire sur la culture des forêts*» [36] впервые для Нового Времени поднимает *вопрос о проблемах сбережения, рационального использования и восстановления отдельных природных ресурсов*, а именно лесов, применяемых как источник древесины в кораблестроении.

На основе проведенного обзора в итоге мы предлагаем выделить в структуре доэкологической науки первой эпохи три группы теорий, а именно *биологической теории о живых элементах природы (организмах)*, включая описание их строения и классификацию, *биогеографической теории об абиотических факторах* как факторах воздействия неживых компонентов природы на живые организмы, *теории природных ресурсов*. Соответственно, фактически в рассмотренную эпоху можно говорить о полноценном формировании трех основных ветвей (биологической, биогеографической, ресурсной) доэкологического знания, которые в будущем дадут понимание экологической науки.

Собственно, **первую эпоху экологеза** мы предлагаем датировать временем синтеза доэкологических (выделенных нами ранее) концепций с социально-экономическими концепциями в комплексную теорию экологии и природопользования. Данное направление экологической науки в первую эпоху ее развития, по нашему мнению, характерно появлением научных положений об *организмах, в первую очередь, человеке, не всегда ограничивающих свое потребление природных ресурсов, что может привести к определенным проблемам их жизнедеятельности*.

Антропогенное влияние на ресурсы окружающей среды в данную эпоху впервые стало активно изучаться представителями экономической науки. Например, в 1798 году священник и экономист из Англии Т.Р. Мальтус издал свой труд под названием «*Опыт закона о народонаселении*» [37], где он указывает на *природные ресурсы как ограничивающий фактор роста человеческой популяции и экономики*, а также на *проблемы избыточного воздействия человеческого общества на окружающую среду*.

В начале этого периода, в параллель с учением Т.Р. Мальтуса возникло и первоначально не связанная ни с ним, ни с предыдущими биологическими теориями концеп-



ция биогеохимической деятельности организмов Ж.Б. Ламарка, который выявил возможность влияния организмов на окружающую природную среду через химические и физические градиенты [28]. Фактически Ж.Б. Ламарк впервые заговорил о совокупности организмов как о биотическом факторе развития окружающей среды. Важным в учении Ж.Б. Ламарка, по нашему мнению, стало доказательство того, что человек, как и другие организмы, как единица живого вещества способен оказывать биогеохимическое влияние на окружающую среду, совместно с другими организмами изменяя ее параметры.

В этом моменте учение биохимика Ж.Б. Ламарка интереснейшим образом переплелось с учением экономиста Т.Р. Мальтуса, так как их совместное прочтение позволяет понять, что «излишне активное» биогеохимическое воздействие человека как организма на природу в рамках функционирования рыночной экономики, в том числе путем потребления и переработки природных ресурсов и загрязнения сопутствующими этим процессам отходами окружающей среды может вызвать ресурсный коллапс, то есть истощение природных ресурсов, являющихся ключевыми факторами всей рыночной экономики планеты.

Интересно, что аналогично мнению Т.Р. Мальтуса французский естествоиспытатель Ж.Б. Ламарк примерно в это же время заявил о возможности человека уничтожить свою цивилизацию, сделав непригодной среду обитания [28].

В развитие этой идеи в анализируемый период один из известнейших экономистов Дж. Милль предложил рассматривать в качестве двух главных объектов экономики государства общественное потребление и потребительское предложение, направленное на обеспечение общественного потребления [38]. Из его работы следовало, что одним из главных параметров, характеризующих общество, является потребление. Соответственно, рост потребления населения влечет за собой требование увеличения соответствующего ресурсообеспечения, то есть требование повышения предложения потребительских благ (товаров, работ и услуг), направленных на удовлетворение возросших потребительских интересов общества. При этом очевидно, что повышение предложения товаров, работ и услуг требует и повышение объема используемых для их производства природных ресурсов. В 1848 году вышло новое издание Дж. Милля, где

он сформулировал основные принципы политической экономии, легшие в основу всей современной экономики, а сама наука получила название «политическая экономия», рассматриваясь как раздел социальной философии [39].

В нашем понимании это положение Дж. Милля, хотя и сделанное «в отрыве собственно от экологических задач», тем не менее, стало тем положением, которое оказалось способным объяснить проблемы истощения природных ресурсов и загрязнения окружающей среды при росте потребительского спроса общества, иначе говоря, предвосхитило проблемы современного глобального общества потребления.

Мы считаем необходимым отметить, в этот период об экологических знаниях можно говорить с точки зрения понимания биологических систем и особенностей их формирования и существования в условиях абиотических факторов неживой природы. В целом, общим для рассмотренной данной эпохи развития экологической науки и педагогики можно назвать то, что в качестве объекта изучения принимались отдельные организмы, в том числе и человек, испытывающие влияние различных природных факторов в среде обитания и вынужденные приспосабливаться к действию данных факторов с помощью морфологических, физиологических и онтологических механизмов.

Также для первой эпохи развития экологической науки стало характерно рассмотрение организма как природопотребителя и природопользователя. Причем, большинство биологических и небиологических (например, экономических) теорий различными путями пришли к пониманию проблемы истощения природных ресурсов. Здесь виден синтез биологических разделов естествознания и экономических разделов обществознания.

При этом, однако, необходимо учесть, что процесс изучения указанных особенностей в школах и университетах, в основном сводился к восприятию особенностей отдельных компонентов природы. Главным здесь было, по нашему мнению, не особенности и дидактика изучения организмов, а то, что существовал сам процесс их изучения, трансформирующийся в виде учебных дисциплин и научных разделов.

Интересно, что в педагогике в то время все рассмотренные теории нашли отражения не в едином курсе, а в различных предметах. Например, учение Т.Р. Мальтуса и Дж. Милля в то время не получило под-



держки в экологоориентированной педагогике (например, в курсах ботаники и географии), и их основы, соответственно не вошли в биологические школьные и университетские курсы как основополагающие, а изучались как чисто экономические разделы.

Тем не менее, по нашему мнению, первая экологическая эпоха стала важной вехой в подготовке к появлению науки «экология», так как позволила провести так называемую группировку (классификацию, таксономию) всех известных на тот момент организмов планеты, выделить их основные параметры, характеристики, а также провести анализ абиотических факторов среды обитания, влияющих на морфологию и свойства организмов.

Далее мы считаем правильным выделить **вторую эпоху экологенеза**, когда ученые подошли к видению *единых надорганизменных систем (сообществ)*, в которых объектом изучения становится совокупность организмов, объединенных связями и отношениями и *конкурирующих друг с другом за существование в условиях наличия ограниченного объема ресурсов*. При этом центральным компонентом данной биологической системы рассматривался теперь не организм, а сообщество взаимодействующих между собой особей. Так, профессор Московского университета К.Ф. Рулье (1814-1858) разделил понятия «жизнь особи отдельно» и «жизнь особи в сообществе» [40]. В свою очередь, немецкий ученый К. Мебиус [41] в 1877 году предложил концепцию *биоценоза* как закономерного сочетания организмов в определенных условиях среды. А. Форбс в 1887 году разработал концепцию озера со всеми его организмами в совокупности как *микрোকосма* [42]. В первой половине XX века английский биолог А. Тенсли [43] и российский биолог В.Н. Сукачев [44] обосновали закономерности появления и существования надорганизменных сообществ в системном единстве с окружающими их ресурсами живой и неживой природы, получившим название «*экосистема*» (у А. Тенсли) и «*биогеоценоз*» (у В.Н. Сукачева). В.В. Докучаев на примере почвы показал, что экосистемы создаются и поддерживаются целым комплексом внутренних и внешних факторов [45, 46].

В это же время появляются работы по *теории популяции*, показывающие четкую зависимость численности сообщества природных организмов от имеющихся у нее ресурсов и от особенностей потребления таких ресурсов. Важным следствием указанных

работ стало *математическое доказательство того, что сообщество организмов способно к самоуничтожению в результате неконтролируемого роста численности особей внутри него и соответствующего увеличения потребления ограниченных для сообщества ресурсов*.

Например, математик из Бельгии П.Ф. Ферхюльст, анализируя особенности существования популяции организмов, пришел к выводу, что ее максимально возможные размеры (численность) ограничены собственно уже имеющейся численностью с учетом количества имеющихся доступных для сообщества ресурсов [47, 48]. Фактически П.Ф. Ферхюльст доказал для природных сообществ ту же возможность самоуничтожения из-за неконтролируемого размножения и нерационального обращения с имеющимися ресурсами, что сделал на полстолетия раньше и Т.Р. Мальтус, только анализируя человеческие популяции.

Труды различных ученых по теории сообществ и, особенно, положения об ограниченности ресурсов в любом сообществе, выдвинутые Т.Р. Мальтусом, оказали значительное влияние на создание *теории естественного отбора из-за конкуренции видов за ограниченные ресурсы*. Основоположниками данной теории стали два британских ученых, пришедших к одинаковым выводам независимо друг от друга, а именно А.Р. Уоллес, представивший в 1858 году научной общественности свою работу «О тенденции вариететов неограниченно отклоняться от исходного типа» [49], и Ч.Р. Дарвин, опубликовавший в 1859 году книгу «Происхождение видов» [50]. Согласно этой теории, максимальные шансы на выживание, размножение и успех в конкуренции в процессе эволюции имели те организмы, которые были наиболее приспособлены либо могли адаптироваться в условиях имеющихся и ограниченных природных ресурсов с учетом воздействия на них биотических и абиотических факторов среды обитания.

Таким образом, ученые подтвердили все ранее указанные теории, синтезировав в единую науку, которой в 1866 году Э. Геккель дал название «Экология» [51].

Что касается особенностей изучения в данную эпоху *антропогенного использования природных ресурсов*, то здесь можно отметить одну из крупнейших для конца XIX века экономических работ К. Менгера Старшего, последователя Т.Р. Мальтуса, которая называлась «Политическая экономия» [52]. В 1871 году К. Менгер Старший в



данном труде отразил одну из своих теорий, согласно которой ценность любого природного ресурса, используемого в экономике, определяется через его так называемую убывающую предельную полезность, общий смысл которой состоит в том, что единица природного ресурса имеет для человека наивысшую ценность только в том случае, когда она необходима ему для сохранения жизни его и его родственников, его имущества. Однако, в том случае, когда человек располагает количеством природных ресурсов, больших, чем ему необходимо для удовлетворения жизненно важных потребностей, то это оставшееся количество природных ресурсов имеет уже другую, гораздо меньшую ценность для человека, и он соответствующим образом к ним относится, например, готов представить к продаже за более низкую стоимость, не готов тратить большие средства для восстановления потраченных природных ресурсов и т.д.

Эта теория, несмотря на наличие у нее противников в экономической науке, по нашему мнению, в экологии чрезвычайно важна, так как позволяет определить истинную ценность компонентов окружающей среды для человека, как, впрочем, и для любого организма, в том случае, когда их еще достаточно для поддержания его существования.

Интересно, что в рассматриваемый период указанные положения изучались лишь экономистами. В экологической педагогике господствовали идеи учения о сообществах организмов. При этом изменения в структуре понимания сути экологии повлекли и соответствующие изменения в образовательном процессе. Природные объекты теперь изучались как комплексы, а для их оценки в целом и выделения влияния друг на друга отдельных элементов стали активно применяться аналитические (математические, химические, физические, биологические и другие) научные методы познания.

В **третьей эпохе** своего развития экология, по нашему мнению, практически становится самостоятельной наукой. Эту эпоху мы предлагаем охарактеризовать пониманием *определяющей средообразующей и средоизменяющей роли живого вещества*. Данная роль как бы обратна действию на организм и надорганизменные сообщества природных факторов, является реакцией на них с целью обеспечения безопасности и расширения организмами собственной инженерно-экологической ниши в «неблагоприятной» для них окружающей среде и при этом

настолько велика (определяющая), что природа теряет под ее воздействием способность к самовосстановлению и самоочищению.

Ключевыми концепциями этой эпохи, по нашему мнению, стало выдвижение идеи *биосферы* австрийским ученым Зюссом [53], и последующее создание на ее основе (с учетом учения Ж.Б. Ламарка [28]) великим русским ученым академиком В.И. Вернадским комплексного фундаментального учения о биосфере как области распространения живого вещества, использующего биогеохимическую силу для формирования и изменения своей среды обитания [54].

Одновременно, совмещая положения теорий Ж.Л. Леклерка графа де Бюффона, Т.Р. Мальтуса и Дж. Милля с теориями А. Гумбольдта и К. Глогера и подключая здесь теорию Ж.Б. Ламарка, можно говорить о возможности человеческого общества, подчиняясь законам рыночного производства и потребления, создавать новые *антропогенные* факторы воздействия на природные организмы, например, путем изменения концентрации выбрасываемых из дымовых дымоходов печей вредных газов в атмосферу (изменение климатических факторов природы), путем увеличения концентраций токсичных веществ в водоемах в результате сброса в водные объекты сточных вод промышленных предприятий и коммунальных сточных вод поселений (изменение гидрологических факторов природы) и т.д. и таким образом изменять химические, физические и биологические свойства и характеристики окружающей природной среды.

В.И. Вернадский ввел целый ряд новых категорий, характеризующих такую роль живого вещества в природе. В их числе мы считаем необходимым назвать [54]:

- категорию «биогеохимическая сила», обозначающую свойство организмов с определенным уровнем давления влиять и видоизменять окружающую среду в соответствии со своими потребностями;

- категорию «скорость распространения вида», характеризующую особенности гипотетического распространения одного вида организма на всю поверхность планеты Земля при условии отсутствия конкуренции со стороны других видов и благоприятных внешних и внутренних факторов;

- категорию «функции живого вещества», обозначающую способности организмов, заключающиеся в поглощении, накоплении, переработке, химическом превращении, передаче и выделении химического ве-



щества в окружающую среду, обеспечивая формирование и поддержание на необходимом для организмов уровне ее химического состава и химических свойств.

Экологическая педагогика отразила эти постулаты введением соответствующих категорий в содержание профессиональной подготовки. Появились такие разделы экологической дисциплины, как «Учение о биосфере», «Биоэкология» и т.д. Особенностью экологической педагогики здесь, по нашему мнению, стала направленность на изучения неорганизменных факторов окружающей среды, оказывающих влияние на организмы. Такое изучение проводилось через бурно развивающиеся науки, такие как химия, электротехника, астрономия, физика, горные технологии и т.д., основные категории которых постепенно вбирала в себя и экология как таковая.

Четвертая эпоха экологенеза в нашем понимании ознаменовалась совершенно новым рассмотрением биологических систем – как систем, испытывающих воздействие человека *посредством других, искусственно им измененных биологических или искусственно им созданных техногенных систем*, существование и развитие которых как зависит от наличия и притока ресурсов извне, так и от воли человека. При этом важным стало и то, что отныне конкурентоспособность и устойчивость человеческого общества считалась гораздо более высокой по сравнению с конкурентоспособностью других сообществ организмов именно за счет его способности применять техногенные средства для повышения эффективности своей хозяйственной деятельности, в том числе деятельности по добыче природных ресурсов и их использованию.

В эту эпоху экологической науки состояние изучаемых объектов, по нашему мнению, определялось воздействием на них таких внешних факторов, к которым относились техногенные воздействия, то есть негативные факторы влияния деятельности человека на окружающую среду. Причем впервые в экологической науке и педагогике антропогенные факторы стали рассматриваться наравне с биотическими и абиотическими, а иногда даже и как главные факторы изменения условий обитания на планете.

Важным моментом здесь стало то, что на начальном этапе своего развития человек взаимодействовал с естественной окружающей средой, но в процессе эволюции человек стремясь наиболее эффективно удовлетворять свои потребности в пище, в матери-

альных ценностях, в защите от климатических и погодных воздействий непрерывно воздействовал на естественную среду. Необходимость выживания в тяжелых условиях окружающей среды требовала от человека развития умений по созданию и совершенствованию технических средств защиты от естественных негативных воздействий [55-58].

В качестве главного фактора выживания и существования человека в природе стал рассматриваться техногенез, представляющий собой зарождение техники, создание человеком все более совершенных способов орудий и устройств для воздействия на окружающий материальный мир с целью создания потребления различных благ.

Кооперация данного подхода с предыдущими дала возможность целому ряду ученых и организаций (и др.), используя методологический аппарат философии, математики, информатики, кибернетики создать комплексную теорию техногенеза и оценки инженерно-экологических рисков, в соответствии с которой главным результатом техногенной деятельности человека можно считать негативное воздействие технических средств на окружающую среду, появление и глобализацию экологических проблем, рост экологических рисков, влияющих на целостность и выживаемость человеческой популяции.

Естественно, что техногенез предполагал и рост взаимодействия человеческого общества с окружающей средой, в частности, путем изъятия и потребления человеком природных ресурсов, что оказывает определенное, часто негативное, влияние на состояние экосистем.

При этом можно сказать, что результатом техногенеза стала *техносфера* как биосфера, измененная человеком, являющимся частью живого вещества, с помощью технических систем, применяемых им для поддержания своего существования за счет изъятия ресурсов из природной среды, перестройки природной среды с целью создания и расширения антропогенной ниши.

Созданная человеком техносфера для поддержания своего существования постоянно потребляет различные природные ресурсы из окружающей среды перерабатывает их в продукты производства, используемые человеком. В процессе потребления и переработки природных ресурсов образуются отходы потребления и производства. Также техносфера потребляет значительное количество природной энергии и соответ-



ственно выделяет энергию собственного производства в окружающую среду. С помощью потоков веществ, энергии техносфера связана с окружающей средой и воздействует на неё. Фактически человек сформировал и искусственно расширяет свою экологическую нишу, обеспечивая в ней искусственным путем постоянства различных физических, химических и других характеристик. Ученые даже заявляют о подчиненности и зависимости человека от техносферы [59-63].

Одной из первых экологических проблем, которая показала глобальное отрицательное влияние техносферы на состояние окружающей среды, стала проблема роста потребления энергии человечеством.

Так, американский эколог Р. Линдeman в 1942 году предложил концепцию рас-

чета энергетического баланса экосистемы, из которого следовало понимание зависимости эффективности существования экосистемы от особенностей использования и конкуренции ее членов за энергетические ресурсы [64]. Эта концепция позволила подтвердить гипотезу о возможности истощения энергетических ресурсов в результате их активного использования.

В 1956 году геофизиком компании «Шелл» М.К. Хаббертом была предложена так называемая логистическая или колоколообразная модель потребления нефтяных ресурсов человечеством [65]. Общий вид логистической кривой темпов добычи энергетических полезных ископаемых показан на рисунке.

Объемы добычи, млн. т/год
Production volumes, mln. t / year

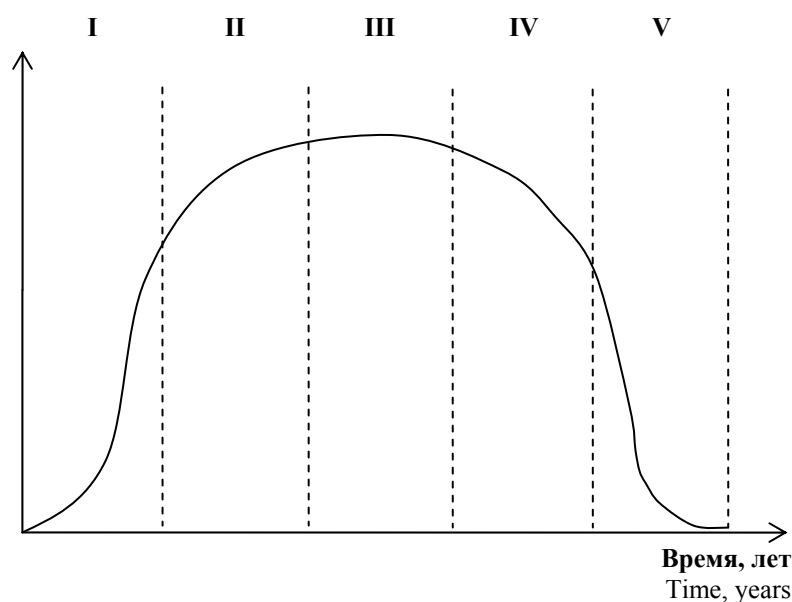


Рис. 1. Общий вид логистической кривой темпов добычи энергетических полезных ископаемых

Fig. 1. General view of the logistic curve of rate of mining of energy minerals

Данная модель, исходя из данных об объемах добычи полезных ископаемых в прошлом и исключая внешние факторы (отсутствие спроса), предсказывает дату максимальной добычи полезных ископаемых, для определенного региона страны мира. Данный график имеет форму колокола и разделяется на несколько временных периодов:

I) открытие месторождения – в данный период времени проводятся геолого-изыскательские работы, открываются месторождения, начинается строиться инфраструктура и добываются первые объемы полезных ископаемых. Добыча вначале не велика, поскольку слабо развита инфраструктура.

II) стабильный рост – в данный период времени по мере открытия всё новых ме-



сторождений, увеличений объемов их разработки, установки и использования более эффективного оборудования добыча природных ресурсов растет, а сами ресурсы пользуются все большим спросом.

III) насыщение – в данный период достигается пик объемов добычи природных ресурсов, которые невозможно превзойти улучшенной технологией или открытие новых месторождений.

IV) спад – после пика темпы добычи полезных ископаемых медленно, но неуклонно спадают. В это время может проявиться структурная мировая нехватка полезных ископаемых (дефицит), последствия которой будут зависеть от темпов убывания добычи, а также от разработки и внедрения альтернативных источников энергии, причем, если таковые источники не появятся, то многие товары и услуги, производимые с использованием данного полезного ископаемого или использованием энергии, полученной из данного полезного ископаемого, станут дефицитными, что может привести к снижению жизненных стандартов во всех странах и возможным политическим последствиям.

V) иссякание – в данный период времени месторождения практически полностью вырабатываются, и данные полезные ископаемые невозможно более использовать.

М.К. Хабберт предсказал по описываемой модели темпы добычи нефти до 2200 года. Его предсказание для США практически сбылись, а теория позже была подтверждена и другими учеными [66, 67]. Впоследствии данная модель использовалась различными исследователями для оценки темпов добычи природного газа, фосфора и некоторых других полезных ископаемых.

Наконец, в 1991 году Дж. Холдрен [68] математически доказал квадратичную зависимость энергопотребления от численности населения Земли за период 1850-1990 гг. Как отмечал академик РАЕН, доктор физико-математических наук, профессор С.П. Капица [69], в 1993 году Д. Моррисон подтвердил действенность закона Дж. Холдрена вплоть до 2090 года. Естественно, рост энергопотребления влечет за собой и значительный рост потребления природных энергетических ресурсов с возможностью их истощения по вышеописанной модели М.К. Хабберта.

Таким образом, в данной эпохе развитием учения о средообразующей и средоизменяющей роли живого вещества стала *идея о техносфере*. В итоге, важнейшим свойством таких систем оказывается их способность изменять в заданном направлении соотношения компонентов, связи и свойства внешней по отношению к ним окружающей среды.

Такой подход после 1970-х гг. позволил кардинально изменить содержание преподаваемых в школах и вузах экологических дисциплин. В их составе появился достаточно крупный раздел, рассматривающий виды загрязнителей, особенности антропогенного воздействия на природные объекты и т.д. Целый ряд научных исследований с привлечением аппаратов токсикологии, физиологии, медицины, биохимии, инженерии и других новых к тому времени наук позволил в численном виде оценить и выразить дидактически в учебных предметах уровни и значения воздействия техносферы на окружающую среду. В результате экология из чисто учебной дисциплины переросла в практическую, полезную для экономики науку, которая позволяет оценивать экологические риски, разрабатывать и применять технологии их комплексного анализа и систематизации.

Описываемая эпоха развития экологической мысли также характерна введением экологических дисциплин в системах среднего профессионального образования по всем экономическим, юридическим, педагогическим и техническим специальностям (под названием «Экологические основы природопользования»), а также по экологическим специальностям (под названием «Природопользование и охрана окружающей среды»).

В рамках высшего профессионального образования данная дисциплина в ее модернизированном виде также получила признание. В вузах того времени можно выделить два аспекта вхождения экологической науки в учебную программу. В первом случае дисциплина изучается отдельно, лишь трансформируется название данной дисциплины для различных специальностей («Охрана окружающей среды», «Природопользование», «Рациональное природопользование», «Энерго- и ресурсосбережение»). При этом содержание этих дисциплин остается примерно аналогичным. Во втором случае, от-



дельные темы данной дисциплины входят в качестве самостоятельных разделов в другие дисциплины федерального и национально-регионального компонентов (например, в такие дисциплины, как «Водоснабжение и канализация», «Водоподготовка», «Экономика природопользования», «Экологическое право» и т.д.).

В пятую эпоху экологенеза главным стал вопрос *значительного уменьшения глобального запаса живучести и устойчивости окружающей среды под воздействием техногенных факторов*. Проявилась проблема выживания человечества как вида и сохранения окружающей среды в условиях глобализации техносферы и все большего уничтожения природных ресурсов и загрязнения окружающей среды.

Эта эпоха характерна развитием новых отраслей промышленности и сельского хозяйства и, самое главное, проникновением человека за пределы земной биосферы. Уже сегодня космические корабли, построенные человеком, несут следы жизни (бактерии, споры, другие организмы) в космическое пространство. Такую расширенную до околоземных космических пределов техносферу, включающую в себя кроме заселенной человеком биосферы Земли также оболочки жизни на межпланетных станциях, космических кораблях, Н.Б. Вассоевич и А.Н. Иванов называли *артебиосферой* [70].

Количественные оценки влияния артебиосферы на состояние окружающей среды были предложены членами так называемого Римского клуба, которые построив ряд математических моделей, получили сразу несколько сценариев возможного будущего экологического кризиса в том случае, если человечество будет по-прежнему эксплуатировать, не только энергетические, но и все остальные ресурсы окружающей природной среды, не предпринимая никаких мер по их экономии

Так, Дж. В. Форрестер разработал две модели «Мир-1» и «Мир-2», имитационное исследование которых позволило ему в книге «Мировая динамика» [71, 72] заявить о возможном наступлении экологического «перелома» в 2020-х гг. В 1972 году ученик Дж.В. Форрестера Д.Л. Медоуз в соавторстве с рядом других ученых построил уточненную модель «Мир-3», по результатам исследования которой были опубликованы доклады «Пределы роста» в нескольких ре-

дакциях [73-76], в целом уточнявшие предположения Дж.В. Форрестера.

В общем виде модели «Мир-1», «Мир-2» и «Мир-3» показывали, что в результате убыстряющегося научно-технического прогресса, ускоряющегося роста населения, увеличения объема потребления природных ресурсов, загрязнения окружающей природной среды и уничтожения многих природных компонентов к середине XXI века на планете может произойти глобальная экологическая катастрофа, включая голод, войны, сокращение численности населения. Для предотвращения такой ситуации указанные авторы предложили концепцию «нулевого роста», согласно которой необходимо стабилизировать численность населения, приостановить рост промышленного производства, развивать сельское хозяйство, применять «зеленые» технологии и методы энерго- и ресурсосбережения.

Интересно отметить, что в 2008 году Г. Тёрнер проверил предположения Д.Л. Медоуза и его соавторов [77], подтвердив их адекватность сложившейся на сегодня ситуации в артебиосфере реальными данными за прошедшие между публикациями указанных авторов 30 лет.

Одновременно российский ученый и философ Н.Н. Моисеев также заявил о надвигающихся проблемах коллапса природопотребляющей цивилизации. При этом он обращал внимание человечества на рост природных катастроф, уменьшение биологического разнообразия, на необходимость бережного отношения к природным ресурсам, математически показав возможные последствия антропогенных воздействий на природные объекты [78]. Эта ситуация была рассмотрена и правительствами большинства стран мира, которые в рамках Организации Объединенных Наций способствовали созданию Международной комиссии по окружающей среде и развитию под руководством Г.Х. Брунтланд [79], а также провели целый ряд всемирных конференций по окружающей среде и развитию.

Учебный процесс подготовки экологов в данную эпоху был направлен на понимание трех основных правил достижения устойчивого развития, а именно:

1) ограничение потребностей человечества в использовании природных ресурсов;



2) применение новых экологоориентированных «зеленых» технологий, наносящих минимальный вред окружающей среде;

3) разработка инновационных методов борьбы с остаточным загрязнением окружающей среды и технологий восстановления на рушенных природных территориях.

Теперь необходимо рассмотреть возможные особенности экологенеза в **шестую эпоху**, которая только наступает.

Здесь мы считаем необходимым ввести новую стадию развития объекта экологического познания, который до этого прошел цепочку «организм → биоценоз → экосистема → биосфера → техносфера → артебиосфера», а именно стадию «эксартисфера» (от греческого слова «ἐξάρτη» – «компоненты», под которыми мы предлагаем подразумевать новые техногенные компоненты, появляющиеся сегодня, «врастающие» в биосферу и являющиеся источниками ранее неизвестных воздействий на окружающую природную среду).

Эта новая стадия, по нашему мнению, характеризуется следующими признаками:

1) появление на планете новой группы техногенных экологических воздействий и компонентов;

2) глобализация мировой экономики, которая оказывает влияние и на состояние окружающей природной среды;

3) все усиливающаяся реакция окружающей среды, ответная по отношению к глобальным технологическим воздействиям.

Первый из названных признаков характеризуется тем, что к настоящему времени деятельность эксартисферы, связанная с добычей природных ресурсов и производством продуктов, оказывает настолько большое влияние на окружающую среду, что можно говорить о появлении новой группы воздействий – *техногенных экологических воздействий*, которые отличны от абиотических и биотических экологических факторов.

С точки зрения экономической науки техногенные воздействия являются одним из продуктов техногенной деятельности человека, к которой можно отнести производство товаров и услуг, их потребление, рыночный обмен, происходящие внутри эксартисферы. При этом происходит процесс экономической глобализации эксартисферы, когда в результате все продолжающегося техногене-

за природо-промышленные системы и техноценозы объединяются не только в пределах одной страны, но и в региональных и мировых масштабах, на практике реализуясь через систему мирового разделения труда и глобальной экономики и вызывая глобализацию техногенных воздействий. Одновременно можно говорить и о подчиненности техносферных элементов и явлений законам экономической цикличности.

С другой стороны, живое вещество биосферы, как отмечал еще академик В.И. Вернадский, продолжает быть геохимической силой и оказывать громадное воздействие не только на окружающую природную среду, но и на собственно саму эксартисферу.

Соответственно, основываясь на положениях экономической теории и теории производства, мы предлагаем процесс функционирования современной эксартисферы представить так, как показано на рис. 2.

Выделенные нами выше признаки позволяют провести детерминирование современной эксартисферы как *глобальной пространственно-временной системы, характеризующейся появлением на планете новой группы техногенных экологических воздействий (нанозагрязнения, информационно-компьютерное воздействие и т.д.), возникающих в процессе функционирования и глобализации мировой экономики, и все усиливающейся реакцией окружающей среды, ответной по отношению к новым глобальным техногенным воздействиям.*

Ключевыми компонентами эксартисферы, которые, по нашему мнению, должны стать основами для построения содержания экологического образования в шестую эпоху экологенеза, мы предлагаем считать:

1) *артебиосферу*, включающую:

а) компоненты сферы производства, к которым относятся:

– объекты общественного потребления, являющиеся источниками выделения загрязняющих веществ, энергии и других факторов воздействия на окружающую среду (жилой сектор, транспорт, торговые и обслуживающие организации, военные торговые и обслуживающие организации, армия, государственное, общественное и частное управление, коммунальные системы, их рабочие и общественные коллективы, граждане и т.д.);

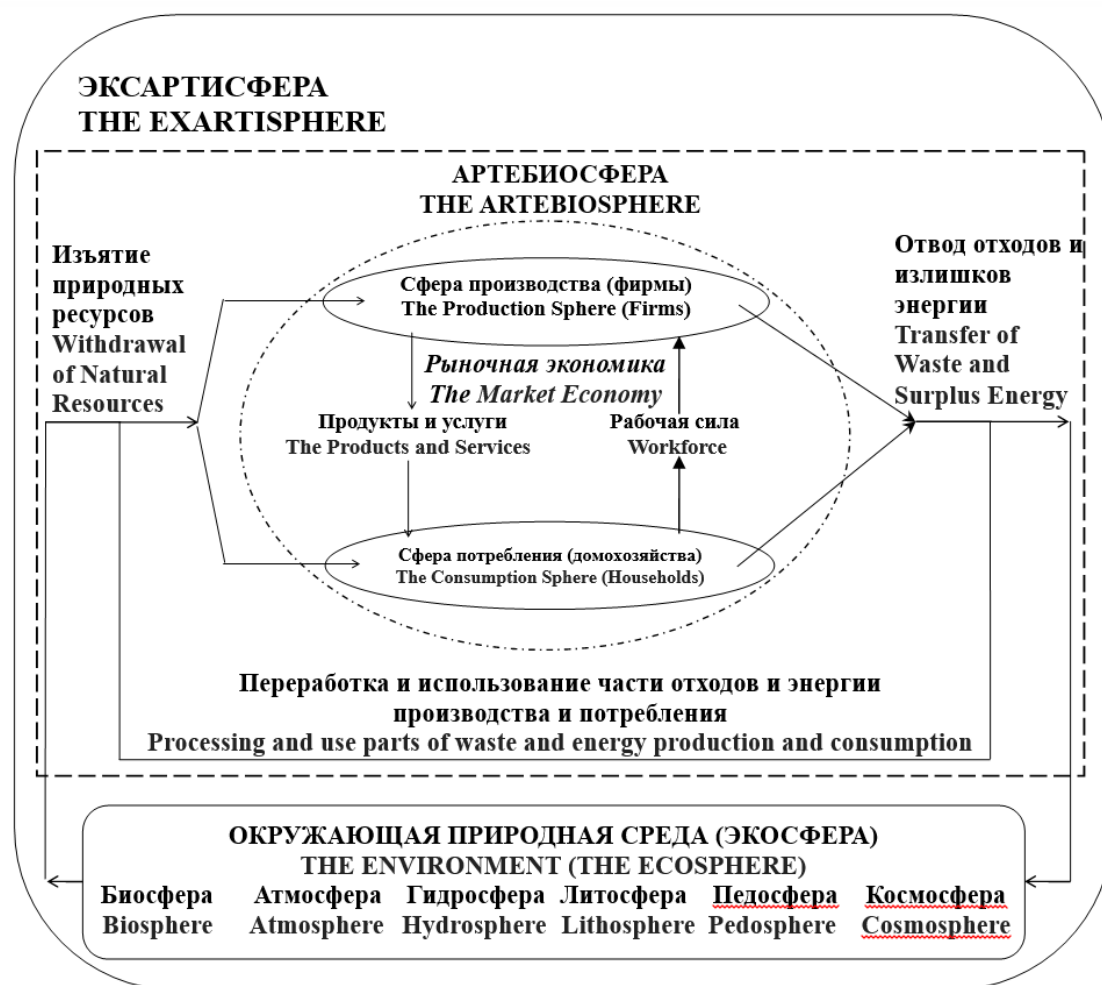


Рис 2. Структура эксартисферы
Fig. 2. Structure of Exartisphere

– объекты хозяйственного производства, являющиеся источниками выделения загрязняющих веществ, энергии и других факторов воздействия на окружающую среду (предприятия промышленности и сельского хозяйства, технологические аппараты, отдельные процессы, производства и территории в целом, архитектурно-строительные предприятия, вокзалы, аэродромы, электростанции, военно-промышленные предприятия и прочие, их рабочие коллективы и т.д.);

– объекты защиты окружающей среды (очистные сооружения, аппараты, эколого-технологические линии, цеха, энергосистемы, природоохранные организации, структуры ликвидации чрезвычайных ситуаций, их рабочие коллективы, системы регулирования сбросов и выбросов загрязняющих веществ, системы размещения, переработки или захоронения отходов, включая средства и методы мониторинга и контроля воздействия на

окружающую среду, оборудование и технология для очистки вредных производственных выбросов в атмосферу и сточные воды, системы энергосбережения и снижения энергетических воздействий на окружающую среду, утилизации и переработки отходов промышленных предприятий, организационно-технические мероприятия по повышению экологической безопасности промышленных производств);

б) внутренние и внешние связи между компонентами артебиосферы:

– потоки потребительских запросов общества, адресованных объектам промышленного производства;

– потоки первичных природных ресурсов, идущих на общественные, промышленные и эколого-технологические нужды;

– потоки промышленных потребительских продуктов;



– потоки перерабатываемых и неперерабатываемых общественных и промышленных отходов (вредных загрязнений, примесей);

– потоки запросов, ресурсов, вторичных ресурсов, продуктов и отходов (потоки запросов, ресурсов, продуктов и отходов к объектам защиты окружающей среды, потоки ресурсов, продуктов и отходов с очистных сооружений);

2) *экосферу*, включающую:

а) компоненты окружающей природной среды, а именно, популяции, синусии, консорции, парцеллы;

б) природные связи, к которым можно отнести связи «хищник-жертва», связи внут-

ри экологических пирамид, демографические связи внутри популяций организмов и т.д.

В составе экосферы существуют аналогии компонентов и связей подсистем артебиосферы с аналогичными функциями, но уже по отношению к компонентам окружающей природной среды. Однако, для инженера-эколога, по нашему мнению, в шестую эпоху экологенеза главным становится изучение компонентов артебиосферы в текущей или будущей стадии развития эксартисферы, как определяющих экологическую обстановку и степень антропогенного влияния человека на окружающую природную среду.

ВЫВОДЫ

Таким образом, нами выделены эпохи экологенеза, отражающие изменение экологической мысли в течение предыдущего исторического периода.

Проведенный по результатам такой авторской периодизации анализ всех эпох развития экологического знания позволяет нам выделить несколько специфических особенностей экологенеза.

Первая особенность состоит в том, что в течение столетий происходило качественное изменение в понимании объекта экологической науки. От организменных систем ученые перешли к исследованию надорганизменных, экосистемных, биосферных, техносферных и артебиосферных систем. Одновременно росло понимание того, что инженерно-экологические системы являются сложными, открытыми, динамичными объектами с целым комплексом вероятностных характеристик, зависимыми от множества внешних воздействий и внутренних свойств. Итогом такого развития стало понимание окружающей среды как глобального объекта, подверженного воздействию техногенной экономики настолько, что возникают угрозы жизни и сохранения человечества на планете.

Второй особенностью, по нашему мнению, является специфическое развитие методологического аппарата экологического познания. Изменения в понимании все возрастающей сложности объекта экологической науки потребовали соответствующих, порой фундаментальных изменений и в философских подходах к созданию теории, в математических методах, в инструменталь-

ных исследованиях. Экология постепенно превратилась в комплексную междисциплинарную науку, внутри которой выросли и созревают новые плоды познания, такие как биоэкология, геоэкология, экологическая химия, экологическая инженерия и т.д.

Необходимость изучения экологических систем с различных точек зрения во взаимосвязи друг с другом и с окружающей средой предопределило привлечение аппаратов и других наук, таких математика, физика, химия, инженерия и т.д. Сложность инженерно-экологических систем и междисциплинарность экологической науки потребовали развития системного мышления, создания аппарата системного анализа в экологии и методик их практического применения в различных сферах деятельности человека. Создание теории систем, кибернетики, наук о математическом моделировании и применение их в экологии стали здесь ключевым фактором развития подходов и методов изучения экологических систем и повышения уровня междисциплинарности экологии, что, в нашем понимании, можно назвать *третьей специфической особенностью* развития экологической науки.

В настоящее время проблема проектирования содержания высшего инженерно-экологического образования, адекватного требованиям современного мира, как никогда актуальна. Новые глобальные вызовы техногенеза, связанные с уменьшением объема природных ресурсов, ростом населения Земли, загрязнением окружающей среды, с одной стороны, и практически непредсказуемым развитием новых нано-, био-, когни-



тивных и информационных технологий, эффект от реализации которых лишь предсказывается, с другой стороны, требуют совершенно иного взгляда на процесс построения системы инженерно-экологических знаний. Какими должны быть эти знания, на какие вопросы они должны отвечать и какие цели преследовать – это главные проблемы современного инженерно-экологического образования в высшей школе, попытка комплексного анализа которых предпринимается нами в данной работе.

Введение нового класса систем – эксартисферы – как объекта экологических знаний и основы деятельности инженера-эколога позволяет, с одной стороны, отве-

тить на эти вопросы, а, с другой стороны, требует и новых подходов в ее рассмотрении, возможных к использованию как в учебном процессе, так и в профессиональной инженерно-экологической деятельности.

Полученные результаты могут быть рекомендованы к применению на практике, как в целях выделения и сущностного наполнения новых подходов в экологической науке и педагогике ближайшего будущего, так и для пересмотра существующих подходов к проектированию содержания профессиональной подготовки инженера-эколога.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Maas A. (ed.). *Design of Water-Resource System. New Techniques for Relating Economic Objectives, Engineering Analysis and Governmental Planning*. Harvard-Cambridge: Harvard University Press, Cambridge, Mass., 1962, 620 p.
2. Изард У. Методы регионального анализа: введение в науку о регионах / Пер. с англ. В.М. Хомана, Ю.Г.Липеца, С.Н.Татера. М.: Прогресс, 1966. 660 с.
3. Schum S.A. *Thefluvial System*. New York: John Wiley and Sons, Inc., 1977, 320 p.
4. Knight D.W. Dissemination of Information to Practicing Engineers and Researches in the Water Industry // *Journal of the Institution of Water and Environmental Management*, 1987, vol. 1, no. 3, pp. 315-324.
5. Попов Н.С., Алексеев А.А., Кондраков О.В. Проблемы диспетчеризации загрязнений природно-промышленных систем // Программа и тезисы докладов областной научно-технической конференции «Экология – 98 (инженерное и информационное обеспечение экологической безопасности в Тамбовской области)». Тамбов: ТГТУ, 1998. С. 111-114.
6. Попов Н.С., Лузгачева Н.В. Методика построения схемы взаимодействия элементов в природо-промышленных системах // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. 2011. N2. С. 52-63.
7. Немтинов В.А. Информационный анализ и моделирование объектов природно-промышленной системы. М.: Машиностроение-1, 2005. 112 с.
8. Мазур И.И., Молдаванов О.И. Курс инженерной экологии. М.: Высшая школа, 1999. 447 с.
9. Бунтов С.Д., Стурман В.И., Туганаев В.В. Экологическое образование в Удмуртском государственном университете // Материалы международной научной конференции «Международное образование, ноосферология и устойчивое развитие», Тамбов, 5-6 июня 2008. Тамбов: ООО Изд-во «Юлис», 2008. С. 45-58.
10. Артюхов В.С., Мартынов А.С. Закономерности, системные аналоги и теоретические основы мониторинга глобального кризиса, свидетелями и участниками которого мы являемся. М.: ЗАО «ИНТЕРФАКС», 2015. 75 с.
11. Махабхарата. Рамаьяна / пер. С. Липкина, О. Волковой, Б. Захарьина, В. Потаповой. М.: Художественная литература, 1974. 607 с.
12. Aristotle. *History of Animals* / transl. by D'Arcy Thompson. J. Barnes (ed.) // *The Complete Works of Aristotle*. Princeton: Princeton University Press, 1984, vol. 1, pp. 774-993.
13. Аристотель. История животных / пер. В.П. Карпова; под ред. Б.А. Старостина. М.: РГГУ, 1996. 528 с.
14. Aldrovandi U. *De animalibus insectis libri septem*. Francofurti, 1618, x, 299 [22] p.
15. Gesneri C. medici Tigurini. *Histriae animalivm*. Tigvri: Apvd Christ. Froschovervm, anno MDLI[-MDLXXXVII] [1551-1587], libri I: [40], 1104, [12] p.; libri II: [8], 110, [4], 2-27, [1] p.; libri III: [36], 779, [1] p.; libri IIII: [40], 1052, 38, [3] p.; libri V: [6], 85, [1]; 11 [1].
16. Феофраст. Исследование о растениях / АН СССР; пер. с др.-греч. и примеч. М.Е. Сергеевко; ред. акад. И.И. Толстого и чл.-корр. АН СССР Б.К. Шишкина; послесловие – Б.К. Шишкин; «Исследование о растениях» Феофраста – А.Н. Криштофович; Феофраст и его ботанические сочинения – М.Е. Сергеевко. М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1951. 589 с.
17. Pliny the Elder. *The Natural History* / Tr., with copious notes and illustrations, by the late Jh. Bostock and H.T. Riley. London: Henry G. Bohn, MDCCCLV-MDCCCLVII [1855-1857], 6 vols. Available at: <http://www.perseus.tufts.edu/hopper/text?doc=Plin.+Nat.+t oc.> (accessed 01.11.2015).
18. Brunfels O., M. Herr, H. Weiditz. *Herbarum vivae eicones ad naturae imitationem summa cum diligentia et artificio effigiatae*. Strassburg: Argentorati : apud Ioannem Schottum librarium, 1532-1536, vol. I-III, [8], 266, [64]; 90, 199, [5]; 240, [4] p.
19. Bock H., Sebizium M. *Kreutterbuch, darin Under-scheidt, Nammen und Würckung der Kreütter, Stauden,*



- Hecken und Bäumen, mit ihren Früchten, so in Deutschen Landen wachsen. Strassburg, 1550, xxxvi, 470 p.
20. Dodoens R. *Cruydeboek: in den welcken die gheheele historie, dat es tgheslacht, tfatsoen, naem, natuere, cracht ende werckinghe van den cruyden, niet alleen hier te lande wassende, maer oock van den anderen vremden in der medecijnen oorboorlijck*. Antverpia: Jan van der Loe, 1554, [884] p.
21. Cæsalpinus A. *De plantis libri XVI*. Florence, 1583, 621 p.
22. Raii J. *Synopsis methodica avium & piscium: opus posthumum, etc*, vol. 1: Avium. Londini: Impensis Gulielmi Innys, 1713, vi, 198 p.
23. Raii J. *Synopsis methodica avium & piscium: opus posthumum, etc*, vol. 2: Piscium. Londini: Impensis Gulielmi Innys, 1713, xx, 166 p.
24. Linnæus C. *Systema naturæ sive regna tria naturæ systematice proposita per classes, ordines, genera & species*. Lugduni Batavorum: apud Theodorum Haak, 1735, 12 p.
25. Biberg I.J. *Oeconomia Naturæ // In: Linnæus C. Amoenitates Academicæ, seu Dissertationes Variæ Physicæ, Medicæ, Botanicæ, Holmiæ*. Laurentium Salvium, 1751, vol. 2, pp. 1–58.
26. Hanov M.Ch. *Philosophia naturalis sive physica dogmatica*. vol. 3. *Geologia, biologia, phytologia generalis et dendrologia*. Halle: Nachdr. der Ausg., 1766, viii, 806 p.
27. Lamarck J.B.P.A., de Monet, de. *Hydrogéologie, ou, Recherches sur l'influence qu'ont les eaux sur la surface du globe terrestre: sur les causes de l'existence du bassin des mers, de son déplacement et de son transport successif sur les différens points de la surface de ce globe: enfin sur les changemens que les corps vivans exercent sur la nature et l'état de cette surface*. Paris: Chez l'auteur au Muséum d'histoire naturelle, 1802, 268 p.
28. Treviranus G.R. *Biologie, oder Philosophie der lebenden Natur für Naturforscher und Aerzte*. Göttingen: Röwer, 1802–1822, 6 bde.
29. Boyle R. *Some Considerations Touching the Usefulness Of Experimental Natural Philosophy*. Oxford: Hall; Davis, 1664, pt. 2, 416 p.
30. Zimmermann E.A.W., von. *Specimen zoologiae geographicæ, quadrupedum domicilia et migrationes sistens*. Lugduni Batavorum [Leiden]: Theodorum Haak et socios, 1777, xxiv, 685 p.
31. Leclerc comte de Buffon G.L., Daubenton L.J.M., Guéneau de Montbéliard P., La Cépède M. le comte de, de Seve J.; de Seve J.E.; Buvee; Panckoucke Ch.J.; Plassan P. *Histoire naturelle, générale et particulière*. Paris: De l'imprimerie royale, 1749–1804, v. 1: [6], 612 p.; v. 2: [4], 603, [1] p.; v. 3: [4], 530 p.; v. 4: xvi, 544 p.; v. 5: [4], 311, [1] p.; v. 6: vi, [2], 344 p.; v. 7: [6], 378, [2] p.; v. 8: [6], 402, [2] p.; v. 9: [6], 375, [1] p.; v. 10: [6], 368, [2] p.; v. 11: [4], 450, [2] p.; v. 12: [2], xvi, [4], 451, [1] p.; v. 13: [6], xx, 441, [3] p.; v. 14: [6], 411, [1] p.; v. 15: [6], 207, [1], cccxxiv, [2] p.; v. 16: [8], xxiv, 496 p.; v. 17: [10], 560 p.; v. 18: [4], iv, [12], 502, xcvi, [2] p.; v. 19: xvi, 590, xxviii p.; v. 20: xv, [1], 546, xxviii p.; v. 21: [2], xvi, 702, [2] p.; v. 22: [4], xvi, 554, xcvi p.; v. 23: [4], viii, 498, xlii p.; v. 24: viii, 438, xxx, 284 p.; v. 25: [4], 557, [1], xl p.; v. 26: [4], 602, xxvi p.; v. 27: [6], 636, xix, [1] p.; v. 28: [6], 448, xxxix, [1] p.; v. 29: vii, [1], 368 p.; v. 30: 651, [1] p.; v. 31: [4], 8, [1], 6–19, [1], 527, [1] p.; v. 32: [4], cxlvii, 8, 532 p.; v. 33: [4], lxiv, 632 p.; v. 34: [4], 16, lxvi, 558 p.; v. 35: xlv, 728 p.; v. 36: lxviii, 803 p.; v. 37: xlv, 329 p.
32. *Essai sur la géographie des plantes: accompagné d'un tableau physique des régions équinoxiales, fondé sur des mesures exécutées, depuis le dixième degré de latitude boréale jusqu'au dixième degré de latitude australe, pendant les années 1799, 1800, 1801, 1802 et 1803 / par Al. de Humboldt et A. Bonpland; rédigée par Al. de Humboldt*. Paris: Chez Levrault, Schoell et Compagnie, Libraires, 1805, 155 (156) p.
33. Gloger C.L. *Das Abändern der Vögel durch Einfluss des Klima's: nach zoologischen, zunächst von den europäischen Landvögeln entnommenen Beobachtungen dargestellt, mit den entsprechenden Erfahrungen bei den europäischen Säugthieren verglichen, und durch Thatsachen aus dem Gebiete der Physiologie, der Physik und der physischen Geographie erläutert*. Breslau: In Commission bei August Schulz, 1833, xxxii, 159 p.
34. Емельянов В.В. Древний Шумер. Очерки культуры. СПб.: «Петербургское Востоковедение», 2001. 368 с.
35. Leclerc comte de Buffon G.L. *Mémoire sur la conservation et le rétablissement des forêts // Mémoires*, 1739, no. 90, pp. 140–156.
36. Leclerc comte de Buffon G.L. *Mémoire sur la culture des forêts // Mémoires*, 1742, no. 95, pp. 233–246.
37. Malthus T.R. *An Essay on the Principle of Population, as It Affects the Future Improvement of Society, with Remarks on the Speculations of Mr. Godwin, M. Condorcet, and Other Writers*. 1st ed. London: J. Johnson in St Paul's Church-yard, 1798, v, [x], 396 p.
38. Mill J. *Elements of Political Economy*. London: Baldwin, Cradock, and Joy, 1821, viii, 235 p.
39. Mill J. *Principles of Political Economy with Some of their Applications to Social Philosophy*. 1 ed. London: John W. Parker; West Strand, 1848, 450 p.
40. Рулье К.Ф. Жизнь животных по отношению к внешним условиям: три публичные лекции, читанные ординарным профессором К. Рулье в 1851 г. М.: Моск. ун-т, 1852. 121 с.
41. Möbius K.A. *Die Auster und die Austernwirtschaft*. Berlin: Verlag von Wiegandt, Hempel & Parey, 1877, 126 p.
42. Forbes S.A. The lake as a microcosm // *Bull. Sci. Assoc. Peoria, Illinois*, 1887, pp. 77–87.
43. Tansley A.G. The use and abuse of vegetational terms and concepts // *Ecology*, 1935, no. 16 (3), pp. 284–307.
44. Сукачев В.Н. Биогеоценология и фитоценология // Доклады Академии наук СССР. 1945. Т. 47, N6. С. 447–449.
45. Докучаев В.В. К учению о зонах природы: горизонтальные и вертикальные почвенные зоны. СПб.: Тип. СПб. градоначальства, 1899. 28 с.
46. Докучаев В.В. Почвоведение // Земский сборник Черниговской губернии. 1900. N8. С. 101–165.
47. Verhulst P.F. Notice sur la loi que la population poursuit dans son accroissement // *Correspondance mathématique et physique*, 1838, no. 10, pp. 113–121.



48. Verhulst P.F. Recherches Mathématiques sur La Loi D'Accroissement de la Population // *Nouveaux Mémoires de l'Académie Royale des Sciences et Belles-Lettres de Bruxelles*, 1845, no. 18, art. 1, pp. 1-45.
49. Wallace A.R. On the Tendency of Varieties to Depart Indefinitely From the Original Type // *Journal of the Proceedings of the Linnean Society: Zoology*. 1858, no. 3(9), pp. 53-62 (45-62).
50. Darwin C.R. *On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*. London: John Murray, 1859, ix, [1], 502, 32 p., [1] folded leaf of plates.
51. Haeckel E. *Allgemeine Anatomie der Organismen: kritische Grundzüge der mechanischen Wissenschaft von den entwickelten Formen der Organismen, begründet durch die Descendenz-Theorie*. Berlin: Verlag von G. Reimer, 1866, bd. 1: xxxii, 574 p.; bd. 2: clx, 462 p.
52. Menger C. *Grundsätze der Volkswirtschaftslehre / Erster, allgemeiner Teil*. Wien: Wilhelm Braumüller, K.K. Hof-Und Universitätsbuchhändler, 1871, 287 p.
53. Seuss E. *Die Entstehung Der Alpen*. Wien: W. Braunmuller, 1875, iv, 168 p.
54. Вернадский В.И. Биосфера: Избранные труды по биогеохимии / ред., вступ. ст. А.И. Перельмана. М.: Мысль, 1967. 376 с.
55. Омаров А.М. Техника и человек. Социально-экономические проблемы технического прогресса. М.: Политиздат, 1965. 270 [2] с.
56. Епископов Г.Л. Техника и социология. М.: Высшая школа, 1967. 288 с.
57. Мелешенко Ю.С. Техника и закономерности ее развития. Л.: Лениздат, 1970. 248 с.
58. Анисимов К.П. Человек и техника: современные проблемы. М.: Наука, 1995. 249 с.
59. Кочергин А.Н. Техносфера и общество: проблема взаимодействия // Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. 2011. N166. С. 32-39.
60. Hofstetter P. *Perspectives in life cycle impact assessment: a structured approach to combine models of the technosphere, ecosphere, and valuesphere*. Boston, Mass., Kluwer Academic Publ., 1998, xix, 484 p.
61. Argüelles J. *Time and the technosphere: the law of time in human affairs*. Rochester, Vt.: Bear & Co., 2002, xx, 259 p.
62. Попкова Н.В. Методология философского анализа техносферы // Вестник Тамбовского государственного технического университета. 2005. Т. 11. N3. С. 819-820.
63. Шитов С.Б., Илюхин Ю.В., Гришина Т.Г. Тенденции развития современной науки и техносферы как философская проблема // Alma mater (Вестник высшей школы). 2014. N4. С. 13-15.
64. Lindeman R.L. The trophic-dynamic aspect of ecology // *Ecology*, 1942, no. 23, pp. 399-418.
65. Hubbert M.K. Nuclear Energy and the Fossil Fuels // *Sprig Meeting of the Southern District Division of Production American Petroleum Institute*, Plaza Hotel, San Antonio, Texas, March 7-8-9, 1956. Publication No. 95. Houston: Shell Development Company. Exploration and Production Research Division, 1956, xvii, 40 p.
66. Bentley R.W. Global oil & gas depletion: an overview // *Energy Policy*, 2002, no. 30, pp. 189-205.
67. Hirsch R.L., Bezdek R., Wending R. *Peaking of World Oil Production: Impacts, Mitigation, & Risk Management*. Southwest Washington D.C.: Science Applications International Corporation / U.S. Department of Energy, National Energy Technology Laboratory, 2005. 91 p.
68. Holdren J. Population and the energy problem // *Population and Environment: A Journal of Interdisciplinary Studies*, 1991, vol.12, no. 3, pp. 231-255.
69. Капица С.П. Общая теория роста человечества: Сколько людей жило, живет и будет жить на Земле. М.: Наука, 1999. 189 с.
70. Вассоевич Н.Б., Иванов А.Н. О биосфере и мегабиосфере // Журнал общей биологии. 1983. Т. 44. N3. С. 291-303.
71. Forrester J.W. *World Dynamics*. Cambridge, Mass.: Wright-Allen Press, 1971, 142 p.
72. Форрестер Д. Мировая динамика. М.: АСТ, 2006. 384 с.
73. Meadows D.H., Meadows D.L., Randers J., Behrens III W.W. *The Limits to Growth: a Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind*. 5th printing. New York: Universe Books, 1972, 205 p.
74. Meadows D.H., Meadows D.L., Randers J. *Beyond the Limits: Global Collapse or a Sustainable Future*. London: Earthscan Publications Ltd., 1992, xix, 300 p.
75. Meadows D.H., Meadows D.L., Randers J. *Limits to Growth: The 30-Year Update*. White River Junction, Vermont: Chelsea Green Publishing Co., 2004, xxii, 338 p.
76. Meadows D.L. Evaluating Past Forecasts: Reflections on One Critique of the Limits to Growth. In: Constanza R., Grqmlich L. and Steffen W. (eds.). *Sustainable or Collapse? An Integrated History and Future of People on Earth*. Cambridge, MA: MIT Press, 2007, pp. 399-415.
77. Turner G.A. *Comparison of 'The Limits to Growth' with Thirty Years of Reality / Socio-Economics and the Environmental in Discussion*. CSIRO Working Paper Series 2008-09. Canberra: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO), 2008, iii, 49 p.
78. Моисеев Н.Н., Александров В.В., Тарко А.М. Человек и биосфера: Опыт системного анализа и эксперименты с моделями. М.: Наука, 1985. 271 с.
79. Доклад Международной комиссии по окружающей среде и развитию «Наше общее будущее» / пер. под ред. С.А. Евтеева и Р.А. Перелета. М.: Прогресс, 1989. 376 с.



REFERENCES

1. Maas A. (ed.). *Design of Water-Resource System. New Techniques for Relating Economic Objectives, Engineering Analysis and Governmental Planning*. Harvard-Cambridge: Harvard University Press, Cambridge, Mass., 1962, 620 p.
2. Izard U. *Metody regional'nogo analiza: vvedenie v nauku o regionakh* [Methods of regional analysis: an introduction to the science of regions]. Russ. ed.: V.M. Homan, Yu.G. Lipets, S.N. Tager. Moscow, Progress Publ., 1966. 660 p. (in Russian)
3. Schum S.A. *Thefluvial System*. New York: John Wiley and Sons, Inc., 1977. 320 p.
4. Knight D.W. Dissemination of Information to Practicing Engineers and Researches in the Water Industry. *Journal of the Institution of Water and Environmental Management*, 1987, vol. 1, no. 3, pp. 315-324.
5. Popov N.S., Alekseev A.A., Kondrakov O.V. *Problemy dispetcherizatsii zagryaznenii prirodno-promyshlennykh sistem* [Problems dispatching of pollution of natural and industrial systems]. *Programma i tezisy dokladov oblastnoi nauchno-tekhnicheskoi konferentsii «Ekologiya – 98 (inzhenernoe i informatsionnoe obespechenie ekologicheskoi bezopasnosti v Tambovskoi oblasti)»* [Program and abstracts of the regional scientific and technical conference «Ecology – 98 (engineering and informational provision of ecological safety in the Tambov region)»]. Tambov, Tambov State Technical University Publ., 1998. pp. 111-114. (in Russian)
6. Popov N.S., Luzgacheva N.V. Methodology for constructing the scheme of interaction of elements in natural and industrial systems. *Voprosy sovremennoi nauki i praktiki. Universitet im. V.I. Vernadskogo* [Problems of contemporary science and practice. University V.I. Vernadsky]. 2011, no. 2, pp. 52-63. (in Russian)
7. Nemtinov V.A. *Informatsionnyi analiz i modelirovanie ob"ektov prirodno-promyshlennoi sistemy* [Information analysis and modeling of natural and industrial systems]. Moscow, Mashinostroenie-1 Publ., 2005. 112 p. (in Russian)
8. Mazur I.I., Moldavanov O.I. *Kurs inzhenernoi ekologii* [The course of environmental engineering]. Moscow, Vysshaya Shkola Publ., 1999. 447 p. (in Russian)
9. Buntov S.D., Sturman V.I., Tuganaev V.V. *Ekologicheskoe obrazovanie v Udmurtskom gosudarstvennom universitete* [Environmental education in Udmurt State University]. *Materialy mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii «Mezhdunarodnoe obrazovanie, noosferologiya i ustoichivoe razvitie»*, Tambov, 5-6 iyunya 2008 g. [Proceedings of the international scientific conference "International education, noospherology and sustainable development", Moscow, 5-6 June, 2008]. Tambov, Ulis Publ., 2008. pp. 45-58. (in Russian)
10. Artyuhov V.S., Martynov A.S. *Zakonomernosti, sistemnye analogi i teoreticheskie osnovy monitoringa global'nogo krizisa, svidetelyami i uchastnikami kotorogo my yavlyаемся* [Laws, system analogs, and theoretical bases of monitoring of the global crisis, witnesses and participants of which we are]. Moscow, INTERFAKS Publ., 2015. 75 p. (in Russian)
11. *Mahabharata. Ramayana* [Mahabharata. Ramayana]. Russ. ed.: S. Lipkin, O. Volkova, B. Zakharyin, V. Potapova. Moscow, Khudozhestvennaya literatura Publ., 1974. 607 p. (in Russian)
12. Aristotle. *History of Animals*. transl. by D'Arcy Thompson. J. Barnes (ed.). *The Complete Works of Aristotle*. Princeton: Princeton University Press, 1984, vol. 1, pp. 774-993.
13. Aristotel'. *Istoriya zhivotnykh* [The history of animals]. Russ. ed.: V.P. Karpov; ed. B.A. Starostin. Moscow, Russian State University of Humanities Publ., 1996. 528 p. (in Russian)
14. Aldrovandi U. *De animalibus insectis libri septem*. Francofurti, 1618, x, 299 [22] p.
15. Gesneri C. medici Tigurini. *Histriae animalium*. Tigvri: Apvd Christ. Froschovervm, anno MDLI[-MDLXXXVII] [1551-1587], libri I: [40], 1104, [12] p.; libri II: [8], 110, [4], 2-27, [1] p.; libri III: [36], 779, [1] p.; libri IIII: [40], 1052, 38, [3] p.; libri V: [6], 85, [1]; 11 [1].
16. Feofrast. *Issledovanie o rasteniyakh* [Study about plants]. Academy of Sciences of the USSR, Greek ed. and comment. Sergeenko M.E.; ed. Acad. I.I. Tolstoy and Prof. interviewer Academy of Sciences of the USSR B.K. Shishkin; afterword by B.K. Shishkin; "Study of plants" Teofrast – A.N. Krishtofovich; Teofrast and his Botanical works – M.E. Sergeenko. Moscow – Leningrad, Academy of Sciences of the USSR Publ., 1951. 589 p. (in Russian)
17. Pliny the Elder. *The Natural History* / Tr., with copious notes and illustrations, by the late Jh. Bostock and H.T. Riley. London: Henry G. Bohn, MDCCCLV-MDCCCLVII [1855-1857], 6 vols. Available at: <http://www.perseus.tufts.edu/hopper/text?doc=Plin.+Nat.+t.oc>. (accessed 01.11.2015).
18. Brunfels O., M. Herr, H. Weiditz. *Herbarum vivae eicones ad naturae imitationem summa cum diligentia et artificio effigatae*. Strassburg: Argentorati : apud Ioannem Schottum librarium, 1532-1536, vol. I-III, [8], 266, [64]; 90, 199, [5]; 240, [4] p.
19. Bock H., Sebizium M. *Kreutterbuch, darin Unterscheidt, Nammen und Würckung der Kreütter, Stauden, Hecken und Bäumen, mit ihren Früchten, so in Teutschen Landen wachsen*. Strassburg, 1550, xxxvi, 470 p.
20. Dodoens R. *Cruydeboeck: in den welcken die gheheel historie, dat es tgheslacht, tfatsoen, naem, natuere, cracht ende werckinghe van den cruyden, niet alleen hier te lande wassende, maer oock van den anderen vremden in der medecijnen oorboorlijck*. Antverpia: Jan van der Loe, 1554, [884] p.
21. Cæsalpinus A. *De plantis libri XVI*. Florence, 1583, 621 p.
22. Raii J. *Synopsis methodica avium & piscium: opus posthumum, etc.*, vol. 1: Avium. Londini: Impensis Gulielmi Innys, 1713, vi, 198 p.
23. Raii J. *Synopsis methodica avium & piscium: opus posthumum, etc.*, vol. 2: Piscium. Londini: Impensis Gulielmi Innys, 1713, xx, 166 p.
24. Linnæus C. *Systema naturæ sive regna tria naturæ systematice proposita per classes, ordines, genera & species*. Lugduni Batavorum: apud Theodorum Haak, 1735, 12 p.
25. Biberg I.J. *Oeconomia Naturæ*. In: Linnæus C.



- Amoenitates Academicæ, seu Dissertationes Variæ Physicæ, Medicæ, Botanicæ, Holmiæ.* Laurentium Salvium, 1751, vol. 2, pp. 1-58.
26. Hanov M.Ch. *Philosophia naturalis sive physica dogmatica.* T. 3. Geologia, biologia, phytologia generalis et dendrologia. Halle: Nachdr. der Ausg., 1766, viii, 806 p.
27. Lamarck J.B.P.A., de Monet, de. *Hydrogéologie, ou, Recherches sur l'influence qu'ont les eaux sur la surface du globe terrestre : sur les causes de l'existence du bassin des mers, de son déplacement et de son transport successif sur les différens points de la surface de ce globe : enfin sur les changemens que les corps vivans exercent sur la nature et l'état de cette surface.* Paris: Chez l'auteur au Muséum d'histoire naturelle, 1802, 268 p.
28. Treviranus G.R. *Biologie, oder Philosophie der lebenden Natur für Naturforscher und Aerzte.* Göttingen: Röwer, 1802–1822, 6 bde.
29. Boyle R. *Some Considerations Touching the Usefulness Of Experimental Natural Philosophy.* Oxford: Hall; Davis, 1664, pt. 2, 416 p.
30. Zimmermann E.A.W., von. *Specimen zoologiae geographicæ, quadrupedum domicilia et migrationes sistens.* Lugduni Batavorum [Leiden]: Theodorum Haak et socios, 1777, xxiv, 685 p.
31. Leclerc comte de Buffon G.L., Daubenton L.J.M., Guéneau de Montbelliard P., La Cépède M. le comte de, de Seve J.; de Seve J.E.; Buvee; Panckoucke Ch.J.; Plassan P. *Histoire naturelle, générale et particulière.* Paris: De l'imprimerie royale, 1749–1804, v. 1: [6], 612 p.; v. 2: [4], 603, [1] p.; v. 3: [4], 530 p.; v. 4: xvi, 544 p.; v. 5: [4], 311, [1] p.; v. 6: vi, [2], 344 p.; v. 7: [6], 378, [2] p.; v. 8: [6], 402, [2] p.; v. 9: [6], 375, [1] p.; v. 10: [6], 368, [2] p.; v. 11: [4], 450, [2] p.; v. 12: [2], xvi, [4], 451, [1] p.; v. 13: [6], xx, 441, [3] p.; v. 14: [6], 411, [1] p.; v. 15: [6], 207, [1], cccxiv, [2] p.; v. 16: [8], xxiv, 496 p.; v. 17: [10], 560 p.; v. 18: [4], iv, [12], 502, xcvi, [2] p.; v. 19: xvi, 590, xxviii p.; v. 20: xv, [1], 546, xxviii p.; v. 21: [2], xvi, 702, [2] p.; v. 22: [4], xvi, 554, xcvi p.; v. 23: [4], viii, 498, xlii p.; v. 24: viii, 438, xxx, 284 p.; v. 25: [4], 557, [1], xl p.; v. 26: [4], 602, xxvi p.; v. 27: [6], 636, xix, [1] p.; v. 28: [6], 448, xxxix, [1] p.; v. 29: vii, [1], 368 p.; v. 30: 651, [1] p.; v. 31: [4], 8, [1], 6-19, [1], 527, [1] p.; v. 32: [4], cxlvii, 8, 532 p.; v. 33: [4], lxiv, 632 p.; v. 34: [4], 16, lxvi, 558 p.; v. 35: xlv, 728 p.; v. 36: lxxiii, 803 p.; v. 37: xlv, 329 p.
32. *Essai sur la géographie des plantes: accompagné d'un tableau physique des régions équinoxiales, fondé sur des mesures exécutées, depuis le dixième degré de latitude boréale jusqu'au dixième degré de latitude australe, pendant les années 1799, 1800, 1801, 1802 et 1803 / par Al. de Humboldt et A. Bonpland; rédigée par Al. de Humboldt.* Paris: Chez Levrault, Schoell et Compagnie, Libraires, 1805, 155 (156) p.
33. Gloger C.L. *Das Abändern der Vögel durch Einfluss des Klima's: nach zoologischen, zunächst von den europäischen Landvögeln entnommenen Beobachtungen dargestellt, mit den entsprechenden Erfahrungen bei den europäischen Säugethieren verglichen, und durch Thatsachen aus dem Gebiete der Physiologie, der Physik und der physischen Geographie erläutert.* Breslau: In Commission bei August Schulz, 1833, xxxii, 159 p.
34. Emel'yanov V.V. *Drevnii Shumer. Ocherki kul'tury* [Ancient Sumer. Essays on culture]. Sankt-Peterburg, Peterburgskoe Vostokovedenie Publ., 2001. 368 p. (in Russian)
35. Leclerc comte de Buffon G.L. *Mémoire sur la conservation et le rétablissement des forêts. Mémoires,* 1739, no. 90, pp. 140-156.
36. Leclerc comte de Buffon G.L. *Mémoire sur la culture des forêts. Mémoires,* 1742, no. 95, pp. 233-246.
37. Malthus T.R. *An Essay on the Principle of Population, as It Affects the Future Improvement of Society, with Remarks on the Speculations of Mr. Godwin, M. Condorcet, and Other Writers.* 1st ed. London: J. Johnson in St Paul's Church-yard, 1798, v, [x], 396 p.
38. Mill J. *Elements of Political Economy.* London: Baldwin, Cradock, and Joy, 1821, viii, 235 p.
39. Mill J. *Principles of Political Economy with Some of their Applications to Social Philosophy.* 1 ed. London: John W. Parker; West Strand, 1848, 450 p.
40. Rul'e K.F. *Zhizn' zhivotnykh po otnosheniyu k vneshnim usloviyam: tri publichnye lektzii, chitannye ordinarnym professorom K. Rul'e v 1851 g.* [Animal Life in relation to external conditions: three public lectures delivered Professor K. Rul'e in 1851]. Moscow, Moscow University Publ., 1852. 121 p. (in Russian)
41. Möbius K.A. *Die Auster und die Austerwirtschaft.* Berlin: Verlag von Wiegandt, Hempel & Parey, 1877, 126 p.
42. Forbes S.A. The lake as a microcosm. *Bull. Sci. Assoc. Peoria, Illinois,* 1887, pp. 77–87.
43. Tansley A.G. The use and abuse of vegetational terms and concepts. *Ecology,* 1935, no. 16 (3), pp. 284-307.
44. Sukachev V.N. Biogeocenology and phytosociology. *Doklady Akademii nauk SSSR* [Reports of the USSR Academy of Sciences]. 1945, vol. 47, no. 6, pp. 447-449. (in Russian)
45. Dokuchaev V.V. *K ucheniyu o zonakh prirody: gorizontal'nye i vertikal'nye pochvennyye zony* [To the teaching about the zones of nature: horizontal and vertical soil zones]. St. Petersburg, Tipografiya Sankt-Peterburgskogo gradonachal'stva Publ., 1899. 28 p. (in Russian)
46. Dokuchaev V.V. Soil Science. *Zemskii sbornik Chernigovskoi gubernii* [The Zemstvo collection of Chernihiv province]. 1900, no. 8, pp. 101-165. (in Russian)
47. Verhulst P.F. Notice sur la loi que la population poursuit dans son accroissement. *Correspondance-mathématique et physique,* 1838, no. 10, pp. 113-121.
48. Verhulst P.F. *Recherches Mathématiques sur La Loi D'Accroissement de la Population. Nouveaux Mémoires de l'Académie Royale des Sciences et Belles-Lettres de Bruxelles,* 1845, no. 18, art. 1, pp. 1-45.
49. Wallace A.R. On the Tendency of Varieties to Depart Indefinitely From the Original Type. *Journal of the Proceedings of the Linnean Society: Zoology.* 1858, no. 3(9), pp. 53-62 (45-62).
50. Darwin C.R. *On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life.* London: John Murray, 1859, ix, [1], 502, 32 p., [1] folded leaf of plates.
51. Haeckel E. *Allgemeine Anatomie der Organismen: kritische Grundzüge der mechanischen Wissenschaft von*



- den entwickelten Formen der Organismen, begründet durch die Descendenz-Theorie. Berlin: Verlag von G. Reimer, 1866, bd. 1: xxxii, 574 p.; bd. 2: clx, 462 p.
52. Menger C. *Grundsätze der Volkswirtschaftslehre. Erster, allgemeiner Teil.* Wien: Wilhelm Braumüller, K.K. Hof-Und Universitätsbuchhändler, 1871, 287 p.
53. Seuss E. *Die Entstehung Der Alpen.* Wien: W. Braunmuller, 1875, iv, 168 p.
54. Vernadskii V.I. *Biosfera: Izbrannye trudy po biogeohimii* [Biosphere: Selected papers on biogeochemistry]. ed., preface. A.I. Perelman. Moscow, Mysl' Publ., 1967. 376 p. (in Russian)
55. Omarov A.M. *Tekhnika i chelovek. Sotsial'no-ekonomicheskie problemy tekhnicheskogo progressa* [Technology and people. Socio-economic problems of technological progress]. Moscow, Politizdat Publ., 1965. 270 [2] p. (in Russian)
56. Episkoposov G.L. *Tekhnika i sotsiologiya* [Technology and sociology]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 1967. 288 p. (in Russian)
57. Meleshchenko Yu.S. *Tekhnika i zakonomernosti ee razvitiya* [Technique and patterns of development]. Leningrad, Lenizdat Publ., 1970. 248 p. (in Russian)
58. Anisimov K.L. *Chelovek i tehnika: sovremennye problemy* [Man and technology: modern problems]. Moscow, Nauka Publ., 1995. 249 p. (in Russian)
59. Kochergin A.N. Technosphere and society: the problem of interaction. *Nauchnyi vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta grazhdanskoi aviatsii* [Scientific Bulletin of Moscow State Technical University of Civil Aviation]. 2011, no. 166, pp. 32-39. (in Russian)
60. Hofstetter P. *Perspectives in life cycle impact assessment: a structured approach to combine models of the technosphere, ecosphere, and valuesphere.* Boston, Mass., Kluwer Academic Publ., 1998, xix, 484 p.
61. Argüelles J. *Time and the technosphere: the law of time in human affairs.* Rochester, Vt.: Bear & Co., 2002, xx, 259 p.
62. Popkova N.V. The methodology of philosophical analysis of the technosphere. *Vestnik Tambovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* [Bulletin of Tambov State Technical University]. 2005, vol. 11, no. 3, pp. 819-820. (in Russian)
63. Shitov S.B., Ilyuhin Yu.V., Grishina T.G. Tendencies of development of modern science and technosphere as a philosophical problem. *Alma mater (Vestnik vysshei shkoly)* [Alma mater (Bulletin of higher school)]. 2014, no. 4, pp. 13-15. (in Russian)
64. Lindeman R.L. The trophic-dynamic aspect of ecology. *Ecology*, 1942, no. 23, pp. 399-418.
65. Hubbert M.K. Nuclear Energy and the Fossil Fuels. *Sprig Meeting of the Southern District Division of Production American Petroleum Institute*, Plaza Hotel, San Antonio, Texas, March 7-8-9, 1956. Publication No. 95. Houston: Shell Development Company. Exploration and Production Research Division, 1956, xvii, 40 p.
66. Bentley R.W. Global oil & gas depletion: an overview. *Energy Policy*, 2002, no. 30, pp. 189-205.
67. Hirsch R.L., Bezdek R., Wending R. *Peaking of World Oil Production: Impacts, Mitigation, & Risk Management.* Southwest Washington D.C.: Science Applications International Corporation. U.S. Department of Energy, National Energy Technology Laboratory, 2005. 91 p.
68. Holdren J. Population and the energy problem. *Population and Environment: A Journal of Interdisciplinary Studies*, 1991, vol.12, no. 3, pp. 231-255.
69. Kapitsa S.P. *Obshchaya teoriya rosta chelovechestva: Skol'ko lyudei zhilo, zhivet i budet zhit' na Zemle* [The General theory of the growth of humanity: How many people lived, lives and will live on Earth]. Moscow, Nauka Publ., 1999. 189 p. (in Russian)
70. Vassoevich N.B., Ivanov A.N. About biosphere and megabiosphere. *Zhurnal obshchei biologii* [Biology Bulletin Reviews]. 1983, vol. 44, no. 3, pp. 291-303. (in Russian)
71. Forrester J.W. *World Dynamics.* Cambridge, Mass.: Wright-Allen Press, 1971, 142 p.
72. Forrester D. *Mirovaya dinamika* [World Dynamics]. Moscow, AST Publ., 2006, 384 p. (in Russian)
73. Meadows D.H., Meadows D.L., Randers J., Behrens III W.W. *The Limits to Growth: a Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind.* 5th printing. New York: Universe Books, 1972, 205 p.
74. Meadows D.H., Meadows D.L., Randers J. *Beyond the Limits: Global Collapse or a Sustainable Future.* London: Earthscan Publications Ltd., 1992, xix, 300 p.
75. Meadows D.H., Meadows D.L., Randers J. *Limits to Growth: The 30-Year Update.* White River Junction, Vermont: Chelsea Green Publishing Co., 2004, xxii, 338 p.
76. Meadows D.L. Evaluating Past Forecasts: Reflections on One Critique of the Limits to Growth. In: Constanza R., Grqumlich L. and Steffen W. (eds.). *Sustainable or Collapse? An Integrated History and Future of People on Earth.* Cambridge, MA: MIT Press, 2007, pp. 399-415.
77. Turner G.A. *Comparison of 'The Limits to Growth' with Thirty Years of Reality / Socio-Economics and the Environmental in Discussion.* CSIRO Working Paper Series 2008-09. Canberra: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO), 2008, iii, 49 p.
78. Moiseev N.N., Aleksandrov V.V., Tarko A.M. *Chelovek i biosfera: Opyt sistemnogo analiza i eksperimenty s modelyami* [Man and the biosphere: the Experience of system analysis and experiments with models]. Moscow, Nauka Publ., 1985. 271 p. (in Russian)
79. *Doklad Mezhdunarodnoi komissii po okruzhayushchei srede i razvitiyu «Nashe obshchee budushchee»* [The Report of the World Commission on Environment and Development «Our Common Future»]. Russ. eds.: S.A. Evteev and R.A. Perelet (eds.). Moscow, Progress Publ., 1989. 376 p. (in Russian)



СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Принадлежность к организации

Артемию В. Козачек – исполнительный директор Ассоциации «Объединенный университет имени В.И. Вернадского», Почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации, кандидат педагогических наук, доцент, тел. +7(4752) 63-01-77, почтовый адрес: Россия, 392000, Тамбов, ул. Советская, д. 106, оф. 60. E-mail: artem_kozachek@mail.ru

Критерии авторства

Артемию В. Козачек полностью подготовил всю статью и несет ответственность за плагиат.

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 06.11.2015

AUTHOR INFORMATION

Affiliations

Artemiy V. Kozachek - Cand. Sc. (Education), associate professor, executive director of Association United University of V.I. Vernadsky, Honored Worker of Higher Professional Education of the Russian Federation. Postal address: office 60, 106 Sovetskaya st., Tambov, 392000, Russia. E-mail: artem_kozachek@mail.ru

Contribution

Artemiy V. Kozachek is the sole author of the article and responsible for avoiding the plagiarism.

Conflict of interest

The author declares no conflict of interest.

Received 06.11.2015



ЭКОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ

Экология животных / Ecology of Animals

Оригинальная статья / Original article

УДК 597.423:57.086.13

DOI: 10.18470/1992-1098-2016-1-59-68

НОВЫЕ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ КРИОКОНСЕРВАЦИИ РЕПРОДУКТИВНЫХ КЛЕТОК ОСЕТРОВЫХ ВИДОВ РЫБ

¹Елена Н. Пономарева*, ¹Александра А. Красильникова,

²Андрей М. Тихомиров, ¹Ангелина В. Фирсова

¹лаборатория водных биоресурсов и аквакультуры, Южный научный центр
Российской академии наук, Ростов-на-Дону, Россия, kafavb@mail.ru

²научно-исследовательская лаборатория криотехнологии в аквакультуре,
Астраханский государственный технический университет, Астрахань, Россия

Резюме. Цель. Повышение выживаемости репродуктивных клеток осетровых видов рыб при криоконсервации и получение надежной технологии, пригодной для использования в промышленных масштабах. **Методы.** В работе применяли стандартные методы замораживания, оттаивания репродуктивных клеток, оплодотворения и инкубации икры и подращивания личинок осетровых видов рыб. Принципиально новым был криопротективный состав: для сперматозоидов скорректирован состав криозащитной среды (для белуги 3% диметилсульфоксида, для русского осетра 4% диметилсульфоксида); для замораживания яйцеклеток применялась криопротекторная смесь из растительного нерафинированного и животного масел. **Результаты.** Увеличилась выживаемость дефростированных сперматозоидов осетровых видов рыб: у белуги на 20%, у русского осетра – на 47%. При осуществлении оплодотворения криоконсервированной икры русского осетра нативной спермой процент оплодотворения составил 41%. **Выводы.** Показана эффективность снижения токсического действия веществ в составе криозащитной среды, что привело к повышению выживаемости репродуктивных клеток осетровых видов рыб. При проведении оплодотворения икры, хранившейся в жидком азоте, полученное потомство было жизнеспособным и по реактивности центральной нервной системы и рецепторного комплекса не отличалось от молоди, полученной по традиционной технологии.

Ключевые слова: криоконсервация, сперма рыб, яйцеклетки, криопротектор, осетровые рыбы, выживаемость, сохранение генофонда, искусственное воспроизводство.

Формат цитирования: Пономарева Е.Н., Красильникова А.А., Тихомиров А.М., Фирсова А.В. Новые биотехнологические методы криоконсервации репродуктивных клеток осетровых видов рыб // Юг России: экология, развитие. 2016. Т.11, N1. С.59-68. DOI: 10.18470/1992-1098-2016-1-59-68

NEW BIOTECHNOLOGICAL METHODS FOR CRYOPRESERVATION OF REPRODUCTIVE CELLS OF STURGEON

¹Elena N. Ponomareva*, ¹Alexandra A. Krasilnikova,

²Andrei M. Tikhomirov, ¹Angelina V. Firsova

¹Laboratory of aquatic bioresources and aquaculture, Southern scientific center of the
Russian Academy of Sciences, Rostov-on-don, Russia, kafavb@mail.ru

²Research laboratory of cryotechnology in aquaculture, Astrakhan State
Technical University, Astrakhan, Russia

Abstract. The aim of the research is to increase the survivability of reproductive cells of sturgeon at cryopreservation and developing reliable technology suitable for use on an industrial scale. **Methods.** We have used standard methods of freezing, thawing reproductive cells, fertilization and incubation of eggs and larval rearing of sturgeon. Fundamentally new is cryoprotective composition: for sperm we have adjusted the composition of cryoprotective medium (for beluga 3% of dimethyl sulfoxide, for Russian sturgeon 4% of dimethyl sulfoxide); for freezing the eggs we have



used cryoprotective mixture of unrefined vegetable and animal oils. **Results.** Survivability of defrosted sperm sturgeon has been increased: for Beluga it is up to 20%, for Russian sturgeon - 47%. At insemination of cryopreserved eggs of Russian sturgeon with native sperm the fertilization rate has made 41%. **Main conclusions.** The research proves the effectiveness of reducing the toxic effect of cryoprotective substances, thus leading to increased survivability of reproductive cells of sturgeon. During the insemination of eggs, stored in liquid nitrogen, the resulting offspring were viable and by the reactivity of the central nervous system and receptor complex it does not differ from the young obtained by conventional technology.

Keywords: cryopreservation, fish sperm, egg, cryoprotectant, sturgeon, survivability, preservation of the gene pool, artificial reproduction.

For citation: Ponomareva E.N., Krasilnikova A.A., Tikhomirov A.M., Firsova A.V. New biotechnological methods for cryopreservation of reproductive cells of sturgeon. *South of Russia: ecology, development*. 2016, vol. 11, no. 1, pp. 59-68. (in Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2016-1-59-68

ВВЕДЕНИЕ

В современных экологических условиях, когда антропогенные воздействия на ихтиофауну бассейнов южных морей достигли максимума, важным становится сохранение их генофонда. Особенно это заметно на таких видах, как осетровые, белорыбца (эндемик Каспийского моря), судак и др. Если ранее русский осётр, севрюга и белуга, а также шип в Каспийском и Азовском бассейнах имели промысловое значение, то в настоящее время их вылов запрещен. Белуга и севрюга в этих водоёмах стали настолько редкими, что перешли в разряд исчезающих видов, а популяции русского осётра резко сократились. В настоящее время к редким видам можно отнести шипа и аборигенный вид Каспийского моря - белорыбцу, численность которой снизилась до критически низкого уровня [1-3].

Возникла необходимость разработки разнообразных подходов использования и сохранения популяционного генофонда производителей естественной генерации для целей искусственного воспроизводства.

Методы криобиотехнологии для гидробионтов стали активно применяться последние 10 – 15 лет и эффективность их внедрения при сокращении численности природных популяций и дефиците производителей может быть достаточно высокой.

В процессе криоконсервирования клетки подвергаются воздействию целого комплекса стрессовых факторов, которые вызывают структурные и функциональные изменения различных субклеточных систем. Данные процессы могут развиваться на этапе, предшествующем замораживанию, в зоне положительных температур в присутствии криопротекторов, а также под влиянием охлаждения и/или отогрева.

Основными причинами, инициирующими повреждения клеток при воздействии низких температур являются образование вне- и внутри-клеточных кристаллов льда, которые разрушают клеточные структуры и солевой (осмотический) шок, вызывающий повышение концентрации солей в клетке. Согласно двухфакторной теории, сохранность клеточных суспензий при низкотемпературном консервировании куполообразно зависит от скорости охлаждения на этапе кристаллизации. В настоящее время возможно создание искусственных условий глубокого холода, в которых достигается обратимая остановка жизнедеятельности клеток, пребывающих в состоянии суспензий, и некоторых плотных тканей. Пределы восстановления жизнедеятельности в значительной степени определяются эффективностью примененных криопротекторов. В связи с этим интерес к криозащитным веществам и исследованиям механизмов их действия не ослабевает [4].

Сотрудниками Института биофизики клетки Российской академии наук (РАН) совместно со специалистами Южного научного центра РАН и Астраханского государственного технического университета разработан способ снижения низкотемпературного скачка при кристаллизации растворов криопротекторов, позволяющего повысить целостность дефростированных клеток после криоконсервации. Он заключается в том, что в способе, включающем замораживание криораствора с биологическим материалом в жидком азоте, до операции замораживания раствора криопротекторов с клетками живых организмов, осуществляют дистанционное воздействие на замораживаемый раствор ультразвуковым излучением частотой 0,50 – 10 МГц [5].



Описанию различных криопротекторов посвящена обширная отечественная и зарубежная литература, в которой уделено внимание главным образом морфологической и функциональной сохранности биологических объектов, особенностям развивающихся явных и латентных повреждений отдельных клеточных структур после замораживания-отогрева, а также технологическим аспектам процесса криоконсервирования. Вместе с тем, анализ накопленных данных убеждает в том, что все известные криопротекторы, в том числе обеспечивающие высокую сохранность клеток и тканей после замораживания, не лишены определенных недостатков и оказывают очень слабое действие при криоконсервировании большинства плотных тканей, органов и многоклеточных особей.

Криозащитные вещества, используемые для консервирования, недостаточно систематизированы, а предложенные классификации основаны на описании лишь отдельных свойств химических соединений. Так, по классификации Лавлока [6], в основу которой положен один из показателей механизма криозащиты - способность проникать внутрь клетки все известные криопротекторы разделяются на экзо- и эндоцеллюлярные. Однако ее нельзя считать общей, так как клеточная проницаемость веществ для различных клеток неоднозначна, а защитный эффект может быть достигнут при применении соединений как проникающих, так и непроникающих в клетки [4].

В настоящее время возможно создание искусственных условий глубокого холода, в которых достигается обратимая остановка жизнедеятельности клеток, пребывающих в состоянии суспензий, и некоторых плотных тканей. Пределы восстановления жизнедеятельности в значительной степени определяются эффективностью примененных криопротекторов. В связи с этим интерес к криозащитным веществам и исследованиям механизмов их действия не ослабевает. Описанию различных криопротекторов посвящена обширная отечественная и зарубежная литература, в которой уделено внимание главным образом морфологической и функциональной сохранности биологических объектов, особенностям развивающихся явных и латентных повреждений отдельных клеточных структур после замораживания-отогрева, а также технологическим ас-

пектам процесса криоконсервирования. Вместе с тем, анализ накопленных данных убеждает в том, что все известные криопротекторы, в том числе обеспечивающие высокую сохранность клеток и тканей после замораживания, не лишены определенных недостатков и оказывают очень слабое действие при криоконсервировании большинства плотных тканей, органов и многоклеточных особей.

Указанные обстоятельства обосновывают дальнейший поиск криопротекторов и совершенствование, таким образом, возможности низкотемпературной консервации. Однако научно обоснованные принципы создания криопротекторов до сих пор не разработаны.

Основная задача криозащитных средств состоит в связывании внутриклеточной воды в клетках. Однако, криопротекторы, помимо защитного, оказывают также и токсическое действие на клетки, что является стрессовым фактором. Известно, что многие, наиболее часто используемые криопротекторы, такие как диметилсульфоксид (ДМСО), 1,2-пропандиол (1,2-ПД), глицерин (ГЛ), являются пертурбантами плазматических мембран и обладают способностью заменять гидратную воду, стабилизирующую конформацию белков, липидов и других биомолекул. Токсичность данных веществ рассматривается с точки зрения гипотезы денатурации белков, согласно которой криопротекторы связывают воду, препятствуя тем самым нормальной гидратации белков и других макромолекул. В результате стресса, вызванного действием любого химического вещества на живую клетку, нарушается липидный бислой мембран, изменяется активность ферментных комплексов, что, в конечном счете, влияет на структурно-функциональное состояние мембран клеток и органелл, обладающих окислительно-восстановительной функцией [4].

Однако, учитывая, что любые вещества, используемые в качестве протекторов являются в том или ином случае токсикантами для любых клеток, в том числе и репродуктивных, является целесообразным использовать криопротекторы в строго дозированных соотношениях клетка-протектор, т.к. излишнее количество криопротектора, как токсиканта негативно действует на качество сперматозоидов после двойного температурного шока [4]. Таким



образом, дозированное количество эндоцеллюлярного протектора в составе криозащитного раствора, необходимого для связывания внутриклеточной жидкости в половых клетках, должно повысить качество дефростированного материала.

В связи с этим нуждаются в пересмотре ряд установленных ранее положений,

конкретизация которых может способствовать повышению выживаемости репродуктивных клеток рыб после двойного температурного шока и получению надежной технологии, пригодной для использования в промышленных масштабах.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом исследования служили репродуктивные клетки самцов русского осетра (*Acipenser gueldenstaedtii* Brandt, 1833) и белуги (*Huso huso* Linnaeus, 1758), а также икра русского осетра (*Acipenser guldenstadti* Brandt et Ratzeburg, 1833), полученные в период нерестовой кампании.

Семенную жидкость собирали в стеклянные емкости, затем помещали их в сумку-холодильник и перевозили в лабораторию при температуре +4°C, где осуществляли все операции.

Определение качества спермы проводили визуально с использованием микроскопа и видеоокуляра с выходом на монитор компьютера.

Сперму оценивали по внешнему виду (цвет, консистенция), концентрацию сперматозоидов оценивают в счетной камере Горяева, время жизни устанавливали с помощью секундомера.

Низкотемпературное консервирование репродуктивных клеток самцов осетровых рыб проводили согласно разработанной ранее методики [7].

Для спермы осетровых рыб использовали криораствор, содержащий многокомпонентный базовый раствор, сахарозу, маннит, яичный желток, диметилсульфоксид (ДМСО), приготовленный в прохладном помещении при температуре 16-18°C, используя охлажденную посуду и дистиллированную воду. Однако в криозащитной среде было скорректировано содержание ДМСО (для сперматозоидов белуги его количество составило 3%, для русского осетра – 4%). Семенную жидкость смешивали с криозащитной средой, воздействовали низкочастотным электрическим прямоугольным раздражителем, амплитудой 150 мВ и частотой 20 Гц в течение 1 минуты [8], затем замораживали. Скорость охлаждения на линейном участке температурной кривой составляла около 150°C/мин.

Размораживали ампулы в дистиллированной воде при температуре 38°C. Очистку от криопротектора осуществляли в физиологическом растворе с применением электростимуляции оболочек клеток сперматозоидов частотой 300 Гц [8]. Выходным показателем являлось время жизни сперматозоидов после дефростации.

Яйцеклетки русского осетра замораживали с использованием криопротектора принципиально нового «обволакивающего действия», базовым компонентом которого являлась смесь растительного нерафинированного и животного масел, содержащих линолевые, линоленовые кислоты и фосфатиды [9].

Партию икры (300 г) разделили на две части: нативная – контроль; криоконсервированная – опыт. Время эквilibрации составляло 20 минут. Замораживание проводили в криопробирках Nunc ("Intermed", Denmark), объемом 1.8 мл, по 30-40 шт. Оттаивание партий икры осуществляли в воде температурой 42°C в течение 5 минут.

Контрольную партию икры оплодотворяли в день получения, а опытную – после процедуры замораживания-хранения-оттаивания. Оплодотворение проводили по стандартной технологии с использованием танина в качестве обесклеивающего вещества. После обесклеивания икру помещали в ячейки аппарата «Осетр» на инкубацию в цехе завода. После вылупления предличинок опытной и контрольной партий рассаживали по аквариумам объемом 200 литров, в цехе выращивания молоди.

Физиологические характеристики полученной опытной и контрольной партий на разных стадиях развития (однодневная личинка, личинка при переходе на активное питание и 20-дневная молодь) изучали в тесте «открытое поле» [10]. При тестировании использовали показатель изменения двигательной активности при действии следующих факторов: ориентировочная активность



(ОА), фоновая активность (ФА), действие слабого и сильного света, освещенностью 7 и 300 люкс (РА 1 и РА 3), действие импульсных электрических раздражителей, амплитудой 150 mV и частотами 20 и 300 Гц (РА

2, РА 4) и виброакустических раздражителей (РА 5).

Различия между реакциями на действие факторов между контрольной и опытной партиями устанавливали с использованием t-критерия Стьюдента.

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При замораживании семенной жидкости белуги в криосреде стандартного состава, содержащей 10% проникающего криопротектора – диметилсульфоксида (ДМСО),

время жизни спермиев составило $26,2 \pm 1,4$ мин. При криоконсервации с измененным его количеством произошло увеличение выживаемости сперматозоидов (рис. 1).

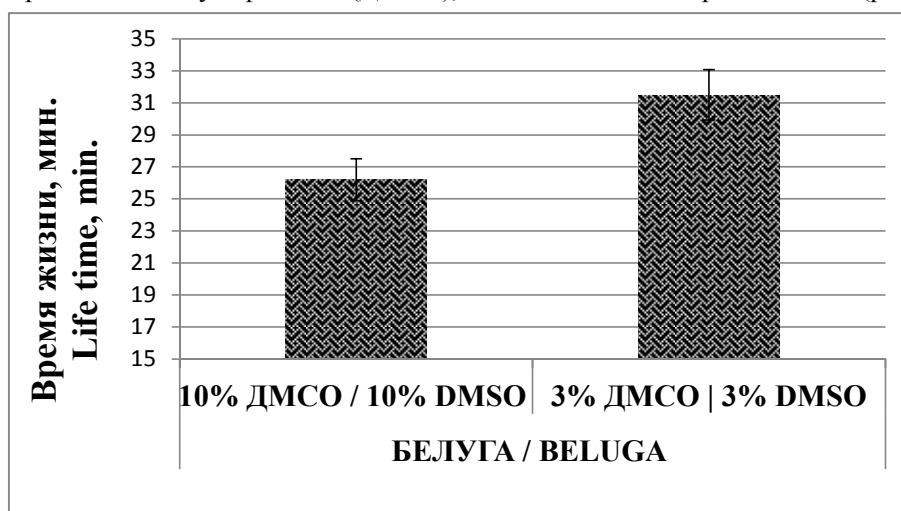


Рис. 1. Выживаемость сперматозоидов белуги после дефростации различия достоверны при $\alpha=0,05$

Fig. 1. The survival rate of beluga sperm after thawing, differences are significant at $\alpha = 0,05$

Время жизни спермиев белуги при замораживании в криозащитном растворе с уменьшенным количеством протектора проникающего действия увеличилось на 20%.

Аналогичные результаты получены при замораживании спермы русского осетра (рис. 2).

Продолжительность жизни спермиев русского осетра, замороженных в криозащитном растворе, содержащем 4% диметилсульфоксида, увеличилась на 47% по сравнению с традиционным составом среды.

Следующий этап экспериментальных работ был направлен на оплодотворение в производственных условиях осетрового рыбозавода партии яйцеклеток, замороженных с применением криопротектора принципиально нового «обволакивающего действия», базовым компонентом которого являлась смесь растительного нерафинированного и животного масел, содержащих

линолевые, линоленовые кислоты и фосфатиды.

При осуществлении оплодотворения размороженной икры нативной спермой процент оплодотворения составил в опытной партии 41%, в контрольной – 95%. Процесс инкубации в обеих партиях прошел за 5 дней (опытная партия заложена на 2 дня позже контрольной). Процент вылупления предличинок в контроле 85%, в опыте 7,8%. Получено 273 шт. предличинок опытной партии.

За период выращивания до перехода на активное питание смертность в контроле и опыте достоверно не различалась и составила 7 и 5% соответственно. При переходе на внешнее питание смертность в контроле 20%, в опытной партии 35%. На 20-й день развития молодь в обеих партиях была фактически одинаковой массы: в среднем опыт – 0,41 г, контроль – 0,40 г.

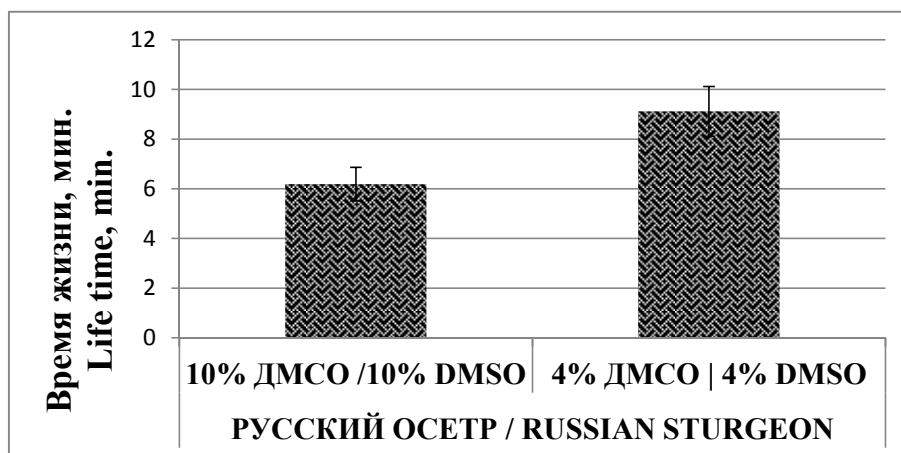


Рис. 2. Выживаемость сперматозоидов русского осетра после дефростации различия достоверны при $\alpha=0,05$

Fig. 2. The survival rate of Russian sturgeon sperm after thawing, differences are significant at $\alpha = 0,05$

По средним значениям тестов построены графики ответных реакций посадочного материала (рис. 3-5). Сравнение физиологических показателей на всех исследованных стадиях развития молоди осетра дает следующие результаты:

Для предличинок реакции опытной партии не различаются достоверно во всех тестах кроме реакции на сильный свет и им-

пульсный электрический раздражитель. Реакции на сильный свет (РА3), импульсный электрический раздражитель (РА4) достоверно выше у контрольной партии (рис. 3). Это свидетельствует о том, что рецепторный комплекс четвертого желудочка головного мозга более приспособлен к восприятию раздражителей внешней среды, чем у опытных особей.

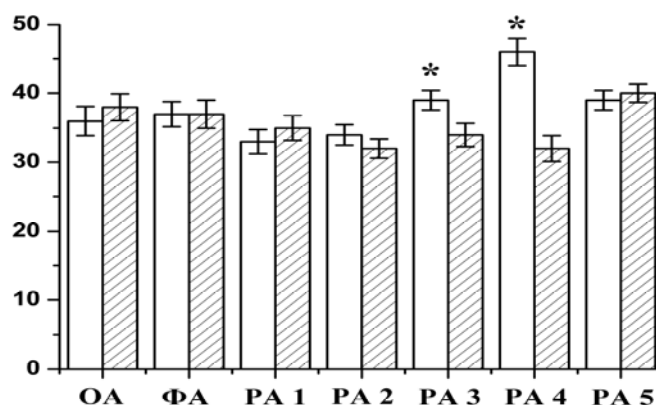


Рис. 3. Реакции однодневной предличинки русского осетра в тесте «открытое поле» (контроль - белые столбцы, опыт - заштрихованные столбцы)

Примечание: Реакции измерялись в условных единицах. Достоверно отличающиеся реакции контрольной и опытной партии отмечены звездочкой

Fig. 3. Reaction of the one-day prelarvae of Russian sturgeon under the experiment "open field" (control - white columns, experiment - shaded columns)

Note: Reaction is measured in arbitrary units. Significantly different reaction of controlled and experimental parts is marked with an asterisk



После перехода на внешнее питание ответные реакции молоди опытной и контрольной партий несколько изменяются (рис. 4). Ответные реакции молоди опытной партии на все тесты, кроме виброакустиче-

ских раздражителей, достоверно выше у опытной партии. Видно, что рыбы из опытной партии превосходят контрольные экземпляры практически по всем показателям.

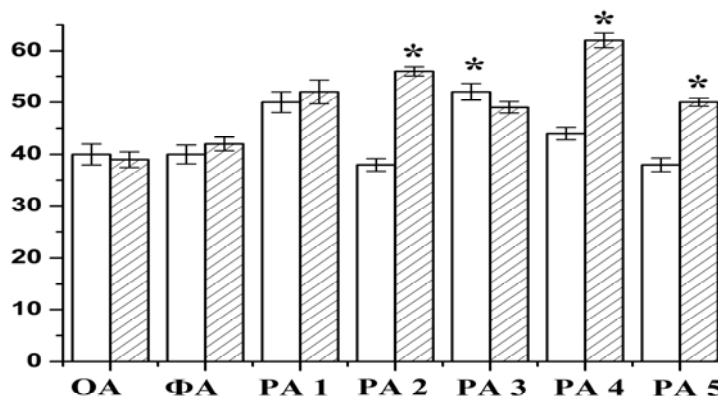


Рис. 4. Реакции личинки русского осетра после перехода на внешнее питание в тесте «открытое поле» (контроль - белые столбцы, опыт - заштрихованные столбцы)

Примечание: Реакции измерялись в условных единицах. Достоверно отличающиеся реакции контрольной и опытной партии отмечены звездочкой

Fig. 4. Reaction of the larvae of Russian sturgeon after switching to an external nutrition under the experiment "open field" (control - white columns, experiment - shaded columns)

Note: Reaction is measured in arbitrary units. Significantly different reaction of controlled and experimental parts is marked with an asterisk

В 20-ти дневном возрасте опытная и контрольная партии молоди русского осетра практически сравнялись по реактивности на предлагаемые раздражители (рис. 5), един-

ственный показатель по которому контрольная партия достоверно превосходит опытную, тест на сильный свет (PA 3).

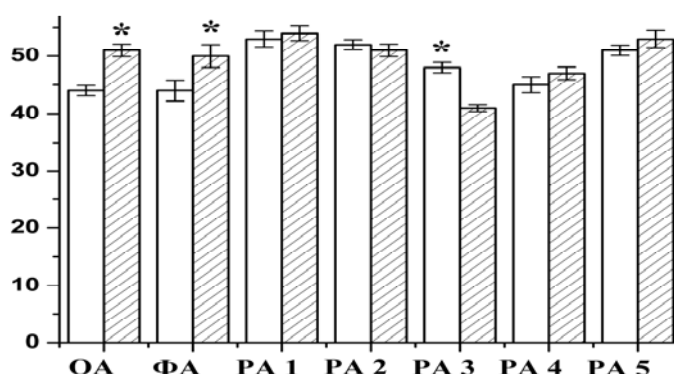


Рис. 5. Реакции молоди русского осетра в 20-дневном возрасте в тесте «открытое поле» (контроль - белые столбцы, опыт - заштрихованные столбцы)

Примечание: Реакции измерялись в условных единицах. Достоверно отличающиеся реакции контрольной и опытной партии отмечены звездочкой

Fig. 5. Reaction of the young Russian sturgeon in the 20 days of age under the experiment "open field" (control - white columns, experiment - shaded columns)

Note: Reaction is measured in arbitrary units. Significantly different reaction of controlled and experimental parts is marked with an asterisk



Небольшая разница в развитии личинок и молоди рыб в опытной и контрольной партиях может быть следствием разницы в

криоустойчивости субпопуляций замораживаемых икринок.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Криоконсервация остается одним из наиболее привлекательных и быстроразвивающихся направлений сохранения редких и исчезающих видов. Наличие в криобанке генетически репрезентативных коллекций геномов рыб и маточных стад на осетровых рыбоводных заводах позволяет с максимальным эффектом сохранить генетическое разнообразие этих ценных промысловых объектов.

В результате проведения научных исследований установлена эффективность снижения объемов отравляющих веществ в составе криозащитной среды для сперматозоидов осетровых видов рыб, что в свою очередь уменьшило токсическое действие последней на объект и привело к повышению времени жизни дефростированных клеток у белуги на 20 %, у русского осетра – на

47 %. Полученные результаты позволяют рекомендовать корректировку концентрации проникающих протекторов в криозащитном растворе в зависимости от количества внутриклеточной воды для повышения выживаемости репродуктивных клеток самцов рыб после двойного температурного шока.

Полученное потомство из криоконсервированной икры оказалось жизнеспособным и по реактивности центральной нервной системы и рецепторного комплекса практически не отличается от нативного материала. Очевидно, криоконсервация таких крупных объектов как яйцеклетки рыб и получение вполне жизнеспособного потомства из области одиночных лабораторных экспериментов переходит в разряд высокотехнологичной аквакультуры.

Благодарность: Работы выполнены в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы» по проекту «Разработка методов и технологий мониторинга, управления и сохранения биологического разнообразия водных экосистем южных регионов России» (соглашение № 14.604.21.0129 от 20.10.2014 г., уникальный идентификатор прикладных научных исследований (проекта) RFMEFI60414X0129), № государственной регистрации 114111940059).

Acknowledgement: The research has been carried out in the framework of the Federal Program "Research and development in priority scientific-technological areas of Russia for 2014-2020" under the project "Development of methods and technologies for monitoring, management and conservation of biodiversity of aquatic ecosystems in southern Russia" (agreement № 14.604.21.0129 from 10.20.2014, the unique identifier of applied scientific research (project) RFMEFI60414X0129), state registration № 114 111 940 059).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лепилина И.Н., Васильева Т.В., Абдусаматов А.С. Состояние запасов каспийских осетровых в многолетнем аспекте (литературный обзор) // Юг России: экология, развитие. 2010. Т. 5, №3. С. 57-65. DOI:10.18470/1992-1098-2010-3-57-65
2. Васильева Л.М., Смирнова Н.В., Юсупова А.З. К вопросу сохранения и восстановления запасов осетровых рыб в Волго-Каспийском бассейне // Юг России: экология, развитие. 2012. Т. 7, №1. С. 73-76. DOI:10.18470/1992-1098-2012-1-73-76
3. Matishov G.G., Balykin P.A., Ponomareva E.N. Russia's fishing industry and aquaculture // Herald of the Russian Academy of Sciences. 2012. Т. 82, №1. С. 55-62.
4. Белоус А.М., Грищенко В.И. Криобиология. Киев: Наукова думка, 1994. 432 с.
5. Андреев А.А., Садикова Д.Г., Пономарева Е.Н., Красильникова А.А., Белая М.М. Патент 2540598 Российская Федерация. Способ снижения низкотемпературного скачка растворов криопротекторов / заявитель и патентообладатель Астраханский государственный технический университет (ФГБОУ ВПО АГТУ), Южный научный центр Российской академии наук (ФГБНН ЮНЦ РАН). N 2013125414/13; заявл. 31.05.2013; опубл. 10.02.2015, Бюл. N4. 5 с.
6. Lovelock J.E. Biophysical aspects of the freezing and thawing of living cells // Proc. Roy. Soc. Med. 1954. V. 47. P. 60.
7. Белая М.М., Тихомиров А.М. Научно-методические рекомендации по сохранению биологического разнообразия южных морей РФ с применением современ-



ных методов криоконсервации репродуктивных клеток рыб. Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2013. 14 с.

8. Ponomareva E.N., Bogatyreva M.M., Tikhomirov A.M. Increase in the germ cell survival during cryopreservation using electrostimulation // *Doklady biological sciences*. 2010. V.431, N1. С. 264-265. DOI: 10.1134/s0012496610020237

9. Тихомиров А.М. Патент 2460284 Российская Федерация. Способ криоконсервации яйцеклеток осетровых

рыб / заявитель и патентообладатель А.М. Тихомиров. N 2010142589/13; заявл. 18.10.2010; опубл. 10.09.2012, Бюл. N25. 4 с.

10. Витвицкая Л.В., Никоноров С.И., Тихомиров А.М., Козлов А.В. Оценка качества продукции рыбоводных заводов по эколого-физиологическим показателям // *Фундаментальные науки – народному хоз-ву. Ан СССР. М.: Наука, 1990. С. 123-149.*

REFERENCES

1. Lepilina I.N., Vasilieva T.V., Abdusamadov A.C. The state Caspian sturgeon stocks in long-term aspect (review of literature). *South of Russia: ecology, development*. 2010, vol. 5, no. 3, pp. 57-65. (in Russian) DOI:10.18470/1992-1098-2010-3-57-65

2. Vasilieva L.M., Smirnova N.V., Usupova A.Z. To the issue of preservation and restoration of sturgeon stocks in the Volga-Caspian basin. *South of Russia: ecology, development*. 2012, vol. 7, no. 1, pp. 73-76. (in Russian) DOI:10.18470/1992-1098-2012-1-73-76

3. Matishov G.G., Balykin P.A., Ponomareva E.N. Russia's fishing industry and aquaculture. *Herald of the Russian Academy of Sciences*. 2012. vol. 82, no. 1, pp. 55-62.

4. Belous A.M., Grishchenko V.I. *Kriobiologiya* [Cryobiology]. Kiev, Naukova dumka Publ., 1994. 432 p. (in Russian)

5. Andreev A.A., Sadikova D.G., Ponomareva E.N., Krasilnikova A.A., Belaya M.M. [A method for reducing the low-temperature jump cryoprotectants solutions]. Patent 2540598 Russian Federation. Applicant and patentee Astrakhan State Technical University (ASTU), Southern Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences (SSC RAS). no. 2013125414/13; application 31.05.2013; publ. 10.02.2015, bull. no. 4. 5 p. (in Russian)

6. Lovelock J.E. Biophysical aspects of the freezing and thawing of living cells. *Proc. Roy. Soc. Med.* 1954. V. 47. P. 60.

7. Belaya M.M., Tikhomirov A.M. *Nauchno-metodicheskie rekomendacii po sohraneniю biologicheskogo raznoobrazija juzhnyh morej RF s primeneniem sovremennyh metodov kriokonservacii reproduktivnyh kletok ryb* [Scientific guidelines for the conservation of biological diversity of the southern seas of the Russian Federation with the use of modern methods of cryopreservation of reproductive cells of fish]. Rostov-on-Don, Southern Scientific Center RAS Publ., 2013. 14 p. (in Russian)

8. Ponomareva E.N., Bogatyreva M.M., Tikhomirov A.M. Increase in the germ cell survival during cryopreservation using electrostimulation. *Doklady biological sciences*. 2010. V. 431, no. 1. pp. 264-265. DOI: 10.1134/s0012496610020237

9. Tikhomirov A.M. [The method of cryopreservation of eggs of sturgeon]. Patent 2460284 Russian Federation. Applicant and patentee A.M. Tikhomirov. no. 2010142589/13; application 18.10.2010; publ. 10.09.2012, bull. no. 25. 4 p. (in Russian)

10. Vitvitskaya L.V., Nikonov S.I., Tikhomirov A.M., Kozlov A.V. Assessment of the quality of products hatcheries for ecological and physiological parameters. *Fundamental'nye nauki – narodnomu hozyaistvu* [Basic Science - national households count]. Moscow, Nauka Publ., 1990. pp. 123-149. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Елена Н. Пономарева* – доктор биологических наук, заведующая отделом водных биологических ресурсов бассейнов южных морей Южного научного центра Российской академии наук, тел. +7 (8512) 61-41-06, пр. Чехова, 41, Ростов-на-Дону, 344006 Россия, e-mail: kafavb@mail.ru

Александра А. Красильникова – научный сотрудник лаборатории водных биоресурсов и аквакультуры Южного научного центра Российской академии наук, Ростов-на-Дону, Россия.

Андрей М. Тихомиров – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории криотехнологии в аквакультуре, Астраханского государственного технического университета, Астрахань, Россия.

AUTHOR INFORMATION

Affiliations

Elena N. Ponomareva* – Doctor of Biological Sciences, Head of the Department of aquatic biological resources of the basins of the southern seas of the southern scientific center of Russian Academy of Sciences, phone: +7 (8512) 61-41-06, Chekhov St., 41, Rostov-on-don, 344006 Russia, e-mail: kafavb@mail.ru

Alexandra A. Krasilnikova – researcher at the laboratory of aquatic bioresources and aquaculture of the southern scientific center of Russian Academy of Sciences, Rostov-on-don, Russia.

Andrei M. Tikhomirov – Candidate of Biological Sciences, leading researcher at research laboratory of cryotechnology in aquaculture, Astrakhan state technical University, Astrakhan, Russia.



Ангелина В. Фирсова – младший научный сотрудник лаборатории водных биоресурсов и аквакультуры Южного научного центра Российской академии наук, Ростов-на-Дону, Россия.

Критерии авторства

Елена Н. Пономарева – обзор литературных источников по исследуемой проблеме, разработка научной концепции статьи. Александра А. Красильникова – сбор экспериментального материала при замораживании сперматозоидов рыб, корректура рукописи до подачи в редакцию, несет ответственность за плагиат. Андрей М. Тихомиров – анализ полученного экспериментального материала по криоконсервации репродуктивных клеток рыб. Ангелина В. Фирсова – сбор экспериментального материала при замораживании яйцеклеток рыб.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 02.12.2015

Angelina V. Firsova – Junior researcher of the laboratory of aquatic bioresources and aquaculture of the southern scientific center of Russian Academy of Sciences, Rostov-on-don, Russia.

Contribution

Elena N. Ponomareva was responsible for reviewing of the literature sources on the research topic, the scientific concept of development of the article. Alexandra A. Krasilnikova, for collection of the experimental material when freezing fish sperm; proofreading the manuscript prior to submission to the editor and responsible for avoiding plagiarism. Andrei M. Tikhomirov, responsible for analyzing the obtained experimental data on cryopreservation of reproductive cells of fish. Angelina V. Firsova, responsible for collecting the experimental material when freezing fish eggs.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Received 02.12.2015



Экология животных / Ecology of Animals

Оригинальная статья / Original article

УДК 574. 24 (599.745.3)

DOI: 10.18470/1992-1098-2016-1-69-78

СОДЕРЖАНИЕ РТУТИ В ОРГАНАХ И ТКАНЯХ КАСПИЙСКОГО ТЮЛЕНЯ (PHOCA CASPICA, GMELIN, 1788)

¹Татьяна С. Ершова*, ²Вячеслав Ф. Зайцев

¹кафедра прикладной биологии и микробиологии,
Астраханский государственный технический университет,
Астрахань, Россия, ershova@mail.ru

²кафедра гидробиологии и общей экологии, Астраханский государственный
технический университет, Астрахань, Россия

Резюме. Целью данного исследования являлось определение уровня аккумуляции ртути в органах и тканях разновозрастных особей каспийской нерпы. **Методы.** Определение ртути в органах и тканях тюленей выполняли на атомно-абсорбционном спектрометре РА –915+ с приставкой РП-91С. **Результаты.** Сравнительный анализ полученных концентраций ртути в органах разновозрастных каспийских тюленей продемонстрировал сходство в их распределении. Концентрации ртути в печени и почках у них выше, чем в других органах. Причем уровень аккумуляции ртути в печени превышал предельно-допустимую концентрацию (ПДК) во всех возрастных группах, увеличиваясь с возрастом. Во всех исследованных группах концентрация ртути была минимальной в подкожном жире животных. Корреляционный анализ продемонстрировал высокую степень сходства в накоплении ртути органами и тканями щенков и тюленей в возрасте 1-7 лет, а также тюленями 7-12 лет и 12-17 лет. При проведении сравнительного анализа были отмечены тесные положительные связи между концентрацией ртути в печени и морфологическими характеристиками, такими как возраст, вес, длина, обхват туловища и толщина подкожного жира. **Выводы.** Описанные выше данные свидетельствуют о различных системах накопления ртути органами и тканями организма каспийского тюленя, которые зависят от их функциональных особенностей и от свойств изучаемого металла. Основной путь поступления ртутьсодержащих соединений в организм животных — алиментарный. Поэтому максимальная аккумуляция ртути происходит в печени и почках, являющихся барьерами для проникновения значительного количества ртути в другие органы и ткани каспийских тюленей.

Ключевые слова: каспийский тюлень, ртуть, печень, почки, аккумуляция.

Формат цитирования: Ершова Т.С., Зайцев В.Ф. Содержание ртути в органах и тканях каспийского тюленя (Phoca Caspica, Gmelin, 1788) // Юг России: экология, развитие. 2016. Т.11, N1. С.69-78. DOI: 10.18470/1992-1098-2016-1-69-78

CONTENT OF MERCURY IN ORGANS AND TISSUES OF CASPIAN SEAL (PHOCA CASPICA, GMELIN, 1788)

¹Tatiana S. Ershova*, ²Vyacheslav F. Zaitsev

¹Department of Applied Biology and Microbiology,
Astrakhan State Technical University, Astrakhan, Russia, ershova@mail.ru

²Department of Hydrobiology and General Ecology,
Astrakhan State Technical University, Astrakhan, Russia

Abstract. The aim of this study is to determine the level of mercury accumulation in organs and tissues of Caspian seals of different ages. **Methods.** Determination of mercury in the organs and tissues of the seals has been performed on atomic absorption spectrometry RA -915+ with RP-91s station. **Results.** Comparative analysis of the concentrations of mercury in the bodies of different aged Caspian seals has showed similarities in their distribution. Mercury concentrations in the liver and kidneys are higher than in other organs. The level of mercury accumulation in the liver exceeded the maximum permissible concentration (MPC) in all age groups, increasing with age. In all investigated groups mercury concentration was lowest in the subcutaneous fat of animals. The correlation analysis has demonstrated a high degree of similarity in the accumulation of mercury in organs and tissues of seal pups aged 1-7 years and seals aged 7-12 and 12-17 years. In a comparative analysis, we have observed strong positive relation-



ship between the concentration of mercury in the liver and morphological characteristics, such as age, weight, height, girth of the trunk and the thickness of subcutaneous fat. **Main conclusions.** The obtained data indicate different ways of mercury accumulation in organs and tissues of the body of the Caspian seal, which depend on their features and characteristics of the metal. The main route of mercury compounds in the body of animals is alimentary. Therefore, the maximum mercury accumulation can be seen in the liver and kidneys, which is a barrier to the penetration of a significant amount of mercury in other organs and tissues of Caspian seals.

Keywords: Caspian seal, mercury, liver, kidney, accumulation.

For citation: Ershova T.S., Zaitsev V.F. Content of mercury in organs and tissues of Caspian seal (*Phoca Caspica*, Gmelin, 1788). *South of Russia: ecology, development*. 2016, vol. 11, no. 1, pp. 69-78. (in Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2016-1-69-78

ВВЕДЕНИЕ

Каспийское море не имеет аналогов в мире. Это уникальный внутренний бессточный водоем, в котором происходят накопление и трансформация загрязняющих веществ. Наибольший объем загрязняющих веществ в море поступает с речными стоками, которые вносят в море основную массу тяжелых металлов. Среди всех тяжелых металлов ртуть является одним из самых опасных токсических элементов, оказывающих влияние на гидробионтов. Несмотря на то, что в Астраханской области нет предприятий, которые бы работали с ртутью, ртутное загрязнение поступает в Каспийское море с верховьев Волги [1]. По данным Каспийского регионального тематического Центра по контролю за загрязнением (Каспийская экологическая программа) (КРТЦ КЗ) в море в год из разных источников поступает до 14 т ртути [2]. На многих участках Каспийского моря концентрация ртути существенно превышает средний общемировой показатель (0,00003 мг/л – природный геохимический фон). Так, на Северном и Среднем Каспии она составила 0,08–0,0014 мг/л. У берегов Апшеронского полуострова – 0,00058–0,00078 мг/л, на Сумгаите – 0,00078 мг/л, в Бакинской бухте – 0,00122 мг/л, на Актау – 0,00034 мг/л [1].

Загрязнение морской среды считается основным фактором, угрожающим сохранению биологического разнообразия и разрушающим среду обитания водных биоресурсов в Каспийском бассейне.

Биоразнообразие Каспийского моря из-за исторически сложившейся изолированности отличается высоким уровнем эндемизма. Приблизительно 40% видов, встречающихся в Каспийском море – эндемики, и поэтому любая угроза может привести к потенциально высоким потерям глобально значимого биоразнообразия. Одним из таких видов является Каспийский тюлень или Каспийская нерпа (*Phoca caspica*, Gmelin, 1788) [3].

Тюлень является вершиной трофической пирамиды на Каспии, и состояние этой популяции может служить индикатором благополучия всей экосистемы большого региона. Так, кризис воспроизводства популяции каспийского тюленя, наблюдаемый в последние годы, является следствием антропогенного загрязнения экосистемы Каспийского моря [4]. Микроэлементный состав организма тюленя является отражением не только его физиологического состояния, но и характеризует среду его обитания [5].

На основании вышесказанного целью данного исследования являлось определение уровня аккумуляции ртути в органах и тканях разновозрастных особей каспийской нерпы.

За основу были взяты ПДК, Санитарные правила и нормы СанПиН 2.3.2.560-96

"Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов" [6]. ПДК составляет 1,0 мг/кг сырого вещества.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Образцы проб были любезно предоставлены сотрудниками Каспийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства (КаспНИРХ), полученные в ре-

зультате научно-исследовательских экспедиций на предзимние залежки зверя вблизи о. Малый Жемчужный в 2011 – 2014 гг.



Определение тяжелых металлов в органах и тканях тюленей выполняли на атомно-абсорбционном спектрометре РА – 915+ (ООО НПФ «Люмэкс с Зеemanовской ком-

пенсацией неселективных поглощений) с приставкой РП-91 С, согласно методике [7, 8].

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При определении уровня накопления ртути различными органами и тканями каспийских тюленей были выделены четыре возрастные группы: щенки – сивары (возраст

до 1 года) и взрослые особи с градацией возрастных периодов (1-7 лет, 7-12 лет, 12-17 лет) (таб.1).

Таблица 1

Концентрация ртути в тканях и органах каспийского тюленя

Table 1

The concentration of mercury in the tissues and organs of the Caspian seal

Ткани и органы Tissues and organs	Содержание ртути, мг/кг сырого вещества The mercury content, mg/kg of wet material			
	Щенки Puppies	1-7 лет 1-7 years	7-12 лет 7-12 years	12-17 лет 12-17 years
Жир / Fat	0,15± 0,06	0,22±0,04	0,14±0,02	0,12±0,03
Почки / Kidney	1,22± 0,21	2,58±0,24	1,69±0,38	2,46±0,44
Селезенка / Spleen	0,51± 0,16	1,71± 0,21	1,94±0,27	0,34±0,11
Кишечник / Intestines	1,17± 0,09	2,2±0,15	0,43±0,14	0,41±0,11
Сердце / Heart	0,75±0,17	1,64± 0,22	0,89±0,29	0,49±0,06
Желудок / Stomach	0,63±0,15	1,75± 0,11	0,72±0,18	1,15±0,23
Легкие / Light	0,57±0,07	1,06±0,13	0,31±0,09	0,27±0,08
Печень / Liver	1,93± 0,46	3,64±0,44	4,19±0,87	5,18±1,1

При исследовании щенков каспийского тюленя было отмечено, что наименьшее накопление ртути происходит в подкожном жире ($0,15 \pm 0,06$ мг/кг). При этом жир, по мнению М.В. Пастухова с соавторами [9], занимает значительную долю (обычно более 45%) от общего веса тюленей младших возрастов. Максимальные концентрации ртути были отмечены в органах выделения – печени и почках ($1,93 \pm 0,46$ мг/кг и $1,22 \pm 0,21$ мг/кг соответственно) и в кишечнике ($1,17 \pm 0,09$ мг/кг). Необходимо отметить, что обнаруженные концентрации ртути в вышеперечисленных органах выше значений ПДК в 1,9; 1,2 и 1,17 соответственно. Возможно, это связано с тем, что печень и почки выполняют функцию детекторов, фильтров и трансформаторов токсических веществ. Эти органы способны накапливать концентрации ртути на порядки, превышающие ее содержание в других органах и тканях. Здесь происходит частичная фиксация ртути, посредством ее связи с нуклеинами [9]. Благодаря выделительной функции печени, значительная часть ртути поступает в кишечник вместе с желчью. В дальнейшем, часть ртути,

прошедшей через печеночный фильтр, может вторично участвовать в гепатоэнтеральной циркуляции, вновь всасываясь кишечником [10]. Это обстоятельство объясняет выявленный нами высокий уровень концентрации ртути в кишечнике каспийской нерпы. Полученные результаты по накоплению ртути в подкожно-жировой клетчатке у сиварей были сопоставимы с данными Н.А. Захаровой [11] у приплода каспийского тюленя, однако содержание ртути в печени в нашем случае было выше. Возможно значения, полученные Н.А. Захаровой связаны с тем, что они были усреднены для бельков и сиварей, а также обусловлены изменяющейся экологической обстановкой на Каспии. В других органах и тканях концентрации ртути были невысокими и изменялись в пределах от $0,51 \pm 0,16$ мг/кг до $0,75 \pm 0,17$ мг/кг. Имеющиеся данные позволяют выстроить следующий ряд ранжирования содержания ртути в отдельных органах щенков – сиварей каспийского тюленя: печень>почки>кишечник>сердце>желудок>легкие>селезенка>жир.



Возрастную группу от 1 до 7 лет составляют молодые неполовозрелые особи, у которых происходит формирование половой системы. В этот период накопление ртути в жире было также наименьшим ($0,22 \pm 0,04$ мг/кг). Максимальные концентрации ртути были зафиксированы, как и у щенков, в печени, почках и кишечнике ($3,64 \pm 0,44$ мг/кг; $2,58 \pm 0,24$ мг/кг; $2,2 \pm 0,15$ мг/кг соответственно). Данные значения превышают предельно-установленные концентрации содержания ртути в 3,6; 2,6 и 2,2 раза соответственно. Необходимо отметить, что уровень содержания ртути в остальных органах каспийского тюленя был также высоким и превышал ПДК. При сравнении наших данных с литературными выявлено, что предел варьирования содержания ртути в органах каспийского тюленя сопоставим с таковым для кольчатых тюленей (*Phoca hispida saimensis*) из озера Сайма в Финляндии [12]. На основании обобщения уровней концентраций ртути в органах каспийского тюленя можно их расположить в следующем убывающем порядке: печень>почки>кишечник>желудок>селезенка>сердце>легкие>жир.

Особь, достигшие возраста 7 – 12 лет, составляют репродуктивную основу стада. Нужно заметить, что при достижении этого возраста у тюленей прекращается рост. Впервые на это обратил свое внимание Д.В. Гаджиев [13]. Он установил, что тюлени перестают расти в возрасте 9 лет, что близко к возрасту полового созревания у обоих полов. При анализе распределения средних концентраций ртути по отдельным органам каспийского тюленя в указанном возрастном диапазоне получена следующая картина. Содержание ртути в органах каспийского тюленя изменялось в пределах от 0,14 до 4,19 мг/кг. Ее распределение по органам подчинялось установленной ранее закономерности. Наибольшие количества ртути обнаружены в печени нерпы. Установлено, что печень является основным депо по накоплению ртути [14, 11]. Так, концентрация ртути в печени составляет $4,19 \pm 0,87$ мг/кг. Наименьшие концентрации выявлены в жире исследуемого организма - $0,14 \pm 0,02$ мг/кг. Помимо печени превышение ПДК ртути было зафиксировано в селезенке ($1,94 \pm 0,27$ мг/кг) и почках ($1,69 \pm 0,38$ мг/кг). Значительное количество ртути накапливается в сердце, желудке и легких ($0,89 \pm 0,29$; $0,72 \pm 0,18$; $0,31 \pm 0,09$; мг/кг соответствен-

но). Концентрирующая способность органов по отношению к ртути выстраивает их в следующий убывающий ряд: печень>селезенка >почки>сердце>желудок>кишечник>легкие>сердце>жир. Ранее аналогичную последовательность компонентов организма каспийского тюленя в ряду по способности аккумулировать ртуть была получена Л.С. Хураськиным с соавторами [15]. Значительные концентрации металлов, отмечены, прежде всего, в органах, для которых характерно активное протекание процессов метаболизма с одной стороны, а с другой - они активно участвуют в процессах, направленных на поддержание гомеостаза, таких как печень, почки, селезенка [5].

В 12-17 лет особи каспийского тюленя достигают так называемой физической костной зрелости [13]. В этот период вариации содержания общей ртути в образцах отдельных органов исследуемого объекта составляли от $0,12 \pm 0,03$ мг/кг до $5,18 \pm 1,1$ мг/кг. При этом минимум биоаккумуляции ртути был зафиксирован в жире, а максимум в печени. В последнем случае было выявлено превышение ПДК более чем в 5 раз. Кроме печени высокое значение уровня содержания ртути имели почки и желудок ($2,46 \pm 0,44$ и $1,15 \pm 0,23$ мг/кг соответственно). В остальных органах тюленя (селезенка, кишечник, сердце и легкие) концентрации ртути колебались в пределах от 0,15 до 0,49 мг/кг. По способности к аккумуляции ртути органы каспийского тюленя можно расположить в следующем порядке: печень>почки>желудок>сердце>кишечник>селезенка>легкие>жир.

Сравнительный анализ полученных концентраций ртути в органах разновозрастных каспийских тюленей продемонстрировал сходство в их распределении (рис.1). Так, анализируя ряды ранжирования содержания ртути в отдельных органах, можно отметить, что концентрации ртути в печени и почках у них выше, чем в других органах, что подтверждается исследованиями В.Т. Комова с соавт. [16] и Е.С. Степиной [17] на других видах млекопитающих. Причем уровень аккумуляции ртути в печени везде превышал ПДК, увеличиваясь с возрастом (в 1,9; 3,6; 4,2 и 5,2 раза соответственно). По мнению И.Л. Головановой [18] в условиях повышенного ртутного загрязнения водных объектов максимальное накопление ртути отмечается в печени рыб. Воз-



можно, причину высокой концентрации ртути в печени тюленя тоже следует искать в недостаточно благоприятной экологической ситуации Каспийского моря. Печень принимает на себя важную ртутную нагрузку. При этом главную роль в регуляции уровня ртути в организме выполняют купферовы клетки печени, выстилающие синусоиды печеночной дольки [19]. Выполняя барьерную

функцию, фагоцитарные купферовы клетки способны захватывать, частично восстанавливать и откладывать ртуть, поступающую в печень с кровью из кишечника [20]. А.А.М. Малов с соавт. [21], исследуя распределение ртути в некоторых органах и тканях крыс, сделали вывод о том, что почки считаются основным органом, поражаемым ртутью.

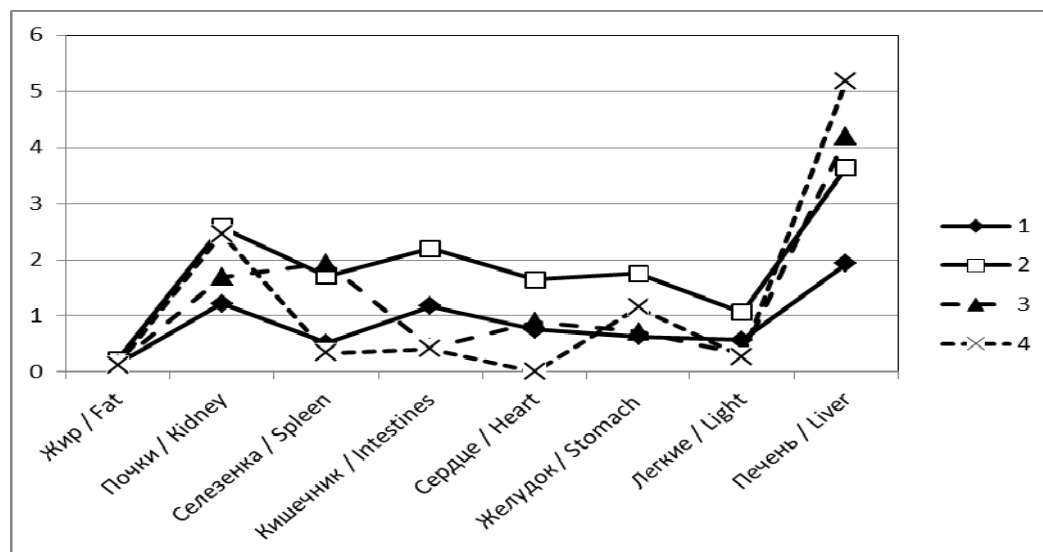


Рис. 1. Уровень аккумуляции ртути в органах и тканях разновозрастных особей каспийской нерпы, мг/кг сырого вещества: 1 – щенки; 2 – тюлени 1-7 лет; 3 – тюлени 7-12 лет; 4 – тюлени 12-17 лет

Fig.1. The level of mercury accumulation in organs and tissues of Caspian seals of different ages, mg/kg of wet weight: 1 - pups; 2 – seals aged 1-7 years; 3 - seals aged 7-12 years; 4 - seals aged 12-17 years

Минимальной во всех исследованных группах была концентрация ртути в подкожном жире животных. Жировая ткань не обладает свойством избирательно накапливать ртуть, ее можно считать одним из депо ртути в организме с ненасыщенной и относительно незначительной емкостью [21].

В исследованиях Н.А. Захаровой [11] печень также имела высокое содержание ртути как у приплода, так и у неполовозрелых и взрослых особей, а подкожно-жировая клетчатка содержала наименьшее количество этого элемента. В отношении ртути схожее распределение в организмах годовиков, неполовозрелых и взрослых байкальских нерп вне зависимости от типа их питания установлено М.В. Пастуховым с соавт. [9]. Авторы отметили что, наименьшее накопление ртути происходит в костной ткани и подкожном жире животных, а мак-

симальные – в печени и почках, а также в волосяном покрове.

Высокие концентрации ртути (больше ПДК) во всех органах были зафиксированы у тюленей, достигших возраста 1-7 лет. Затем в последующих возрастных группах наблюдалась некоторая общая тенденция к уменьшению содержания общей ртути в органах и тканях исследуемых животных. Наблюдаемое понижение уровня исследуемого металла в последующих возрастных группах можно объяснить такими физиологическими процессами, как роды, лактация, ежегодная линька. Так, по мнению Watanabe с соавт. [22], роды, лактация и линька являются важными путями выведения ртути из организмов половозрелых самок тюленей. Поэтому М.В. Пастухов с соавт. [23] считают, что эффективный механизм удаления ртути из организма тюленей через волосяной покров дает ластоногим адаптивное



преимущество к условиям ртутного загрязнения по сравнению с китообразными. Кроме того, они утверждают, что в мышцах, печени и почках происходит синтез металлотioniнов, специфических низкомолекулярных белков, которые являются специфическими концентраторами микроэлементов группы тяжелых металлов и участвуют в детоксикации и регуляции уровня ртутной нагрузки.

В описанную выше закономерность не укладывается лишь динамика аккумуляции ртути в печени с возрастом животных (таб. 2), что лишний раз доказывает эффективную барьерную работу печени. Уровень концентрации ртути в печени у щенков был ниже, чем у особей постарше в 1,9, 2,2 и 2,7 раза соответственно исследуемым возрастным группам.

Таблица 2

Концентрации ртути в печени каспийского тюленя, мг/кг

Table 2

Concentrations of mercury in the liver of the Caspian seal, mg/kg

До года / Up to the year	1-7 лет / 1-7 years	7-12 лет / 7-12 years	12-17 лет / 12-17 years	17-22 лет / 17-22 years	22-27 лет / 22-27 years	27-32 лет / 27-32 years	32-37 лет / 32-37 years
1,93± 0,46	3,64±0,44	4,19±0,87	5,18±1,1	По данным Н.А. Захаровой (2003) According to N.A. Zakharova (2003)			
				8,65± 1,71	10,99 ±2,53	108,00± 12,58	93,99± 10,93

Указанная выше закономерность у самок каспийского тюленя наблюдается и в случае дополнения недостающих данных по уровню накопления ртути в печени старших возрастных групп, полученных Н.А. Захаровой [11]. По мнению автора у самок заметные повышения по общей ртути отмечались в возрасте 27 лет и выше и составляли $108,000 \pm 12,580$ мг/кг против $10,9891 \pm 2,5300$ мг/кг сырого веса в возрасте до 27 лет [11].

Корреляционный анализ продемонстрировал высокую степень сходства в накоплении ртути органами и тканями щенков и тюленей в возрасте 1-7 лет ($r = 0,96$), а также тюленями 7-12 лет и 12-17 лет ($r = 0,99$). Аналогичная корреляция была выявлена М.В. Пастуховым с соав. [9] для байкальских тюленей.

При проведении сравнительного анализа были отмечены тесные положительные

связи между концентрацией ртути в печени и морфологическими характеристиками, такими как возраст ($r = 0,977$), вес ($r = 0,991$), длина ($r = 0,946$), обхват туловища ($r = 0,969$) и толщина подкожного жира ($r = 0,956$) (таб. 3). Т. Ikemoto с соавт. [24], проводя исследования на различных видах тюленей, в т.ч. и на каспийской нерпе, наблюдали позитивную корреляционную связь между накоплением ртути в печени и возрастом ($0,735$). Подобные корреляционные зависимости были описаны М.В. Пастуховым с соавт. [9, 23] у байкальской нерпы, относящейся к одному и тому же роду, что и каспийский тюлень. А также ранее Anas [25] было показано, что у северного морского котика *Callorhinus ursinus* повышение уровня содержания ртути в печени положительно коррелирует с возрастом ($P > 0,001$, $r = +0,84$).

Таблица 3

Корреляционные зависимости

Table 3

Correlation dependences

	Печень /Liver	Почки /Kidney	Желудок /Stomach	Сердце /Heart	Селезенка /Spleen	Кишечник /Intestines	Легкие /Light	Жир /Fat
Возраст / Age	0,977	0,566	0,134	0,146	-0,044	-0,62	-0,586	- 0,505
Вес, кг / Weight, kg	0,991	0,711	0,350	0,426	0,213	-0,404	-0,355	- 0,238



Длина, см / Length, cm	0,946	0,772	0,482	0,551	0,384	-0,229	-0,172	- 0,036
Обхват туловища, см / Torso circumference in cm	0,969	0,818	0,672	0,976	0,368	0,368	-0,997	- 0,788
Толщина подкожного жира, см / the thickness of the subcu- taneous fat, cm	0,956	0,803	0,510	0,589	0,334	-0,217	-0,162	- 0,036

Более слабая статистическая зависимость была обнаружена между концентрацией ртути в почках и биометрическими параметрами зверя: обхват туловища ($r = 0,818$), толщина подкожного жира ($r = 0,803$), длина ($r = 0,772$), вес ($r = 0,711$). Т. Икемото с соавт. [24] выявили сопряженную корреляцию между содержанием ртути в почках и возрастом у байкальской нерпы, каспийского тюленя и северного морского котика ($r = 0,413$). В нашем случае между указанными величинами наблюдалась более высокая корреляция ($r = 0,566$).

Между аккумуляцией ртути желудком и некоторыми морфологическими величинами выявлена слабая, но значимая положительная корреляция: обхват туловища тюленя ($r = 0,672$), толщина подкожного жира ($r = 0,510$), тогда как с остальными параметрами зависимость не установлена.

При выявлении показателя зависимости между накоплением ртути сердцем и морфологическими величинами была обна-

ружена прямая корреляционная связь лишь с обхватом туловища каспийского зверя ($r = 0,976$).

Достоверно значимые результаты обратных корреляционных связей получены при сопоставлении следующих величин: биоаккумуляцией ртути кишечником и возрастом ($r = -0,62$), накоплением металла в легких и обхватом туловища ($r = -0,997$), содержанием ультрамикроэлемента в легких и возрастом ($r = -0,586$), концентрацией ртути жиром и обхватом туловища ($r = -0,788$).

Анализ сопряженного накопления ртути органами и тканями каспийского тюленя показал, что ее содержание в жире и кишечнике тесно коррелирует между собой ($r = 0,96$). Аналогичные тесные связи отмечены между содержанием ртути в сердце и легких ($r = 0,88$), в печени и почках ($r = 0,77$). Связь между остальными органами не достоверна.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Описанные выше данные свидетельствуют о различных системах накопления ртути органами и тканями каспийского тюленя. Это зависит, в первую очередь, от их функциональных особенностей, а также от свойств изучаемого металла. Так, в организм животных и человека ртуть и ее соединения поступают через желудочно-кишечный

тракт, дыхательные пути и кожу. При этом основной путь поступления ртутьсодержащих соединений в организм животных - алиментарный [26]. Поэтому максимальная аккумуляция ртути происходит в печени и почках, являющихся барьерами для проникновения значительного количества ртути в другие органы и ткани каспийских тюленей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Яценко В. Власти Астраханской области озаботились проблемой ртутного загрязнения Каспия // Кавказский Узел. 2010. URL: <http://www.kavkaz-uzel.ru/articles/175677/> (дата обращения: 17.10.2015).
2. Ергалиев Т.Ж., Утепбергенова Ж.Ж. Загрязнение Каспийского моря промышленными отходами // Материалы международного семинара-совещания «Инно-

вационная технология развития нефтяной и газовой промышленности», Атырау, 19-22 февраля, 2003. С. 215-216.

3. Рамочная конвенция по защите морской среды Каспийского моря. URL: <http://www.tehranconvetion.org> (дата обращения: 17.10.2015).



4. Захарова И.А., Кузнецов В.В., Валедская О.М. Оценка состояния популяции тюленя в Каспийском море и прогноз его добычи на 2007 год // Рыбохозяйственные исследования на Каспии. Астрахань: Изд-во КаспНИРХа, 2007. С. 389-401.
5. Современное состояние популяции каспийского тюленя при проведении работ по поиску и разведке нефтегазовых месторождений на лицензионном участке ООО «Каспийская нефтяная компания» в Северном Каспии. Отчет. Астрахань: АГТУ, 2012. 131 с.
6. Санитарные правила и нормы. "Продовольственное сырье и пищевые продукты. Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов". СанПиН 2.3.2.560-96. М.: Госкомэпиднадзор России. 1996. 269 с.
7. Методика М 03-05-99 ООО НПФ «Люмэкс» измерений массовой доли общей ртути в пробах почв, грунтов и донных отложений на анализаторе ртути РА-915+ с приставкой РП-91С // Люмэкс: аналитическое оборудование. URL: <http://www.lumex.ru>. (дата обращения: 17.10.2015).
8. Методические указания по определению ртути, мышьяка, сурьмы и селена с использованием ртутно-гидридного генератора «ГРГ-107». М.: ООО Кортэк, 2004. 45 с.
9. Пастухов М.В., Эпов В.Н., Чешельский Т. М., Алиева В. И., Гребенщикова В. И. Распределение и аккумуляция ртути в байкальской нерпе // Известия Иркутского государственного университета. Серия: Биология, Экология. 2011. Т. 4, N1. С. 56-66.
10. Моисеенко Т.И. Ртуть в гидросфере // Материалы Международного симпозиума «Ртуть в биосфере: эколого-геохимические аспекты», Москва, 7-9 сентября, 2010. М.: ГЕОХИ РАН, 2010. С. 14-19.
11. Захарова Н.А. Количественное содержание микроэлементов в тканях каспийского тюленя // Вестник Астраханского Государственного Технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. Астрахань: изд-во АГТУ. 2004. N2(21). С. 169-171.
12. Kari T., Kauranen P. Mercury and selenium contents of seal from fresh and brackish waters in Finland. Bui. Environ. Contam. Toxicol. 1978. Vol. 19, pp. 273-280.
13. Гаджиев Д.В. Стадийность дифференцировки скелета каспийского тюленя // Морские млекопитающие. Баку, 1978.
14. Frank A., Galgan V., Roos A., Olsson M., Peterson L., Bignert A. Metal concentrations in seals from Swedish waters. Ambio, 1992, pp. 529-538
15. Хураськин Л.С., Почтовая Н.А., Хорошко В.И., Валедская О.М., Кузнецов В.В., Кузнецов Ю.А. Новые данные по патологии каспийского тюленя // Тезисы Всероссийской конференции «Экосистемы морей России в условиях антропогенного стресса (включая промысел)». Астрахань, 1994. С. 213-215.
16. Комов В.Т., Степина Е.С., Гремячих В.А., Поддубная Н.Я., Борисов М.Я. Содержание ртути в органах млекопитающих семейства куньих (Mustelidae) Вологодской области // Поволжский экологический журнал. 2012. N4. С. 385-393
17. Степина Е.С. Содержание ртути в тканях и органах млекопитающих Вологодской области // Материалы Международного симпозиума «Ртуть в биосфере: эколого-геохимические аспекты», Москва, 7-9 сентября, 2010. М.: ГЕОХИ РАН, 2010. С. 314-318.
18. Голованова И.Л. Влияние ртути на пищеварение у животных различных систематических групп // Материалы Международного симпозиума «Ртуть в биосфере: эколого-геохимические аспекты», Москва, 7-9 сентября, 2010. М.: ГЕОХИ РАН, 2010. С. 263-268.
19. Kuntz E., Kuntz Y.-D. Ytpatology. Principles and Practice: History, Morphology, Biochemistry, Diagnostics, Clinic, Therapy. Springer: 2th ed. 2005. 906 p.
20. Немова Н.Н. Биохимические эффекты накопления ртути у рыб. Москва: Наука, 2005. 164 с.
21. Малов А.М., Сибириков В.К., Семенов Е.В. Распределение ртути в некоторых органах и тканях крыс // Токсикологический вестник. 2009. N5. С. 9-14.
22. Watanabe I., Ichihashi Y., Tanabe Sh., Amano M., Miyozaki N., Petrov E.A., Tatsukawa R. Trace Element accumulation in Baikal seal (*Phoca sibirica*) from the lake Baikal. Environmental Pollution. 1996. Vol. 94, N2, pp. 169-179.
23. Пастухов М.В., Чешельский Т. М., Эпов В.Н., Гребенщикова В.И., Алиева В.И. Биоаккумуляция ртути в байкальской нерпе и ее трофической цепи оз. Байкал // Материалы Международного симпозиума «Ртуть в биосфере: эколого-геохимические аспекты», Москва, 7-9 сентября, 2010. М.: ГЕОХИ РАН, 2010. С. 304-309.
24. Ikemoto T., Kunito T., Watanabe I., Yasunaga G., Baba N., Miyazaki N., Petrov E.A., Tanabe Sh. Comparison of trace element accumulation in Baikal seals (*Pusa sibirica*), Caspian seals (*Pusa caspica*) and northern fur seals (*Callorhinus ursinus*). Environmental Pollution. 2004. Vol. 127, pp. 83-97
25. Anas R.E. 1974. Heavy metals in the northern fur seal, *Callorhinus ursinus*, and harbor seal, *Phoca vitulina richardi*. Fish. Bull., 72, pp. 133-137.
26. Жуленко В.Н., Рабинович М.И., Таланов П.А. Ветеринарная токсикология. Москва: Колос, 2001. 392 с.

REFERENCES

1. Yashchenko V. *Vlasti Astrahanskoy oblasti ozabotilis' problemoj rtutnogo zagryazneniya Kaspiya* [Astrakhan oblast authorities attended to the problem of mercury pollution of the Caspian Sea]. Available at: <http://www.kavkaz-uzel.ru/articles/175677> (accessed 17.10.2015)
2. Ergaliev T.Zh., Utepbergenova Zh.Zh. Zagryaznenie Kaspijskogo morya promyshlennymi othodami [Caspian Sea pollution by industrial waste]. *Materialy mezhdunarodnogo seminara-soveshchaniya «Innovacionnaya tekhnologiya razvitiya neftyanoy i gazovoy promyshlennosti»*, Atyrau, 19-22 fevralya 2003 [Proceedings of the international workshop "innovation technology development of the oil and gas industry", Atyrau, 19-22 February 2003]. Atyrau, 2003, pp. 215-216. (in Russian)



3. *Ramochnaya konvenciya po zashchite morskoy sredy Kaspijskogo moray* [Framework Convention for the protection of the marine environment of the Caspian Sea]. Available at: <http://www.tehranconvention.org> (accessed 17.10.2015)
4. Zaharova I.A., Kuznecov V.V., Valedskaya O.M. *Otsenka sostoyaniya populyatsii tyuleny v Kaspiiskom more i prognoz ego dobychi na 2007 god*. [Assessment of the status of populations of seals in the Caspian Sea and its production forecast for 2007 year]. *Rybohozyajstvennye issledovaniya na Kaspii* [Fisheries research in the Caspian Sea]. Astrakhan, KaspNIRH Publ., 2007, pp. 389-401. (in Russian)
5. *Sovremennoe sostoyanie populyatsii kaspiiskogo tyuleny pri provedenii rabot po poisku i razvedke neftegazovykh mestorozhdenii na litsenzionnom uchastke OOO «Kaspiiskaya neftyanaya kompaniya» v Severnom Kaspii* [Contemporary State of the Caspian seal population when carrying out prospecting and exploration of oil and gas fields on the license section of LLC «Caspian oil company in the North Caspian». Report. Astrakhan, Astrakhan State Technical University Publ., 2012, 131 p. (in Russian)
6. Sanitary rules and norms. "Food raw materials and food products. Hygienic requirements for quality and safety of food raw materials and food products". Sanpin 2.3.2. 560-96. Moscow, Goskomepidnadzor Russia Publ., 1996, 269 p. (in Russian)
7. Metodika M 03-05-99 OOO NPF «Lyumehks» izmenenij massovoj doli obshchej rtuti v probah pochv, gruntov i donnykh otlozhenij na analizatore rtuti RA-915+ s pristavkoj RP-91S [Technique of M 03-05-99 "Lumehks" measurements of total mercury in soil samples, soil and sediment on mercury Analyzer RA-915 + with an RP-91S]. Available at: <http://www.lumex.ru> (accessed 17.10.2015)
8. *Metodicheskie ukazaniya po opredeleniyu rtuti, mysh'yaka, sur'my i selena s ispol'zovaniem rtutno-gidridnogo generatora «GRG-107»* [Methodical instructions on defining mercury, arsenic, antimony and selenium using mercury-hydride generator "GRG-107]. Moscow, Kortek Publ., 2004. 45 p. (in Russian)
9. Pastukhov M.V., Epov V.N., Ciesielski T., Alieva V.I., Grebenshchikova V.I. Distribution and bioaccumulation of mercury in Baikal seal. *Izvestiya Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: biologiya, ekologiya* [The Bulletin of Irkutsk State University. Series Biology, Ecology]. 2011, vol. 4, no. 1, pp. 56-66. (in Russian)
10. Moiseenko T.I. Rtut' v gidrosfere [The mercury in the hydrosphere]. *Materialy mezhdunarodnogo simpoziuma «Rtut' v biosfere: jeologiko-geohimicheskie aspekty»*, Moskva, 7-9 sentjabrja 2010. [Proceedings of International Symposium «Mercury in the biosphere: ecological-geochemical aspects», Moscow, 7-9 September 2010]. Moscow, 2010, pp. 14-19. (in Russian)
11. Zaharova N.A. The quantitative content of trace elements in tissues of the Caspian seal. *Vestnik Astrahanskogo Gosudarstvennogo Tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Rybnoe hozyaystvo* [Vestnik of Astrakhan State Technical University Series: fisheries.]. Astrakhan, Astrakhan State Technical University Publ., 2004. no. 2(21), pp. 169-171. (in Russian)
12. Kari T., Kauranen P. Mercury and selenium contents of seal from fresh and brackish waters in Finland. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 1978. Vol. 19, pp. 273-280.
13. Gadzhiev D.V. *Stadiinost' differentsirovki skeleta kaspiiskogo tyuleny* [Stages of differentiation of the skeleton of the Caspian seal] *Morskie mlekopitayushchie* [Marine mammals]. Baku, 1978. (in Russian)
14. Frank A., Galgan V., Roos A., Olsson M., Peterson L., Bignert A. Metal concentrations in seals from Swedish waters. *Ambio*, 1992, pp. 529-538.
15. Huras'kin L.S., Pochtoeva N.A., Horoshko V.I., Valedskaya O.M., Kuznecov V.V., Kuznecov Yu.A. *Novye dannye po patologii kaspiiskogo tyuleny* [New data on the pathology of the Caspian seal] *Tezisy Vserossijskoj konferencii «Ekosistemy morej Rossii v usloviyah antropogennogo stressa (vkluchaya promysel)»* [Abstracts of all Russian Conference "Russian seas Ecosystems in conditions of anthropogenic stress (including fishing)"]. Astrakhan, 1994, pp. 213-215. (in Russian)
16. Komov V.T., Stepina E.S., Gremyachih V.A., Poddubnaya N.Ya., Borisov M.Ya. Contents of mercury in the organs of mammals of the family of Martens (Mustelidae) in Vologda region. *Povolzhskij ehkologicheskij zhurnal* [Povolzhsky ecological journal]. 2012. no. 4. pp. 385-393. (in Russian)
17. Stepina E.S. *Soderzhanie rtuti v tkanyah i organah mlekopitayushchih Vologodskoj oblasti* [The mercury content in the tissues and organs of mammals in Vologda region]. *Materialy mezhdunarodnogo simpoziuma «Rtut' v biosfere: jeologiko-geohimicheskie aspekty»*, Moskva, 7-9 sentjabrja 2010. [Proceedings of International Symposium «Mercury in the biosphere: ecological-geochemical aspects», Moscow, 7-9 September 2010]. Moscow, 2010, pp. 314-318. (in Russian)
18. Golovanova I.L. *Vliyanie rtuti na pishchevarenie u zhivotnykh razlichnykh sistemicheskikh grupp* [Effect of mercury on digestion in animals of different systematic groups] *Materialy mezhdunarodnogo simpoziuma «Rtut' v biosfere: jeologiko-geohimicheskie aspekty»*, Moskva, 7-9 sentjabrja 2010. [Proceedings of International Symposium «Mercury in the biosphere: ecological-geochemical aspects», Moscow, 7-9 September 2010]. Moscow, 2010, pp. 263-268. (in Russian)
19. Kuntz E., Kuntz Y.-D. *Ytpatologiya. Principles and Practice: History, Morphology, Biochemistry, Diagnostics, Clinic, Therapy*. Springer: 2th ed. 2005. 906 p.
20. Nemova N.N. *Biohimicheskie ehffekty nakopleniya rtuti u ryb* [Biochemical effects of mercury accumulation in fish]. Moscow, Nauka Publ., 2005, 164 p. (in Russian)
21. Malov A.M., Sibiryakov V.K., Semenov E.V. Distribution of mercury in certain tissues and organs of rats. *Toksikologicheskij vestnik* [Poison control Messenger]. 2009, no. 5, pp. 9-14. (in Russian)
22. Watanabe I., Ichihashi Y., Tanabe Sh., Amano M., Miyozaki N., Petrov E.A., Tatsukawa R. Trace Element accumulation in Baikal seal (*Phoca sibirica*) from the lake Baikal. *Environmental Pollution*. 1996. Vol. 94, no. 2, pp. 169-179.
23. Pastukhov M.V., Cheshelskiy T. M., Epov V.N., Grebenshchikova V.I., Alieva V.I. *Bioakkumulyatsiya rtuti v bajkal'skoj nerpe i ee troficheskoy cepi oz. Bajkal* [Bioac-



cumulation of mercury in the Baikal nerpa and its food chain. Baikal]. *Materiyaly mezhdunarodnogo simpoziuma «Rtut' v biosfere: jeologiko-geohimicheskie aspekty»*, Moskva, 7-9 sentjabrja 2010. [Proceedings of International Symposium «Mercury in the biosphere: ecological-geochemical aspects», Moscow, 7-9 September 2010]. Moscow, 2010, pp. 304-309. (in Russian)

24. Ikemoto T., Kunito T., Watanabe I., Yasunaga G., Baba N., Miyazaki N., Petrov E.A., Tanabe Sh. Comparison of trace element accumulation in Baikal seals (*Pusa*

sibirica), Caspian seals (*Pusa caspica*) and northern fur seals (*Callorhinus ursinus*). *Environmental Pollution*. 2004. Vol. 127, pp. 83-97

25. Anas R.E. 1974. Heavy metals in the northern fur seal, *Callorhinus ursinus*, and harbor seal, *Phoca vitulina richardi*. *Fish. Bull.*, 72, pp. 133-137.

26. Zhulenko V.N., Rabinovich M.I., Talanov P.A. *Veterinarnaya toksikologiya* [Veterinary toxicology]. Moscow, Kolos Publ., 2001, 392 p. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Татьяна С. Ершова* - кандидат биологических наук, доцент кафедры прикладной биологии и микробиологии, Институт рыбного хозяйства, биологии и природопользования Астраханского государственного технического университета, тел. +7 905 363 07 49, ул. Татищева, 16 Е, Астрахань, 414056 Россия.
E-mail: ershova@mail.ru

Вячеслав Ф. Зайцев - доктор биологических наук, профессор, Заслуженный деятель науки Российской Федерации, зав. кафедрой гидробиологии и общей экологии, Институт рыбного хозяйства, биологии и природопользования Астраханского государственного технического университета, Астрахань, Россия

Критерии авторства

Татьяна С. Ершова проанализировала полученные данные, написала рукопись и несет ответственность за плагиат.

Вячеслав Ф. Зайцев проанализировал полученные данные, проверил рукопись до подачи в редакцию.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 16.11.2015

AUTHOR INFORMATION

Affiliations

Tatiana S. Ershova* - Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of Sub-department of Applied Biochemistry and Microbiology, Institute of Fisheries, Biology and Environmental Sciences, Astrakhan State Technical University, 16 E Tatishchev st., Astrakhan, 414056 Russia. E-mail: ershova@mail.ru

Vyacheslav F. Zaitsev - Doctor of Biological Sciences, Professor, Honored Scientist of the Russian Federation, Head of the Department of Hydrobiology and General Ecology, Institute of Fisheries, Biology and Environmental Sciences, Astrakhan State Technical University, Astrakhan, Russia

Contribution

Tatiana S. Ershova, analyzed the data, wrote the manuscript, and is responsible for avoiding plagiarism.

Vyacheslav F. Zaitsev, analyzed the data, made corrections in the manuscript prior to submission to the editor.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Received 16.11.2015



Экология животных / Ecology of Animals

Оригинальная статья / Original article

УДК 595.7:56.012.2

DOI: 10.18470/1992-1098-2016-1-79-87

К ПАЛЕОФАУНЕ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ (MOLLUSCA, ARTHROPODA; INSECTA) ДИАТОМОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ МЕСТОНАХОЖДЕНИЯ ШАМБ-1 (СИСИАНСКАЯ СВИТА, РАННИЙ ПЛЕЙСТОЦЕН, АРМЕНИЯ)

¹Маргарит А. Марджанян*, ¹Рузанна Г. Арутюнян,

²Лаура Дж. Арутюнова, ³Иван Г. Габриелян

¹лаборатория энтомологии и почвенной зоологии, Институт зоологии Научного центра зоологии и гидроэкологии НАН РА, Ереван, Армения, mmargaryan@yahoo.com

²лаборатория общей гельминтологии и паразитологии, Институт зоологии Научного центра зоологии и гидроэкологии НАН РА, Ереван, Армения

³отдел систематики и географии высших растений, Институт ботаники НАН РА, Ереван, Армения

Резюме. Цель. Изучение фоссильных насекомых из диатомовых отложений местонахождения Шамб – 1 Сисианской свиты (ранний плейстоцен). **Материал и методы.** Материалом для изучения послужили коллекции ископаемых растений и животных Института ботаники Национальной академии наук Республики Армения и сборы авторов. Материал обработан и подготовлен к изучению общепринятыми в палеонтологии методами для отпечатков и остатков ископаемых насекомых из диатомовых отложений. Просмотрены 654 образца: 2 образца с отпечатками моллюсков, 652 образца со следами насекомых, из них на 291 образце сохранность следов позволила определить их до отряда, семейства, рода и вида. **Результаты.** Изученный материал относится к типам Mollusca и Arthropoda (Insecta). Насекомые (Insecta) представлены видами отрядов Orthoptera (2 сем.), Homoptera (1 сем.), Heteroptera (2 сем.), Coleoptera (15 сем.), Hymenoptera (2 сем.), Diptera (1 сем.). Среди них жесткокрылые доминируют и представлены видами семейств – Carabidae, Dytiscidae, Hydrophilidae, Histeridae, Staphylinidae, Silphidae, Elateridae, Buprestidae, Lampyridae, Scarabaeidae, Chrysomelidae, Tenebrionidae, Coccinellidae, Cerambycidae, Curculionidae. **Выводы.** Проведен анализ таксономического состава палеофауны, который соответствует рецентной фауне, и с учетом современных экологических характеристик систематических групп, видов предложена версия палеоландшафтов и палеоклимата в раннем плейстоцене в изученном местонахождении Шамб-1.

Ключевые слова: таксономический состав, моллюски, насекомые, диатомиты, плейстоцен, Сисианская свита, Армения.

Формат цитирования: Марджанян М.А., Арутюнян Р.Г., Арутюнова Л.Дж., Габриелян И.Г. К палеофауне беспозвоночных животных (Mollusca, Arthropoda; Insecta) диатомовых отложений местонахождения Шамб-1 (Сисианская свита, ранний плейстоцен, Армения) // Юг России: экология, развитие. 2016. Т.11, N1. С.79-87. DOI: 10.18470/1992-1098-2016-1-79-87

ON THE PALEOFAUNA INVERTEBRATES (MOLLUSCA, ARTHROPODA; INSECTA) OF DIATOMITE DEPOSITS OF SHAMB-1 LOCALITY (SISIAN SUITE, EARLY PLEISTOCENE, ARMENIA)

¹Margarit A. Marjanyan*, ¹Ruzanna G. Harutyunyan,

²Laura J. Harutyunova, ³Ivan G. Gabrielyan

¹Laboratory of Entomology and Soil Zoology, Institute of Zoology, Scientific Centre of Zoology and Hydroecology NAS RA, Yerevan, Armenia, mmargaryan@yahoo.com

²Laboratory of General Helminthology and Parasitology, Institute of Zoology, Scientific Centre of Zoology and Hydroecology NAS RA, Yerevan, Armenia

³Department of Higher plant Systematic and Geography, Institute of Botany NAS RA, Yerevan, Armenia

Abstract. Aim. The study of fossil insects from diatomaceous sediments of Shamb-1 locality of Sisian Suite (Early Pleistocene). The collection of fossils plants and animals of Institute of Botany of NAS RA and authors' findings



served as **material** for study. **Methods.** The material is processed and prepared for study by conventional methods in paleontology for prints and fossils of insects from diatomaceous sediments. There are 654 samples studied: 2 samples were with mollusks' imprints and 652 samples with imprints of insects, from which preserved marks on 291 samples allowed to identify them up to order, family, genus and species. **Results.** The studied material refers to the Mollusca and Arthropoda (Insecta) types. Insects are represented by species of orders Orthoptera (2 fam.), Homoptera (1 fam.), Heteroptera (2 fam.), Coleoptera (15 fam.), Hymenoptera (2 fam.), Diptera (1 fam.). Coleopteras dominate among them and are presented with following species of the family – Carabidae, Dytiscidae, Hydrophilidae, Histeridae, Staphylinidae, Silphidae, Elateridae, Buprestidae, Lampyridae, Scarabaeidae, Chrysomelidae, Tenebrionidae, Coccinellidae, Cerambycidae, Curculionidae. **Main conclusions.** An analysis of the taxonomic composition of paleofauna was done, which corresponds to the recent fauna and with considering modern ecological characteristics of systematical groups and species. In the investigated location of Shamb-1 a version is suggested about the palaeolandscapes and palaeoclimate in the Early Pleistocene.

Keywords: taxonomic composition, molluscs, insects, diatomite, Pleistocene, Sisian Suite, Armenia.

For citation: Marjanyan M.A., Harutyunyan R.G., Harutyunova L.J., Gabrielyan I.G. On the paleofauna invertebrates (Mollusca, Arthropoda; Insecta) of diatomite deposits of Shamb-1 locality (Sisian suite, early Pleistocene, Armenia). *South of Russia: ecology, development*. 2016, vol. 11, no. 1, pp. 79-87. (in Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2016-1-79-87

ВВЕДЕНИЕ

Палеонтологические исследования по беспозвоночной фауне на территории Армении носили случайный характер. В 1940-х гг. впервые известным ботаником и палеоботаником Арменом Леоновичем Тахтаджяном были обнаружены следы насекомых из Сисианской свиты (Армения). В 1980-х годах сбор фоссильных насекомых, оттуда же, проводила Н.Г. Гохтун, а в дальнейшем с 1990 по 2015 гг. палеонтологический материал собирался сотрудниками Института ботаники НАН РА и совместно с зоологами были организованы экспедиции для сбора материала и полевых работ. В Сисианской свите в 23 местонахождениях обнаружены следы (отпечатки, остатки) насекомых и моллюсков. Нами выявлен таксономический состав насекомых и моллюсков из местонахождений Брнакот-2 [1, 2], Уйц-2 [3], Лцен-2 [4], Дарбас-2, Толорс-2, Ашотаван-2, Агиту-1, Воротан-1. Данная статья является про-

должением работ по изучению ископаемой фауны насекомых и моллюсков Сисианской свиты. Местонахождение Шамб-1 находится в южной Армении, недалеко от г. Сисиана, в окрестностях села Шамб. Отложения с видимой мощностью 150 м, протяженностью около 800 м, в виде обнажений диатомитов, диатомовых глин, глинистых и песчаных диатомитов. Данный механический состав отложений (осадков) обычно обуславливает хорошую сохранность следов насекомых, тем более раковин моллюсков. Однако большинство образцов со следами насекомых оказались малоинформативными и определены до Insecta sp., а встречаемость следов моллюсков – редкая. Отложения Шамб-1 в свою очередь нами условно обозначены от **a** – до **k**, где **a** (слой Shm-1/a) измеряется 1,5 млн лет, **k** (слой Shm-1/k) – 935 тыс. лет.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

При изучении материала придерживались общепринятых в палеонтологии методик и терминологии [5]. Полевой материал проходил камеральную обработку: образцы со следами насекомых подвергались очистке, шлифовке с целью возможно полного открытия отпечатка или остатка насекомых. В дальнейшем при просмотре с биноклем следы дорабатывались с помощью энтомологической булавки. Измерялась длина, иногда и ширина отпечатков или остатков насекомых. Просмотрены 4120 образцов из

Шамба-1, из них со следами насекомых выделено 652 образца и 2 – отпечатка раковины брюхоногого моллюска.

Насекомые в отложениях сохранились в виде остатков или отпечатков расчлененных частей тела и, чаще всего, встречаются брюшко, крыло или крылья, иногда – части груди, реже – голова и конечности. У разных групп насекомых, ввиду особенностей строения тела, степени хитинизации покровов, отмечена специфичная тафономия. Так, **прямокрылые** (Orthoptera, Acrididae) обыч-



но захоронены сбоку, обнаружены в виде крыльев, отпечатка задней ноги, структуры ее коленной области [6] и шипов голени, реже прослеживается контур тела и головы, изредка архитектура заднего бедра. **Полужесткокрылые** (Heteroptera) сохранились в основном в виде отпечатков брюшка (вентрально), иногда – и контура переднеспинки и первой пары крыльев. **Жуки** (Coleoptera) сохранились в виде брюшка (вентрально), надкрылья(ий), крыльев, головатрубки, головы, отдельных ног, иногда – тела без ног,

и изредка отмечены внутренние структуры (эдеагус, метэндостернит), которые учитываются в современной классификации насекомых. **Перепончатокрылые** (Hymenoptera) сохранились, в основном, в виде брюшка, части груди, крыла или пары передних и задних крыльев. Тафономия остальных групп насекомых из-за их малочисленности нам осталась неизвестной.

Для морфо-таксономического сравнения были использованы коллекции насекомых Института зоологии НАН РА.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Изучение ископаемого материала местонахождения Шамб дополнило и внесло коррективы в познание таксономического состава беспозвоночных животных в раннем плейстоцене, в целом Сисианской свиты, в частности – данного местонахождения.

Малакофауна данного местонахождения представлена моллюсками сем. Lymnaeidae, подрода Stagnicola, виды которого – обитатели родниковых речек и, в настоящее время, встречаются в бассейне реки Аракс до 2010-2300 м н.у.м. [7].

Следы насекомых на 291 образце определены до отряда (6), семейства (22), а более информативные следы – до рода (13) и вида (5). Ниже приводим таблицу 1 таксонов, обнаруженных нами отпечатков представителей насекомых из изученного местонахождения с коллекционными номерами, куда не вошли 334 номера со следами насекомых определенных как Insecta indet.

По данным таблицы 1, таксономический состав насекомых соответствует рецентной фауне, и поэтому приводим современную экологическую характеристику для каждой группы, вида. Доминирующей группой являются жуки, представленные 15 семействами, из них долгоносики (Curculionidae) многочисленнее остальных и

сохранились лучше – остатки тела, головатрубки, груди и других частей с важными диагностическими признаками. Представители семейства, в основном, из подсемейства Lixinae. Заселяют сухие станции: пески, открытые хорошо прогреваемые участки с ксерофильной растительностью, развиваются в тканях растений или в почве, близ их корней. Связаны с маревыми, сложноцветными и с другими компонентами флоры пустынь и сухих степей [8].

Жужелицы (Carabidae): большинство видов обитают в почве или в ее верхних слоях, под лесной подстилкой, многие заселяют, исключительно, берег водоемов, некоторые встречаются на растениях; обычно хищники, поедают насекомых, их личинок, моллюсков (слизней), червей. Среди них отмечены полифаги, а, также, фитофаги, предпочитающие злаковую растительность. Виды рода *Cicindela* заселяют разные биотопы и нуждаются в наличии влажной почвы для рытья личиночных нор, большинство видов связано с берегами водоемов (озер или текучих вод), некоторые виды встречаются на переувлажненных солончаках или в лесу и на лугах, предпочитают легкие почвы.

Таблица 1

Таксономический состав насекомых местонахождения Шамб-1

Table 1

Taxonomical composition of Insects of locality Shamb-1

Таксон / Taxa	Коллекционный номер / Collection number	Итого / Total
Orthoptera	Shm-04/22c; Shm-04/113; Shm-04/113A; Shm-06/115	4
1. Acrididae	133/30; 176/30; 196/30; 30-Shm/158 и т.д./etc.	23
2. Tettigoniidae	01-Shm/136	1
Heteroptera	116/30; 116A/30; 270b/30; Shm-05/184a и т.д./etc.	6
1. Pentatomidae	30-Shm/65; 30-Shm/65A; 30-Shm/67 и т.д./etc.	9



<i>Graphosoma lineatum</i>	30-Shm-/308; 30- Shm/308A; 01- Shm/127; 01- Shm/127A	4
2.Reduviidae	1099/30; 1099A/30	2
Homoptera		
1.Cicadoidea, Cicadinea	30-Shm/644; 30- Shm/644A; Shm-05/335c	3
Coleoptera	Shm-06/14b; Shm-06/67b; Shm-06/112 и т.д./etc.	103
1.Carabidae	652b/30; 30- Shm /503; Shm-04/147 и т.д./etc.	6
<i>Cicindela sp.</i>	Shm-07/143	1
<i>Amara sp.</i>	118-30	1
<i>Harpalus sp.</i>	Shm-05/390	1
2.Dytiscidae	Shm-05/391;	1
3.Hydrophilidae		
<i>Hydrobius fuscipes</i>	01-Shm /123; 01-Shm /135; 01-Shm /135A	3
<i>Georissus sp.</i>	Shm-04/30b	1
4.Histeridae	229/30; 386b/30; 30- Shm/425	3
5.Staphylinidae	30-Shm/166	1
6.Silphidae	30-Shm/528; Shm-07/43	2
<i>Silpha obscura</i>	Shm-05/55	1
<i>Thanatophilus sp.</i>	Shm-05/305; Shm-05/305A	2
7.Elateridae	30-Shm/601b	1
8.Buprestidae		
<i>Acmaeodera sp.</i>	01-Shm /137; 01-Shm /137A	2
9.Lampyridae	Shm-04/120; Shm-04/120A	2
10. Scarabaeidae	30-Shm/161	1
<i>Onthophagus sp.</i>	Shm-05/207; Shm-05/207A; Shm-05/426b и т.д./etc.	5
<i>Aphodius sp.</i>	Shm-05/206; Shm-05/319a	2
<i>Melolontha acerus</i>	30-Shm/306; 30-Shm/306A; 30-Shm/603	3
11. Chrysomelidae	30-Shm/309	1
12.Tenebrionidae	Shm-05/205A	1
13.Coccinellidae	Shm-06/27d	1
14.Cerambycidae	Shm-03/22	1
15.Curculionidae	110/30; 123b/30;129/30;136/30; 158/30 и т.д./etc.	43
<i>Lixus incanescens</i>	30-Shm/108; 30-Shm/108A; 30-Shm/168	3
<i>Lixus ascani</i>	30-Shm/529	1
<i>Lixus cardui</i>	01-Shm /121; 01-Shm /121A; 01-Shm /122; 01-Shm /122A	4
<i>Lixus sp.</i>	187/30; 207(232)/30; 217/30; 1098/30; 1098A/30 и т.д./etc.	8
<i>Larinus sp.</i>	567b/30;1094/30; 1095/30;1096/30 и т.д./etc.	9
<i>Hylobius sp.</i>	01-Shm/133	1
Hymenoptera	689/30; 1045/30; 30-Shm/43; 30-Shm/165 и т.д./etc.	12
1.Apidae	Shm-05/76; Shm-05/76A; Shm-05/165 и т.д./etc.	5
2.Formicidae	198/30	1
Diptera	312b/30; Shm-04/116c; Shm-05/68a; Shm-07/95 и т.д./etc.	5
1. Bombyliidae	30-Shm/423, 423A	2
Итого / Total 22 сем./fam., 13 под/gen., 7 вид/sp.		291

Хищники, питаются трупами, охотно пьют и могут высасывать воду из влажного песка (кусая его). Виды рода *Amara* встречаются на пастбищах, в основном питаются растениями. Представители рода *Harpalus* развиваются в почве в течение 1-2 лет, личинки и имаго фитофаги и хищники, питаются корешками, зернами, молодыми всходами разных травянистых растений, в том числе и древесных пород и мелкими беспозвоночными [9].

Плавунцы (Dytiscidae): имаго и личинки обитают в воде, предпочитают пресноводные водоемы, некоторые и солоноватые, куколка развивается в почве; хищники, иногда поедают водоросли, питаются, в основном, насекомыми разных стадий развития (имаго, личинка, яйцо), и другими видами беспозвоночных животных, истребляют личинок земноводных и рыб [10].

Водолюбы (Hydrophilidae): большинство водных видов, в том числе виды р.



Hydrobius, обитают в пресноводных водоемах, некоторые лишь в солоноватых, многие заселяют как виды рода *Georissus* околоводную полосу берега водоема, среди них отмечены сапрофаги, полифаги, хищники [11].

Карапузики (*Histeridae*) заселяют почву – навоз, падаль, разлагающиеся растительные и животного происхождения остатки, древесину, ходы насекомых, под корой, некоторые муравейники, гнезда и норы позвоночных; хищники, в основном питаются личинками других насекомых, иногда сапрофаги [12].

Стафилиниды (*Staphylinidae*) обитают в гниющих органических остатках, под камнями, во мху, под опавшей листвой, под корой, в грибах, пляжи, в гнездах млекопитающих и птиц, в муравейниках. Хищники.

Мертвоеды (*Silphidae*) – виды рода *Thanatophilus* sp. и *Silpha obscura* полифаги: хищники и фитофаги, их личинки питаются всходами злаков, свеклой, репой.

Щелкуны (*Elaeteridae*) заселяют почву, приводную береговую полосу водоемов, почву, лесную подстилку, гнилую древесину; полифаги, сапрофаги и фитофаги [13].

Златки (*Buprestidae*) виды рода *Acmaeodera* заселяют древесину и травянистые растения.

Пластинчатоусые (*Scarabaeidae*) заселяют почву – навоз, навоз, гнилую древесину, иногда солому; питаются навозом, древесной трухой, корешками растений, изредка злаками; большинство видов связаны со степным или полупустынным ландшафтами, характерных представителей леса нет, но среди них имеются мезофильные виды, которые придерживаются берегов водоемов леса и ксерофитных участков. Виды рода *Onthophagus* – калоеды, личинки в земляных норах наполненных навозом, виды рода *Aphodius* развиваются в навозе, некоторые – в растительных остатках или в запасах других навозников – землероев и калоедов, личинки живут либо в самой куче навоза, либо непосредственно под ней. А виды *Melolontha*, известные из Армении, заселяют песчаные поймы рек (*M. aceris*) или придерживаются лесных опушек и прогалин (*M. pectoralis*). Питаются, в основном личинки, реже имаго молодыми листьями и почками всевозможных лиственных деревьев [14].

Отпечатки червеобразного тела определены как виды семейства *Lampryidae*, их фауна для региона слабо изучена и для Кав-

каза отмечен вид, истребляющий брюхоногих моллюсков.

Виды семейства *Coccinellidae* заселяют полости под камнями, деревья – там, где обитает их жертва. Большинство из них хищники, питаются мелкими насекомыми, некоторые фитофаги.

Виды семейства *Tenebrionidae*, в основном, обитатели засушливых территорий – характерные элементы фауны степей и пустынь. В лесной зоне немногочисленны и заселяют полости под корой или древесные грибы. Они полифаги, редко фитофаги.

Виды семейства *Chrysomelidae* встречаются обычно на листьях и на наземных частях растений, также на цветах, реже на почве. Питаются растительным детритом, растениями.

Виды семейства *Cerambycidae* заселяют древесину, стебли растений, редко почву. Питаются листьями и молодой корой и часто собираются на вытекающем из деревьев соке, выедают пестики и тычинки цветов. Их личинки в лесной зоне питаются древесиной, предпочитают зараженные грибами деревья, в безлесных степях и пустынях встречаются у корней растений.

Перепончатокрылые (*Hymenoptera*) количественно намного уступают жукам и представлены 2 семействами: *Apidae* и *Formicidae*. Виды этих семейств пчелы (*Apidae*) и муравьи (*Formicidae*) общественные, одиночные, гнездятся под мхом, сухими листьями, в почве, норках (мышей и белок), в сухих стеблях растений, в пустых раковинах моллюсков, в галлах и пр. Строят гнезда из растительных остатков, песка, растительной смолы, воска и все это обрабатывают секретом слюны. Кормят потомство пыльцой, обработанной слюной – пыльцевым тестом. Питаются нектаром и пыльцой цветков разных растений, падалью, сладкими выделениями животного (тлей) и растительного происхождения [15].

Полужесткокрылые (*Heteroptera*) представлены видами из семейств щитников *Pentatomidae* и хищнецов *Reduviidae*. Виды *Pentatomidae* встречаются во всех основных биогеографических областях, термофильны и ксерофильны, большинство фитофаги и заселяют хорошо освещенные, с богатой растительностью участки [16]. Виды семейства *Reduviidae* встречаются на деревьях, в траве, на земле, под камнями, некоторые прячутся в гнездах белок, сорок и сорокопу-



тов и в норах других позвоночных, только ночью выходят в поисках добычи; типичные хищники и охотятся за различными насекомыми.

Отпечатки Cicadoidea (Homoptera) с длиной не более 8-14мм, соответствует длине представителей Cicadinea и, поэтому, сочли верным отнести их к этому подсемейству, виды которого заселяют почву и растения, питаются их разными частями, вплоть до корешков, обычно яйца откладывают под корой деревьев или кожей травянистых растений. Как и виды Pentatomidae термофильны: активны при среднесуточной температуре +18 - +25°C, при температуре ниже +10°C и выше +30 - +35°C менее активны [17], ниже +7 - +9°C и выше +35 - +40°C впадают в оцепенение. Фитофаги: по трофическим связям различают полифитофагов, олигофитофагов, монофитофагов.

Прямкрылые (Orthoptera) представлены 2-мя семействами: кузнечиковые (Tettigoniidae) и саранчовые (Acrididae). Последние, как и щитники, обитатели сходных стадий, но, в отличие от них, хищники, хорошие пловцы и обычные элементы пойменной фауны водоемов [18].

Из двукрылых (Diptera) особо хорошо сохранились представители семейства жужжал (Bombyliidae) с длинным хоботком, с характерной длинной густой волосистостью, с коренастым телом длиной 6-12мм. С помощью хоботка имаго питается нектаром цветков, высасывая нектар из глубоких венчиков. Личинки: паразиты насекомых – в основном пчел, саранчовых, бабочек. Они проникают в гнезда указанных насекомых и высасывают соки личинок (пчел, бабочек и др. насекомых), у саранчовых проникают в кубышки и пожирают их яйца.

Палеоэнтомофауна данной местности состоит из представителей основных 6

крупных отрядов насекомых, распространенных почти во всех биогеографических областях, в том числе и в Армении. Здесь, в отличие от состава энтомофауны местонахождений Брнакот-2, Уйц-2, Дарбас-2, Лцен-2, Толорс-2, следов ручейников не обнаружено, а следы стрекозы известны лишь из Брнакота. Таксономический состав перепончатокрылых сходен с таковым местонахождения Брнакот-2 и отличается от местонахождения Уйц-2 отсутствием следов семейств Sphecidae и Vespidae. В Шамбе-1 из изученных местонахождений Брнакот-2, Уйц-2, Дарбас-2, Лцен-2, Ашотаван-1, Толорс-2, Воротан-1, Агиту-1 жесткокрылые отличаются богатым разнообразием и представлены 15 семействами, 13 родами и 4 видами (табл.1). Такое богатое разнообразие жесткокрылых и находка следов двукрылых семейства Bombyliidae лишь отсюда, вероятно обусловлено сравнительно более богатым ископаемым материалом, чем из остальных местонахождений (табл.2). Наличие хищников, сапрофагов, фитофагов и паразитов (Bombyliidae) подтверждает версию о развитой и богатой разнообразием энтомофауне, с уже установившимися взаимозависимыми и взаимообусловленными, трофическими связями. Энтомофауна изученных местонахождений Брнакот-2, Уйц-2, Дарбас-2, Лцен-2, Ашотаван-1, Толорс-2, Воротан-1, Агиту-1, Шамб-1 – взаимодополняющая и мы склонны считать, что в бассейне среднего течения реки Палеоворотан таксономический состав насекомых в изученных местонахождениях был сходный и сравнительно более богат представлен, чем в настоящее время. В большинстве местонахождений обнаружены калоеды и навозники, которые указывают на наличие развитой позвоночной фауны, о чем свидетельствуют находки костей крупных млекопитающих.

Таблица 2

Общее количество ископаемых насекомых изученных местонахождений
Сисианской свиты

Table 2

Total Amount of fossil insects from studied localities of Sisian Suite

NN	Местонахождение и мощность Locality and thickness	Общее количество образцов Total Amount of samples	Количество образцов с насекомыми (отряд, семейство, род, вид) Amount of samples with insects (ordo, family, genus, species)
1	Брнакот-2/ Brnakot-2 10-12м/м	1138	156 (7 отряд/ordo, 10 сем./fam., 5 род/gen., 3 вид/sp.)



2	Уйц-2/Uyts-2 3-4м/м	1048	131 (5 отряд/ordo, 15 сем./fam., 3 род/gen., 1 вид/sp.)
3	Дарбас-2/Darbas-2 20-30м/м	1045	164 (6 отряд/ordo, 12 сем./fam., 10 род/gen., 2 вид/sp.)
4	Шамб-1/Shamb-1 150м максимум/m max	4120	652 (6 отряд/ordo, 22 сем./fam., 14 род/gen., 5 вид/sp.)
5	Лцен-2/Ltsen-2 3м/м	198	46 (2 отряд/ordo, 4 сем./fam., 4 род/gen., 1 вид/sp.)
6	Толорс-2/Tolors-2 4-5м	282	27 (3 отряд/ordo, 3 сем./fam.)
7	Ашотаван-1/Ashotavan-1 12-15м/м	185	4 (2 отряд/ordo, 2 сем./fam., 1 подсем./subfam.)
8	Воротан-1/Vorotan-1 13-18м/м	83	2 (1 отряд/ordo, 1 сем./fam.)
9	Агиту-1/Aghitu-1 3-5м	25	15 (3 отряд/ordo, 2 сем./fam., 1 род/gen.)
		8124	1197

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исходя из современных экологических характеристик изученных групп животных, некоторые виды являются составными элементами фауны пресных и солоноватых водоемов, светлого леса, открытых пространств. Пресные водоемы представлены в виде стоячих и медленно текущих водоемов (*Hydrobius* sp.), с водной растительностью и подводным течением (*Dytiscidae*), родниковых горных, богатых кислородом, и долинных рек (*Lymnaeidae*, sg. *Stagnicola* sp.). Другие виды насекомых (*Hylobius*, *Melolontha*) указывают на наличие светлого леса с древостоем (*Cerambycidae*), открытых пространств (*Acrididae*, *Tettigoniidae*; *Curculionidae*: *Lixinae*; *Buprestidae*: *Acmaeodera*) с богатой ксерофитной растительностью: злаковых, маревых, зонтичных и других видов растений, характерных для засушливых областей. Приуроченность некоторых видов насекомых (*Lixus*) к солянке (*Salsola*) и солончакам (*Carabidae*: *Cicindela*,

Tenebrionidae) свидетельствует об их наличии (солончаковой почвы). Учитывая среднесуточный температурный оптимум, необходимый для развития цикадовых, предпочтение щитников, саранчовых, некоторых видов перепончатокрылых и подсемейства *Lixinae* (*Coleoptera*, *Curculionidae*) к теплым, аридным условиям, а также аналогичную энтомофауну в изученных местонахождениях региона, считаем вероятным в раннем плейстоцене, в целом в бассейне среднего течения реки Воротан, в частности местонахождении – Шамб-1 формирование теплого и сухого климата.

Изученный ископаемый материал из местонахождения Шамб-1, включает остатки и отпечатки насекомых (*Insecta*) и моллюсков (*Mollusca*), которые соответствуют рецентам фауны региона, и в основном состоит из элементов водной, степной и горно-степной фауны, менее термофильных видов и бедна лесными элементами.

Благодарности: 1. Авторы искренне благодарны коллегам М.Ю. Калашяну в уточнении определения материала по златкам (*Coleoptera*, *Buprestidae*) и В.С. Оганесяну по жужжалам (*Diptera*, *Bombyliidae*). 2. Исследование выполнено при поддержке фонда “Folkswagen Stiftung”.

Acknowledgments: 1. Authors express sincere gratitude to M.Y.Kalashian for clarification of the determination of *Buprestidae* (*Acmaeodera*) and V.S.Hovhannisyan for determination of *Bombyliidae* (*Diptera*). 2. The study was carried out with support of the “Folkswagen Stiftung”.



БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Marjanyan M., Harutyunyan R. Pleistocene fossil entomofauna of Brnarot-2 locality (Sisian suite; South Armenia). 79. Jahrestagung der Paläontologischen Gesellschaft in Bonn, 5-7 Oktober 2009, Terra Nostra. Bonn, 2009, pp. 78-79.
2. Марджанян М.А., Арутюнова Л.Д., Арутюнян Р.Г., Брух А.А., Габриелян И.Г., Василян Д.З. К палеофауне (Mollusca, Insecta, Teleostei) диатомовых отложений местонахождений Уйц и Брнатот (Сисианская свита, плейстоцен) // Биологический журнал Армении. 2011. N4(63). С.30-38.
3. Марджанян М.А., Арутюнова Л.Д., Габриелян И.Г., Арутюнян Р.Г. К палеобиоценозу (Mollusca, Insecta, Angiospermae) Уйцской подгруппы Сисианской верхнеплиоцен – плейстоценовой свиты Армении // Вестник МАНЭБ. 2007. Т.12, N4. С.71-78.
4. Марджанян М.А., Арутюнян Р.Г. К палеоэнтомофауне диатомовых отложений местонахождения Лцен-2 (Сисианская свита, ранний плейстоцен) // Биологический журнал Армении. 2011. N3(63). С.47-50.
5. Жерихин В.В., Пономаренко А.Г., Расницын А.П. Введение в палеоэнтомологию. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. 371 с.
6. Марджанян М.А.. К морфологии коленной области заднего бедра прямокрылых // Энтомологическое обозрение. 2007. Том 86, вып.1. С.15-21.
7. Акрамовский Н.Н. Фауна Армянской ССР. Моллюски (Mollusca). Ереван: Изд.АН АрмССР, 1976. 268 с.
8. Тер-Минасян М.Е. Жуки долгоносики подсемейства Cleoninae фауны СССР. Корневые долгоносики (триба Cleonini). М.: Наука, 1988. 234 с.
9. Яблоков-Хнзорян С.М. Фауна Армянской ССР. Жуки долгоносики. (Carabidae). Ч.1. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1976. 295 с.
10. Зайцев Ф.А. Фауна СССР. Насекомые жесткокрылые. Плавунцовые и вертячки (Dytiscioidea, Gyrinidae). М.-Л.: Наука, 1953. 376 с.
11. Hansen M. The hydrophiloid beetles. Phylogeny, classification and a revision of the genera (Coleoptera, Hydrophiloidea). Biologiske Skrifter. Der Kongelige Danske Videnskabernes Selskab. 40. 1991. 368 p.
12. Крыжановский О.Л., Рейхардт А.Н. Фауна СССР. Жуки надсемейства Histeroidea (Sphaeritidae, Histeridae, Syntelidae). Том 5, вып. 4. М.-Л.: Наука, 1976. 434 с.
13. Марджанян М.А. Фауна Армянской ССР. Щелкуны (Elateridae). Ереван: Изд.АН АрмССР, 1987. 203с.
14. Яблоков-Хнзорян С.М. Фауна Армянской ССР. Пластинчатокрылые (Scarabaeoidea). Ереван: Изд. АН АрмССР, 1967. 225 с.
15. Расницын А.П. Происхождение и эволюция перепончатокрылых. Труды Палеонтологического ин-та АН СССР. Том 174. М.: Наука, 1980. 191 с.
16. Кириченко А.Н. Настоящие полужесткокрылые европейской части СССР (Hemiptera). Определители по фауне СССР. М.: Изд. АН СССР, 1951. 421 с.
17. Митяев И.Д. Цикадовые Казахстана (Homoptera, Cicadinea). Определитель. Алма-Ата: Наука Казахской ССР, 1971. 209 с.
18. Авакян Г.Д. Происхождение и формирование фауны ортоптероидных насекомых Армении // Зоологический сборник АН АрмССР. 1976. N17. С.175-209.

REFERENCES

1. Marjanyan M., Harutyunyan R. Pleistocene fossil entomofauna of Brnarot-2 locality (Sisian suite; South Armenia). 79. Jahrestagung der Paläontologischen Gesellschaft in Bonn, 5-7 Oktober 2009, Terra Nostra. Bonn, 2009, pp. 78-79.
2. Marjanyan M.A., Harutyunova L.D., Harutyunyan R.G., Brukh A.A., Gabrielyan I.G., Vasilyan D.Z. On Palaeofauna (Mollusca, Insecta, Teleostei) of diatomite sediments of Uyts and Brnakot localities (Pleistocene, Sisian suite). Biologicheskij zhurnal Armenii [Biological Journal of Armenia]. 2011, no. 4(63), pp. 30-38. (in Russian)
3. Marjanyan M.A., Harutyunova L.D., Harutyunyan R.G., Gabrielyan I.G. On Paleobiocenose (Mollusca, Insecta, Angiospermae) of the Uyts subgroup of the Sisianian Upper Pliocen – Pleistocene Suite of Armenia. Vestnik MANEB [Vestnik LAELPS]. 2007. vol.12, no.4, pp. 71-78.(in Russian)
4. Marjanyan M.A., Harutyunyan R.G. On Palaeoentomofauna of diatomite sediments of Ltsen-2 locality (Sisian suite, Early Pleistocene). Biologicheskij zhurnal Armenii [Biological Journal of Armenia]. 2011, no. 3(63). pp. 47-50. (in Russian)
5. Zherikhin V.V., Ponomarenko A.G., Rasnitsyn A.P. Vvedenie v paleoentomologiyu [The introduction to the Paleoentomology]. Moscow, Association of Scientific Publ., 2008. 371 p. (in Russian)
6. Marjanyan M.A. On the morphology of the genal part of hind femur of Orthoptera. Entomologicheskoe obozrenie [Entomological review]. 2007, vol. 86, iss.1, pp.15-21. (in Russian)
7. Akramovskiy N.N. Fauna Armyanskoy SSR. Mollyuski (Mollusca) [Fauna of the Armenian SSR. Mollusca]. Yerevan, Acad. of Science of ArmSSR Publ., 1976. 268 p. (in Russian)
8. Ter-Minasyan M.E. Zhuki dolgoosiki podsemeystva Cleoninae fauny SSSR. Kornevye dolgoosiki (triba Cleonini) [The weevil beetles of the subfamily Cleoninae of the fauna of the USSR. (Cleonini)]. Moscow, Nauka Publ., 1988. 234 p. (in Russian)
9. Iablokov – Khnzorian S.M. Fauna Armyanskoy SSR. Zhuzhelicy. (Carabidae) [Fauna of the Armenian SSR. Carabidae]. Part 1. Yerevan, Acad. of Science of ArmSSR Publ., 1976. 295 p. (in Russian)
10. Zaitsev F.A. Fauna SSSR. Nasekomye zhestkokrylye. Plavuntsovy i vertyachki (Dytiscioidea, Gyrinidae) [Fauna of USSR. Insects. The beetles. Dytiscioidea, Gyrinidae]. Moscow-Leningrad, Nauka Publ., 1953. 376 p. (in Russian)



11. Hansen M. The hydrophiloid beetles. Phylogeny, classification and a revision of the genera (Coleoptera, Hydrophiloidea). Biologiske Skrifter. Der Kongelige Danske Videnskabernes Selskab. 1991. 40. 368 p.
12. Kryzhanovskiy O.L., Reichardt A.N. *Fauna SSSR. Zhuki nadsemeistva Histeroidea (Sphaeritidae, Histeridae, Syntelidae)* [Beetles of superfamily Histeroidea (Sphaeritidae, Histeridae, Syntelidae)]. Vol. 5, iss. 4, Moscow-Leningrad, Nauka Publ., 1976. 434 p. (in Russian)
13. Mardjanian M.A. *Fauna Armyanskoy SSR. Nasekomye. Tshelkuny (Elateridae)* [The Fauna of the Armenian SSR. Insecten, beetles. Elateridae]. Yerevan, Acad. of Science of ArmSSR Publ., 1987. 203 p. (in Russian).
14. Iablokov-Khnzorian S.M. *Fauna Armyanskoy SSR. Platinchatusye (Scarabaeioidea)* [The Fauna of Armenian SSR. Scarabaeioidea]. Yerevan, Acad. of Science of ArmSSR Publ., 1967. 225 p. (in Russian).
15. Rasnitsyn A.P. *Proiskhozhdenie i evolyutsiya pereponchatokrylykh* [The Genesis and the Evolution of Hymenoptera]. *Trudy Paleontologicheskogo instituta AN SSSR. Tom 174* [Actions of Paleontological in-t of AS of USSR, Vol.174]. Moscow, Nauka Publ., 1980. 191 p. (in Russian)
16. Kirichenko A.N. *Nastoyashchie poluzhestkokrylye evropeiskoi chasti SSSR (Hemiptera). Opredeliteli po faune SSSR* [Hemiptera of European part of USSR. Keys on the fauna USSR]. Moscow, Academy of Science of USSR Publ., 1951. 421 p. (in Russian)
17. Mityaev I.D. *Tsikadovye Kazakhstana (Homoptera, Cicadinea). Opredelitel'* [Cicadinea of Kazakhstan (Homoptera). Key]. Alma-Ata, Nauka of Kazakhian SSR Publ., 1971. 209 p. (in Russian).
18. Avakian G.D. On the genesis and formation of the Orthopteroiden fauna of Armenia. *Zoologicheskii sbornik Akad. Nauk ArmSSR* [Zoological papers Acad. of Science of ArmSSR]. 1976, no.17, pp. 175-209. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Маргарит А. Марджанян* – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, лаборатория энтомологии и почвенной зоологии, Институт зоологии Научного центра зоологии и гидробиологии НАН РА, тел. +37410-281510, ул. П.Севака 7, 0014, Ереван, Армения, mmargaryan@yahoo.com

Рузанна Г. Арутюнян – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, лаборатория энтомологии и почвенной зоологии Институт зоологии Научного центра зоологии и гидробиологии НАН РА, Ереван, Армения, harruz@yandex.ru

Лаура Дж. Арутюнова – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, лаборатория общей гельминтологии и паразитологии Институт зоологии Научного центра зоологии и гидробиологии НАН РА, Ереван, Армения.

Иван Г. Габриелян – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, отдел систематики и географии высших растений, Институт ботаники НАН РА, Ереван, Армения.

Критерии авторства

Ответственность за работу и предоставленные сведения несут все авторы. Все авторы в равной степени участвовали в этой работе.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 19.10.2015

AUTHORS INFORMATION

Affiliations

Margarit A. Marjanyan* – Doctor of Biology, Senior Researcher, Laboratory of Entomology and Soil Zoology, Institute of Zoology, Scientific Centre of Zoology and Hydroecology NAS RA, tel. +37410-281510, P.Sevak str.7, 0014, Yerevan, Armenia, mmargaryan@yahoo.com

Ruzanna G. Harutyunyan – Doctor of Biology, Senior Researcher, Laboratory of Entomology and Soil Zoology, Institute of Zoology, Scientific Centre of Zoology and Hydroecology NAS RA, Yerevan, Armenia, harruz@yandex.ru

Laura J. Harutyunova – Doctor of Biology, Senior Researcher, Laboratory of General Helminthology and Parasitology, Institute of Zoology, Scientific Centre of Zoology and Hydroecology NAS RA, Yerevan, Armenia.

Ivan G. Gabrielyan – Doctor of Biology, Senior Researcher, Department of Higher plant Systematic and Geography, Institute of Botany NAS RA, Yerevan, Armenia.

Contribution

Responsibility for the work and information provided is carried all the authors. All authors have been equally involved in this research.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Received 19.10.2015



Экология животных / Ecology of Animals

Оригинальная статья / Original article

УДК 502.1:59.009:591.5

DOI: 10.18470/1992-1098-2016-1-88-103

САЙГАК (*SAIGA TATARICA* L.) - ИСЧЕЗАЮЩИЙ В РОССИИ ВИД

^{1,2}Виктор А. Миноранский*, ¹Василий И. Даньков

¹Ассоциация «Живая природа степи», Ростов-на-Дону, Россия, eco@aaanet.ru

²кафедра зоологии, Академия биологии и биотехнологии имени Д.И. Иванова
Южного федерального университета, Ростов-на-Дону, Россия

Резюме. Цель. Сайгак (*Saiga tatarica* L.) является последним сохранившимся в России характерным степным видом копытных, находящимся в наши дни на грани исчезновения. Целью данной статьи является оценка современного состояния сайгака в России, выяснение причин сокращения его поголовья и ареала, разработка рекомендаций по сохранению этого вида. **Методы.** Приводимый в работе материал является результатом анализа имеющихся литературных данных по сайгаку, собственных наблюдений за животными в 1959-2015 гг. в природе и различных питомниках, в том числе в организованном в 2004 г. Центре редких животных европейских степей, где содержатся сайгаки. **Результаты.** В статье освещаются вопросы динамики численности и распространения сайгака в последние века, причины сокращения его количества, предпринимаемые меры по охране данного вида, современное его состояние. Рассматриваются конкретные мероприятия по сохранению сайгака в современных условиях. Приводится опыт Ассоциации «Живая природа степи», разработавшей биотехнологию разведения сайгака в питомниках, зоопарках и на фермах. В её вольерах много лет содержится самовоспроизводящаяся группировка этих животных. **Выводы.** В настоящее время сайгак в России является исчезающим видом, и сохранение его здесь требует применения государством и общественностью срочных серьезных мер по охране и восстановлению численности, включая разведение в искусственных условиях и выпуск в природу.

Ключевые слова: сайгак, Россия, исчезающий вид, количество, охрана, разведение, ассоциация «Живая природа степи».

Формат цитирования: Миноранский В.А., Даньков В.И. Сайгак (*Saiga tatarica* L.) - исчезающий в России вид // Юг России: экология, развитие. 2016. Т.11, N1. С.88-103. DOI: 10.18470/1992-1098-2016-1-88-103

SAIGA TATARICA L. RUSSIA'S ENDANGERED SPECIES

^{1,2}Viktor A. Minoranskiy*, ¹Vasily I. Dankov

¹Association "Wildlife of the Steppe", Rostov-on-Don, Russia, eco@aaanet.ru

²Department of Zoology, D.I. Ivanov Academy of Biology and Biotechnology,
Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia

Abstract. Aim. The saiga antelope (*Saiga tatarica* L.) is the last hoofed mammal surviving in the Russian steppe which is on the verge of extinction today. The aim of this article is to assess the current state of the saiga in Russia, determine the causes of the reduction in its population and area and to develop recommendations for the conservation of this species. **Methods.** The material, presented in the paper, is the result of the analysis of the available literature sources on the Saiga, personal observations on the animals in the period of 1959-2015 in nature and various nurseries, including the Center for rare animals of European steppes founded in 2004. **Results.** The article highlights the issues of population dynamics in Saiga distributions in the last century, the reasons for the reduction in its amount, the measures taken for the protection of this species and its present condition. We consider specific measures for Saiga conservation in the modern world. We also take into account the experience of the Association "Wildlife of the Steppe", where they have developed the biotechnology of breeding Saiga in nurseries, zoos and farms. And for many years this association has been home for self-reproducing groupings of this animal. **Main conclusions.** Currently, Saiga antelope in Russia is an endangered species, and conservation requires the state and public to take serious urgent measures to protect and restore the population, including breeding in artificial conditions and release into the wild.

Keywords: Saiga, Russia, endangered species, number, protection, breeding, Association "Wildlife of the Steppe".



For citation: Minoranskii V.A., Dankov V.I. *Saiga tatarica* L. Russia's endangered species. *South of Russia: ecology, development*. 2016, vol. 11, no. 1, pp. 88-103. (in Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2016-1-88-103

ВВЕДЕНИЕ

В 1992 г. на конференции ООН по окружающей среде в Рио-де-Жанейро руководители 140 государств мира подписали Конвенцию о биологическом разнообразии. Было показано, что биоразнообразие является одним из основных условий устойчивого развития общества, и его сохранение – важнейшая задача человечества. К основным его функциям относятся средообразующая, продукционная, информационная, духовно-эстетическая и другие. Нарушение природных экосистем приводит к снижению средообразующей функции биоразнообразия и устойчивости этих экосистем, к падению плодородия почв и биоресурсов, загрязнению водных и наземных экосистем, возрастанию роли патогенных микроорганизмов, сорняков, вредителей культурных растений, паразитов и переносчиков болезней человека и животных, другим негативным для людей явлениям. Каждый вид – это неповторимое творение природы, и его исчезновение является безвозвратной потерей для природы и Человека, приводящей обычно к негативной для людей перестройке экосистем.

В России особенно сильно от деятельности людей пострадала степная зона. В Ростовской области (далее РО) 87,3% территории занимают земли сельскохозяйственного назначения. Стихийное, неразумное использование природных ресурсов уже привело к исчезновению многих степных животных, в

том числе и в прошлом промысловых, или включению их в Красные книги (степной хорек – *Mustela eversmanii* Lesson, дрофа – *Otis tarda* L., стрепет – *Tetrax tetrax* L. и т.д.), к негативной перестройке экосистем, к ухудшению экологической ситуации в регионе.

Важнейшими компонентами степей, исторически сыгравшие важную роль в их формировании, являются копытные животные. В результате деятельности людей дикая лошадь-тарпан (*Equus gmelini gmelini* Antonius), как вид исчезла в XIX в., еще раньше исчезли в европейских степях кулан (*Equus hemionus* Pall.), тур или бык дикий (*Bos primigenius* Bojanus), зубр (*Bison bonasus* L.). До наших дней, претерпев на протяжении веков глубокие колебания по распространению и численности из степных копытных, дожил только один вид – сайгак (*Saiga tatarica* L.), или сайга, или степная антилопа. В последние десятилетия поголовье и ареал его резко сократились, и без принятия государством и общественностью дополнительных серьезных экстренных мер по сохранению вида в ближайшее время он исчезнет на территории России. Целью данной статьи является оценка современного состояния сайгака в России, выяснение причин сокращения его поголовья и ареала, разработка рекомендаций по сохранению этого вида.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В прошлом сайгак был широко распространен и исторически на протяжении многих веков являлся важным объектом промысла. Неудивительно, что сведения о нем имеются в многочисленных литературных источниках, различных отчетах и других материалах. Эти данные позволяют достаточно достоверно проследить во времени его распространение, динамику численности, действие различных факторов [1-6] и всесторонне их проанализировать. В начале XX в. этот вид уже находился на грани исчезновения, но, благодаря природоохранным мерам, был восстановлен и опять стал промысловым видом. К настоящему времени его ареал и поголовье опять сократились до минимума, что заставляет совершенствовать

имеющиеся и разрабатывать новые приемы по восстановлению этого вида. Авторы на протяжении многих лет занимаются вопросами сохранения и восстановления сайгака в европейских степях, организовывали и участвовали во многих мероприятиях, связанных с охраной сайгака, создали питомник по искусственному его разведению, в России являющийся единственным в настоящее время. Один из авторов проводит наблюдения за этим видом в европейских степях с 1959 г. В настоящей статье авторы попытались проанализировать имеющиеся литературные сведения и свои исследования по сайгаку, дать критическую оценку современному состоянию вида и рекомендовать ряд мероприятий по его сохранению.



РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В плейстоцене сайгак обитал на огромном пространстве от современной Великобритании на западе до Аляски на востоке, и от Новосибирских островов на севере до Кавказа и Каратау на юге [5]. Будучи «живым ископаемым», он является представителем мамонтовой фауны, расцвет которой наблюдался 50-70 тысяч лет назад, и охватывающей большие пространства Евразии. В последние тысячелетия этот вид сохранился в степной и полупустынных зонах, причем еще несколько веков назад он обитал на территории степей Северной Евразии от предгорий Карпат до Центральной Азии, Китая, Монголии (на большей части подвид *Saiga tatarica tatarica* L., в Монголии – *Saiga tatarica mongolica* Bann.). Вся его морфология и биология несут глубокие черты адаптивного к степям характера [5, 7].

В Европе сайгак в XVII-XVIII вв. встречался по всем степям от р. Волги и Каспийского моря до рек Днепра и Прута, с заходами в лесостепь. По мере увеличения численности населения, распашки и освоения людьми степей, интенсификации промысла распространение и поголовье сайгака сокращались. К концу XVIII – началу XIX вв. он практически исчез из азовско-причерноморских степей. На Дону эта антилопа встречалась в начале XIX в. Е.В. Зверозомб-Зубовский в 1923 г. писал: «... сто лет тому назад (сайга – В.А.) держалась ... многочисленными стадами в Задонских степях 2-го Донского, 1-го Донского и Черкасского начальств, сопредельных с Астраханской губернией и зимним кочевьем калмыков» [8]. К концу XIX в. сайгак отступает за Дон и сохраняется только по левобережью, населяя степи между реками Дон и Волга. К началу XX в. на территории современной РО эту антилопу истребили, и она, возможно, забегала только в приманычские степи. В.В. Богачев [9] в 1903 г. видел «небольшую стайку (сайги) близ границ Астраханской губернии». В Калмыкии стада из 10-50 голов наблюдались в 1927 г., в частности в р-не Красного Худука [10]. В первые десятилетия XX в. его небольшие группы, в общей сложности несколько сотен особей сохранились лишь в глухих местах калмыцкой степи [2]. Некоторые исследователи относили сайгака к исчезнувшему виду.

Несмотря на трудные для страны первые десятилетия XX в. годы, с 1919 г. в Рос-

сии запретили отстрел сайгака, приняли другие охранные меры, которые положительно повлияли на его поголовье и распространение. За несколько десятилетий он из исчезающего вида в СССР перешел в разряд промысловых. Уже к 1940 г. ареал этой степной антилопы на правобережье Волги охватывал большинство районов Калмыкии и в ряде мест она была обычна, а в послевоенные годы животные стали заходить в соседние с территорией современной Калмыкии районы, в том числе в Ростовскую и Астраханскую области, Ставропольский край, Дагестан, Чечено-Ингушетию. В РО сайгак вновь появился в 40-х годах XX века. Ю.М. Ралль отмечал: «Сайгаки нередки в Заветинском и Ремонтненском районах» [11]. В 1948-1949 гг. количество особей европейской группировки антилопы достигало 100 тыс., в 1958-1959 гг. - 811 тыс. экз.[6]. С 1951 г. в Калмыкии начался промысел сайгаков и продолжался он до 1997 г.

В 1958-1960 гг., по нашим наблюдениям, сайгаки встречались в Пролетарском, Орловском и соседних районах юго-востока РО. В окрестностях пос. Маныч Орловского района мы отмечали их в июне-июле ежедневно. Держались животные как небольшими группами по 10-30 особей, так и крупными стадами, включающими сотни и тысячи животных. В большом количестве они собирались на хороших пастбищах, на водопое. В конце июня-июле, в наиболее жаркое время года мы встречали стада из 2000 и более особей, практически ежедневно приходящие в 11.30-12.30 часов по небольшой ложине на водопой в залив Солянка оз. Маныч-Гудило со стороны РО [12, 13]. Животные заходили в воду, некоторые по грудь. Пили они соленую воду (20-25 г/л), которую овцы и крупный рогатый скот не использовали. В 12.30-13.00 часов по той же ложине антилопы медленно возвращались в степь – в места основных пастбищ.

В те годы значительная часть сайгаков, после отела (вторая половина апреля - первая половина мая) основной массы самок в Калмыкии, мигрировала в весенне-летние месяцы в западном направлении. Особенно много их здесь было в жаркие засушливые годы. В РО животные и, прежде всего, молодежь питались более свежей сочной растительностью, росли и накапливали ресурсы, а затем обычно в августе возвращались в



Калмыкию, где зимовали. Доходили они до гг. Сальска и Пролетарска (в те годы станция Пролетарская), пос. Орловского, иногда до п. Красный Маныч и Веселый на Веселовском водохранилище. Подобные миграции в те годы в западном направлении были регулярными, а количество проникающих в восточные районы РО животных определялось погодными условиями, численностью калмыцкой популяции, состоянием кормовых растений в местах обитания в Калмыкии, стравливанием травостоя, другими факторами. Животные постоянно перемещались по степи, что предотвращало сильное стравливание пастбищ. Только около водопоя и по пути к нему они придерживались одних участков, но здесь сайгаки долго не задерживались и не кормились. В те годы из-за острого дефицита пресной воды в районе пос. Маныч, Волочаевский и других немногочисленных поселений, поголовье скота (овец, крупного рогатого скота) оставалось небольшим и травостой не подвергался сильному стравливанию.

Длительный период существования сайгака в открытых ландшафтах дал возможность виду хорошо приспособиться к обитанию в своеобразных климатических условиях степной зоны, приобрести большую экологическую пластичность и жизнеспособность [5, 7, 14]. К многочисленным приспособлениям относится, и растянутость окота у части самок по времени. Отел основной их массы проходил в Калмыкии во второй половина апреля-первой половине мая. Однако часть самок рожала малышей во время дальних и недалеких миграций животных в июне-июле. В течение всего периода наблюдений за сайгаками в РО мы отмечали значительное количество беременных самок, их отел и молодежь разного возраста.

Ежегодно официально отстреливалось до 50 и более тысяч голов (доходило до 100-150 и более тыс. особей в год). В 70-80 годах XX в., при заготовках госпромхозом в Калмыкии, себестоимость 1 ц мяса колебалась от 60 до 82 копеек, а в животноводческих хозяйствах республики себестоимость произведенного 1 ц баранины равнялась 1 руб. 25 коп. [5]. Большое количество добывалось неофициально охотниками, браконьерами практически бесплатно. На протяжении нескольких десятилетий это позволяло полностью обеспечивать ценным диетическим мясом население Калмыкии, восточных рай-

онов РО и других прилегающие к ним территории [15]. Ценным является и хром, получаемый из кожи сайгаков.

Развития орошаемого земледелия и животноводства, не регулируемый массовый отстрел животных, другие причины, лишили сайгака основных мест отела и миграций, привели к снижению в 70-80-е годы XX в. поголовья калмыцкой популяции. В период с 1986 по 1992 гг. их количество в Северо-Западном Прикаспии варьировала от 130 до 168 тыс. голов [16]. Резко их количество упало в кризисные 90-е годы, что было обусловлено антропогенными и природными факторами [17-19]. Огромный урон виду нанес массовый отстрел самцов и продажа через «прозрачные» границы их рогов в Китай для медицинских целей. Стоимость 1 кг рогов на нелегальном рынке в России доходила до 20 тыс. руб. Степь покрылась трупами самцов с отрезанными рогами. Население использует сайгаков, добываемых браконьерами, как источник бесплатного или дешевого мяса. В начале XXI в. 15-17 кг мяса от одного сайгака можно сбыть за 3-4 тыс. руб. [20]. С 1997 г. по 2001 г. численность калмыцкой популяции сайгака снизилась в 15 раз. В 2000 г. сохранилось 24-26 тыс. голов, весной 2001 г. – менее 17,7 тыс.

Уничтожая самцов из-за рогов, браконьеры нарушили половозрастную структуру калмыцкой популяции антилоп. Количество половозрелых самцов для нормального цикла воспроизводства должно находиться на уровне 25-30 %, а в природе она намного ниже. Доля взрослых самцов в популяции составляла всего от 1 до 10 % (в разные годы), а в ноябре 2002 г. – менее 1 % [21]. К сожалению, эта диспропорция в соотношении полов продолжала сохраняться и в последующие годы. В Северо-Западном Прикаспии доля самцов с 3,6% в 2003-2008 гг. снизилась до 1,5% в 2014 г., причем в период гона процент самцов в группировке составлял всего 0,7% в 2003-2008 гг. (средний показатель) и 0,1% в 2014 г. [22]. Это в настоящее время является важнейшим биологическим фактором, ведущим к деградации и исчезновению группировки сайгаков в России.

В последние десятилетия принято ряд мер по сохранению сайгака. С 1995 г. он находится в Приложении II Конвенции о международной торговле видами дикой фауны и флоры (СИТЕС), охраняется WWF.



Международный союз охраны природы (МСОП) в 2002 г. включил сайгака в Красный Список. В России для сохранения этой антилопы были созданы заповедники «Черные земли» (1990 г.) и «Ростовский» (1995 г.), в Астраханской области (2000 г.) – заказник «Степной», ряд других особо охраняемых природных территорий. В Республике Калмыкия Указом (№ 102 от 23 июня 2000 г.) Президента Республики К.Н. Илюмжинова для искусственного содержания и разведения сайгака за счет республиканского бюджета был создан Центр диких животных Республики Калмыкия. Ему выделили 800 га земли со степной растительностью в 60 км от Элисты, в Яшкульском районе, из которых 100 га отвели для возведения вольерного комплекса. В 2001 г. вышел Указ президента Калмыкии «О чрезвычайных мерах по охране и сохранению калмыцкой популяции сайгака». Он включен в Красные книги ряда регионов и стран, приняты другие меры по его охране.

Несмотря на эти меры, поголовье сайгака в Европе продолжает снижаться. В 2008-2009 гг. в Калмыкии обитало 13-15 тыс. особей. Зимой 2009/2010 г. из-за сильного джута и похолодания численность сайгака упала до 8-10 тыс. животных. Падение поголовья животных продолжалось и в последующие годы, опустившись к 2015 г. до 3-4,5 тыс. особей. Причинами этого сокращения являются антропогенные изменения территории обитания сайгака, интенсивное браконьерство, высокая численность питающихся ими волков и др. Широкое использование мяса сайгаков в пищу на протяжении многих десятилетий, их рогов для продажи с 90-х годов, относительная дешевизна мяса антилоп, недостаточная охрана являются важными причинами браконьерства.

В РО, степной Дагестан и другие соседние с Калмыкией районы в последнее десятилетие сайгак заходит редко. Так, в районе заповедника «Ростовский» отдельные его группы наблюдались в 1999, 2006, 2009 и другие годы. В настоящее время в Европе и России сайгак в естественных условиях обитает только на Черных землях в Республике Калмыкия и заказнике «Степной» Астраханской области. В азиатской части территории современной России он в наши дни не обитает. В сложившихся на данный момент социально-экономических, правовых, культурных и других условиях -

перспективы сохранения этого вида в естественных условиях на территории Российской Федерации небольшие.

В азиатской части ареала сайгака, основная масса подвида *Saiga tatarica tatarica* держится в Казахстане. В Западной Монголии живет подвид *Saiga tatarica mongolica*, в 2014 г. его численность составляла около 11-20 тыс. особей [23]. В Казахстане с 1993 по 2003 гг. поголовье антилоп упало с 1 млн. 300 тыс. до 21 тыс. особей. К концу 90-х годов XX в. мировое поголовье этого вида сократилось на 95% и составляло менее 50 000 особей [24]. Для сохранения сайгака государственными структурами, учеными и общественностью Казахстана было принято ряд эффективных мер. Восстановлены существовавшие при СССР мобильные инспекторские группы: 30 групп из 150 инспекторов, оснащенных современными транспортными средствами, спутниковыми средствами связи и навигации, а также аудио-видеоприборами наблюдения, охраняют этих антилоп. Здесь за незаконное добывание, приобретение, хранение, сбыт, ввоз, вывоз, пересылку, перевозку, а равно уничтожение сайгаков и (или) их частей и дериватов установлена уголовная ответственность, предусматривающая лишение свободы сроком до 3 лет с конфискацией имущества, использованного как орудие незаконной добычи животных. Определены размеры возмещения вреда за незаконное изъятие сайгаков. В таможенных структурах начали использовать поисковых собак для обнаружения сайгачьих рогов, незаконно вывозимых из страны. Совместная работа природоохранных структур Казахстана, выполненная при содействии Глобального экологического фонда и Программы развития ООН, привела к увеличению площади ООПТ с 2006 г. почти на 3 млн. га [24, 25]. Для получения данных о жизнедеятельности сайга АСБК совместно с ПО «Охотзоопром» установили 78 спутниковых передатчиков. Все эти и другие меры положительно повлияли на поголовье животных, и в последние годы их количество в Казахстане начало увеличиваться.

Казахстан ратифицировал Конвенцию по сохранению мигрирующих видов диких животных (КМВ), активно реализует Меморандум КМВ о взаимопонимании относительно сохранения, восстановления и устойчивого использования антилопы сайги



(«Сайга МОВ»), включающий создание новых ООПТ, усиление противобраконьерских патрулей, иные мероприятия. Другие партнеры, подписавшие Меморандум, а именно Франкфуртское зоологическое общество и Ассоциация по сохранению биоразнообразия Казахстана (АСБК) оказывают финансовую, а также материально-техническую поддержку для срочного реагирования на различные сложные ситуации. В дополнение к государственным средствам через АСБК на сохранение сайгака и степных экосистем было затрачено более 250 млн. тенге. Альянс по сохранению сайгака, еще один партнер МОВ, предоставляет научное сопровождение этой деятельности.

Благодаря усилиям государственных и негосударственных организаций, специальным программам по сохранению и восстановлению редких и исчезающих видов диких животных, в том числе и сайгаков, их количества к 2015 г. увеличилось до 256,7 тыс. особей, превысив таковое в 2005 г. более чем в 6,4 раз. Бекпакдалинская популяция (крупнейшая в Казахстане), в предыдущие годы находящаяся в критическом состоянии (в 2005 г. численность её не превышала 10 тыс. сайгаков), за 10 лет возросла до 216 тыс. голов (по другим данным до 250 000 особей) [25, 26]. В сохранении сайгака Казахстан стал лидирующим среди государств, где встречается эта антилопа. Во многом это было обусловлено успешной работой природоохранных организаций и реализацией многих инициатив по сохранению вида. Природоохранная деятельность по сохранению и восстановлению численности сайгака на территории Казахстана достойна подражания.

В мае 2015 г. в Казахстане произошла массовая гибель антилоп (самок с детенышами), достигшая масштабов катастрофы. К 30 июня с момента начала падежа было утилизировано 150 044 туш павших сайгаков, что составило более трети всего их поголовья в республике. Авиачеты, проведенные весной, как часть национальной программы мониторинга, показали, что численность Бетпакдалинской популяции сайгака после падежа сократилась более чем вдвое. Вице-министр МСХ Республики Казахстан Ерлан Нысанбаев сказал: «Это потеря – огромный удар по сохранению сайгаков в Казахстане и в мире, т.к. около 90% всемирной популяции сайгака обитает в нашей стране. Очень

больно наблюдать их массовую гибель. Мы создали рабочую группу, которая включает в себя всех соответствующих экспертов, в том числе и международных, и полны решимости выяснить причины и предпринять все возможные усилия, чтобы избежать таких событий в будущем» [24, 27, 28].

Премьер-министр Республики Казахстан Карим Масимов поручил создать правительственную комиссию по выяснению причин падежа сайгаков в 2015 г. на территории Костанайской, Акмолинской и Актыбинской областей. МСХ РК обратилось за помощью в секретариат Боннской конвенции. Для выяснения причин катастрофы Секретариат КМВ направил чрезвычайную миссию, включающую экспертов Королевского ветеринарного колледжа Великобритании, Продовольственной и Сельскохозяйственной организации (ФАО), Франкфуртского зоологического общества (FZS). Предварительные данные показывают, что на катастрофическую смертность сайгака повлияло сочетание экологических и биологических факторов (бактерии пастереллы, вызывающие геморрагическую септицемию, тимпания, др.). Высокая смертность сайгаков в Казахстане отмечалась и в прошлом, в частности в 1988 (погибло более 400 тыс. особей и на этот уровень популяция так и не вернулась), в 2010 г. (погибло 12000 особей), другие годы [24].

Ситуацией с сайгаком озабочены МСОП, ФАО, WWF, СИТЕС, Секретариат КМВ и другие организации. По классификации МСОП он отнесен к животным, находящимся на грани исчезновения. Разработан Меморандум КМВ по сайгаку (Сайга МОВ), который подписали все государства его ареала (Казахстан, Монголия, Россия, Туркменистан, Узбекистан), а также сотрудничающие организации (АСБК, Фауна и Флора Интернешнл, FZS, Международный совет по охоте и охране дикой природы – CIC, МСОП/КВВ, Альянс по сохранению сайгака, Общество охраны дикой природы, WWF, др.). Вопросы сохранения степной антилопы постоянно обсуждаются на многочисленных конференциях, симпозиумах, съездах, рабочих совещаниях по охране природы, биоразнообразия, животного мира, конкретно данного вида. К сожалению, в настоящее время перспективы сохранения и восстановления сайгака в природных условиях в Европе ми-



нимальные (пока они имеются), а в Азии данный вид находится под угрозой.

С 26 по 29.10.2015 г. в Ташкенте прошло 3-е совещание «Сайга МОВ», в котором приняли участие сотрудники стран пописавших Меморандум, представители Китая, Секретариата СИТЕС, Минприроды России, Степного проекта ГЭФ, Секретариат КМВ, Альянса по сохранению сайгака, WWF России, IFAW и других организаций. Директор Департамента государственной политики и регулирования в сфере охраны окружающей среды Минприроды России Д.М. Беланович констатировал, что состояние популяции сайгака в Северо-Западном Прикаспии критическое, численность, вероятно, не превышает 4,5 тыс. особей, а тенденция к снижению сохраняется [28]. Принята Среднесрочная международная рабочая Программа на 2016-2020 гг. По представлению Минприроды РФ Россия взяла на себя обязательства по прекращению снижения численности сайгака, намерена стабилизировать популяцию антилоп Северо-Западного Прикаспия и содействовать её увеличению в течение 5 лет. Стратегической целью реализации Программы является восстановление популяции сайгака до уровня устойчивого использования [29]. Будет разработан национальный План действий по восстановлению и охране популяции. Хотелось бы верить, что данные мероприятия в отведенные сроки Минприродой РФ на этот раз будут реализованы и в течение ближайших 5 лет поголовье естественной популяции в России возрастет.

Выступая на 3-м совещании участников МОВ Д.М. Беланович отметил: «Дальнейшая судьба сайгака зависит от оперативности и эффективности решений, принимаемых теми государствами, где этот вид еще встречается». Вероятно, оперативность и эффективность использования природоохранных мер являются одними из основных постулатов сохранения вида в России. К концу XX-началу XXI вв. ареал и поголовье сайгака резко сократились, и в различных инстанциях международного и национального уровня начали относить этот вид в группу редких, исчезающих. Уже в 2004 г., по нашему настоянию и согласованию с региональными органами власти, его включили в Красную книгу РО [30], как редкий вид, с мерами охраны. Позднее он вошел в Красные книги некоторых других регионов. Сайгак включен и во 2-е издание Красной книги

РО [31], однако в мерах по его охране сообщалось: «Специальные меры охраны не разработаны», что совершенно неверно, т.к. имеются региональные, федеральные и международные меры охраны.

В Калмыкии, где находится основное поголовье антилоп в России, сайгака не включили даже в Красную книгу Республики Калмыкия [32], и он оставался охотничьим животным, которого добывали браконьеры. Причины этому: несовершенство законодательной основы, ведомственная разобщенность при решении природоохранных проблем, безосновательные надежды на рост численности животных, опасение к прекращению федерального финансирования при смене статуса вида, выделяемого на его охрану и др. Результаты действия этих причин более, чем красноречивы по показателям поголовья сайгаков в XXI в. Лишь 10.03.2015 г. Постановлением № 86 Правительства Республики Калмыкия этот вид вошел в данную книгу. О необходимости включения сайгака в Красную книгу РФ, говорилось на Международной конференции по сайгаку, проведенной Ассоциацией «Живая природа степи» 28-30.05.2013 г. в пос. Орловский РО и записано в её резолюции. Это было согласовано с присутствующим на конференции начальником отдела охраны, использования и государственного мониторинга охотничьих ресурсов и среды их обитания Департамента государственной политики и регулирования в области охоты и сохранения охотничьих ресурсов Минприроды РФ (А.П. Межневым), и внесено в резолюцию конференции, переданную в Минприроду России с предложением включить этот вид в Красную книгу РФ. С подачи Минприроды РФ Председатель Правительства РФ Д. Медведев подписал Постановление от 31.10. 2013 г. № 978 "Об утверждении перечня особо ценных диких животных и водных биологических ресурсов, принадлежащих к видам, занесенным в Красную книгу Российской Федерации и (или) охраняемым международными договорами Российской Федерации, для целей статей 226.1 и 258.1 Уголовного кодекса Российской Федерации"

Наряду с амурским тигром, леопардом и некоторыми другими животными, в этот список вошел и сайгак (Рис.1). За нанесение ущерба данному виду, добычу, покупку или продажу животных введены большие штра-



фы и уголовная ответственность. В Уголовный кодекс РФ, добавлена ст. 258.1. «Незаконные добыча и оборот особо ценных диких животных и водных биологических ресурсов, принадлежащих к видам, занесенным в Красную книгу Российской Федерации и (или) охраняемым международными

договорами Российской Федерации». За незаконную добычу сайгаков предусматривается лишение свободы до 3 лет и штраф до 1 млн. руб., поскольку сайгак внесен в приложение 2 Конвенции СИТЕС (к сожалению, как свидетельствуют материалы Saiga News, других СМИ, браконьерство остается).



Рис.1. Самец сайгака (Saiga tatarica L.)

Fig.1. Saiga (Saiga tatarica L.)

Прошло более двух лет после конференции по сайгаку в Орловском районе РО, и на 3-ем совещании участников МОВ в октябре 2015 г. опять обсуждался вопрос о включении этого вида в Красную книгу РФ, и представитель Минприроды РФ официально сообщил, что он будет внесен в данную книгу [29]. Неспециалисту трудно разобраться в этом вопросе и понять, почему уже более 10 лет обсуждается включение исчезающего вида - сайгака в Красную книгу РФ. Возможно чиновники введут его в эту книгу после того как антилопа исчезнет в стране.

По итогам 3-го совещания участников МОВ в Ташкенте была утверждена Среднесрочная международная рабочая Программа на 2016-2020 гг. Стратегической её целью является восстановление популяции сайгака до уровня устойчивого использования [29]. Будет разработан Национальный План действий по восстановлению и охране популяции. Различные программы, планы по сохранению сайгака предлагались, разрабатывались и принимались неоднократно ранее, однако многие их пункты не реализовались, а ситуация с сайгаком ухудшалась. Необходи-

мы государственный подход, политическая, финансовая и другая поддержка.

Резолюция конференции по сайгаку в пос. Орловском в 2013 г. рекомендовала Минприроды РФ разработать и принять целевую Федеральную программу по сохранению этого вида в России, включая содержание и разведение его особей в искусственных условиях, увеличение количества питомников. Этот вопрос обсуждался также на Международный экологический форум «У нас одна Земля. В гармонии с природой», и в его резолюции также отмечена необходимость формирования целевой Федеральной программы по сохранению этого вида. На конференции по сайгаку в пос. Орловском, на экологическом Форуме на Красной Поляне, на 3-ем совещание «Сайга МОВ» в Ташкенте, в их резолюциях отмечены мероприятия по сохранению сайгака. К ним относятся совершенствование нормативной правовой базы охраны животных, включение сайгака в Красную книгу РФ (лучше поздно, чем никогда), разработка и принятие целевой Федеральной программы по сохранению вида, восстановление оперативного отряда с современным техническим оснаще-



нием по охране антилоп в Республике Калмыкия (в прошлом он имелся, его с положительными результатами воссоздали в Казахстане), обеспечение работ по сайгаку квалифицированным научным сопровождением, организация эффективного государственного учета численности и мониторинга животных (с включением современной наземной техники, беспилотных летательных аппаратов, спутников и др.) и ряд других. Есть надежда, что в ближайшее время такая государственная программа в России будет разработана, принята, начнет реализовываться, и сохранит сайгака в естественной среде на территории страны.

Важное место в целевой Федеральной программе по сохранению сайгака должно отводиться их содержанию и разведению в искусственных условиях. Не исключая использование различные мероприятия по охране сайгака в природных условиях, к важным приемам его сохранения мы относим размножение и содержание этой антилопы в питомниках, зоопарках, сафари-парках и на фермах. Разведение животных в неволе относится к одному из стратегических направлений, предложенных рабочей группой по вольерному разведению животных Комиссии МСОП по выживанию видов. Имеется немало примеров, когда исчезнувшие в природе или стоящие на грани истребления животные виды успешно сохранены в питомниках и зоопарках (олень Давида – *Elaphurus davidianus*, аравийский орикс – *Oryx leucoryx*, зубр – *Bison bonasus*, лошадь Пржевальского – *Equus przewalskii* и др.), и в последствие выпущены в природу.

В XIX-XX вв. попытки содержания сайгаков в вольерах имели место во многих зоопарках России, Америки, Европы и Азии, в том числе в зоопарках Берлина, Кельна, Гамбурга, Антверпена, Бремена, Праги, Лондона, Нью-Йорка, Чикаго, Даллеса, Сан-Диего, Сан-Франциско и многих других городов мира, в том числе и в зоопарках СССР [5, 7]. Однако везде из-за повышенной реактивности отмечалась их высокая смертность, короткий период жизни в вольерах. Как правило, большая часть животных здесь погибала в течение первого года жизни. Особенно высока смертность молодняка в первые месяцы жизни. Продолжительность жизни сайгаков редко превышала 3 года, и лишь отдельные особи доживали до 5-10 лет. Данное обстоятельство, в конечном итоге,

привело к отказу всех зоопарков от содержания сайгаков. Содержание животных в вольерах связано с такими моментами их жизнедеятельности, как постоянное движение, смена кормовых растений, большая пугливость и быстрый набор высокой скорости при испуге, сложные социальные отношения в группах и большое напряжение их в период гона, другими.

В тоже время П.С. Паллас, другие ученые и специалисты отмечали, что при доброжелательном отношении сайгаки не боятся человека, легко приручаются и подпускают людей на расстояние в несколько десятков метров. В прошлом описаны случаи обитания этих животных в крестьянских дворах и свободного выпаса их вместе со скотом. Так, В.В. Богачев [9], писавший о нахождении сайга близ границ Астраханской губернии, отмечал об обитании «несколько штук в неволе у конезаводчиков». Нередкие случаи приручения сайгаков местным населением в Калмыкии отмечались и в 1927 г. [10]. В природе часто наблюдается использование сайгаками совместно с овцами и крупным рогатым скотом общих пастбищ и водопоев. При соприкосновении их групп антилопы могут даже рассредоточиваться между особями домашних животных. Сайгак – полигамное животное, и относится к одним из наиболее плодовитых копытных. Он поедает многие виды растений, в том числе и ядовитые, которые домашний скот не использует. Пьет пресную и соленую воду. Эти и другие биологические особенности позволяют сайгаку выживать в сложных, меняющихся условиях.

Имеется опыт содержания антилоп в питомниках. В заповедник «Аскания-Нова» (Украина) с 1888 по 1958 гг. завезли 19 партий сайги; поступали они сюда и в 1971 г., но устойчивого стада не получали. Лишь с 1979 г., когда завезенные животные были размещены в загонах 807 и 1550 га, началось формирование современного стада сайгака [33-35]. В 2003 г. в пос. Бударено создали питомник «Сайгак» ФГУ «Государственное охотничье хозяйство «Астраханское», где в 2003 и 2007 г. выпустили 50 и 35 сайгачат. Работы начались успешно, однако, вспышка пастерелллёза в 2009 г., вызвала гибель животных.

Значительных успехов в разведении сайгаков в неволе добились в созданном в 2000 г. казенном учреждении - Центре ди-



ких животных в Калмыкии, где проф. Ю.Н. Арылов наладил содержание животных и сформировал самовоспроизводящуюся группировку антилоп. К сожалению, весной 2014 г. бюджетное финансирование этого Центра было сокращено, а в середине лета произошла катастрофическая гибель всех животных в общем вольере по невыясненным причинам. Правительство РК издало распоряжение № 305-р от 01.10.2014 г. о ликвидации Центра и его закрытие. Есть надежда, что он будет передан под юрисдикцию заповедника «Черные земли» в качестве еще одного визит-центра с федеральным бюджетом и сохранением возможности продолжать работы, проводившиеся ранее. В 2015 г. этот Центр как питомник искусственного содержания и разведения сайгака не функционировал.

На Дону работы по вольерному содержанию сайгака были организованы Ассоциацией «Живая природа степи» (далее Ассоциация) в Центре редких животных европейских степей (далее Центр) (пос. Кундрюченский Орловского р-на РО). Одна из задач Центра - не только разработка методов разведения животных в неволе, но и получение относительно спокойных «одомашненных» особей, способных обитать и размножаться в небольших вольерах ферм, зоопарков и питомников, быть доступными для наблюдений посетителями. В 2004 г. в Центре построили 3 вольера площадью $15 \times 25 \text{ м}^2$ каждый и выпустили 10 молодых животных. К 2013 г., кроме отмеченных 3-х вольеров, здесь имелись: 1 загон размером $21 \times 25 \text{ м}^2$, 1 – $21 \times 21 \text{ м}^2$, 1 – $15 \times 25 \text{ м}^2$, 1 – $10 \times 15 \text{ м}^2$, 3 – $4 \times 8 \text{ м}^2$, 7 – $3 \times 5 \text{ м}^2$. Сайгачата из природы и других питомников, свои слабые малыши и «отказники» содержатся в детском вольере $3 \times 6 \text{ м}^2$ с выгулом $4 \times 6 \text{ м}^2$. В питомнике имеется закрытая 3-х этажная 5-и метровая вышка со смотровыми площадками и стеклянными окнами. С нее посетители наблюдают и фотографируют животных [7].

За годы работы сотрудники Центра проанализировали доступную отечественную и иностранную литературу по содержанию сайгаков в вольерах. Большую консультативную помощь им оказывал проф. Ю.Н. Арылов. Полезные советы были получены от директора биосферного заповедника «Аскания-Нова» им. Ф.Э. Фальц-Фейна, к.б.н. В.С. Гавриленко, сотрудников Института

проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН (ИПЭЭ РАН) - член-корреспондента РАН, директора института, проф. В.В.Рожнова, проф. Б.Д. Абатурова, к.б.н. В.М. Неронова и А.А. Луцкиной, ведущего научного сотрудника ФГУ «Центрохотконтроль» С.В. Сидорова и других.

В Центре разработана оптимальная технология содержания и разведения сайгаков (рис. 2). Выяснены наиболее удобные размеры, конструкции и формы вольеров для успешного нахождения антилоп. Определены корма для взрослых и молодых особей в разные периоды года, время кормления и состав смесей для искусственно выкармливания сайгачат. Установлено и налажено распределение животных по вольерам в зависимости от возраста, пола, физиологического состояния, количества особей. В 2008-2011 гг. удалось значительно сократить смертность животных, сделать её меньше, чем в естественных условиях, довести поголовье до 60-70 экз. и создать самовоспроизводящуюся группировку сайгаков. С 2010 г. увеличение поголовья антилоп в Центре было прекращено. К гону допускаются только отобранные самки 2-го года и старше, а поголовье молодняка ограничивается. Это обусловлено необходимостью постоянного расширения площади питомника, строительства дополнительных сооружений, набора новых сотрудников для обслуживания животных и другими причинами. Используемая технология разведения сайгака, позволяет животным успешно воспроизводиться в питомниках, зоопарках и на фермах. Они быстро привыкают к людям, становятся «одомашненными» и доступными для экотуристов, научных сотрудников. Эти материалы свидетельствуют о возможности успешного разведения сайгаков в вольерах и пополнения ими природных популяций. В настоящее время питомник Ассоциации в России по количеству животных является самым крупным и успешным, а если учесть гибель сайгаков в питомнике «Сайгак» пос. Бударено и Центре диких животных Республики Калмыкия, то и единственным. Ведутся переговоры с Минприродой РФ и другими структурами об увеличении поголовья животных в Центре, передачи технологий разведения антилоп другим питомникам, зоопаркам, фермам и о регулярных выпусках их в природу.



Рис. 2. Сайгаки в вольере Центра редких животных европейских степей
Fig. 2. Saiga antelopes in the aviary Centre of rare animals for European steppes

Для анализа современного состояния сайгака, выяснения возможностей его сохранения и обмена опытом разведения животных в неволе Ассоциация 28-30 мая 2013 г. на базе Центра провела Международную научно-практическую конференцию "Содержание и разведение сайгака (*Saiga tatarica* L.) в искусственных условиях" [14]. В ней участвовали представители Минприроды РФ, ФГБУ "Центрохотконтроль", ЮНЕСКО, исполнительной и законодательной власти РО, сотрудники ЮФУ, ИПЭЭ РАН, ЮНЦ РАН, Института степи УрО РАН, заповедников "Ростовский", "Аскания-Нова" и "Черные земли", Московского и Ростовского зоопарков, Центра диких животных Республики Калмыкия, Института зоологии Республики Казахстан и других структур. К её работе были привлечены сотрудники всех имеющихся питомников по содержанию сайгака. По результатам работы конференции была принята резолюция, включающая основные пути сохранения сайгака в России и других регионах. Важным её разделом стало создание дополнительных питомников по содержанию и разведению антилоп, организация реабилитационного питомника и использование животных на фермах, в зоопарках.

Часть предложений резолюции данной конференции уже реализована. Как отмечено выше, вышло специальное Постановление Правительства РФ № 978 от 31.10.2013 г. об охране животных, включая

сайгака. Рекомендации конференции по увеличению в России количества сайгачьих питомников и организации на юге страны реабилитационного питомника для сайгаков были переданы в Минприроды РФ. Они были согласованы с сотрудниками этого министерства при составлении резолюции конференции. К сожалению, прошло уже более 2,5 лет, а этот пункт резолюции, несмотря на ухудшение ситуации с данным видом в эти годы (крайний недостаток самцов, падение поголовья животных в природе, отсутствие их в зоопарках и питомниках, гибель в Центре диких животных Республики Калмыкия и др.), остается не реализованным. Новые питомники для искусственного разведения и реабилитационный питомник для подготовки выращенных в вольерах животных к выпуску в природные условия не организованы. Пока чиновники из министерства решают (правильнее - не решают) судьбу сайгака он может полностью исчезнуть в России. Несомненно, вопросы разведения сайгака в искусственных условиях также должны войти в Федеральную программу по сохранению данного вида.

Учитывая кризисную ситуацию с сайгаком и его гибель в последние годы в питомниках («Сайга» в пос. Бударено, Центре диких животных в Калмыкии) и природных условиях (в частности, в Республике Казахстан весной 2015 г.), Ассоциация посчитала необходимым разбить имеющихся в её Центре сайгаков на две группы, разместив их в



удаленных друг от друга питомниках. Содержание животных в двух местах – в вольерах Центра и просторном загоне Стационара позволит повысить их безопасность от паразитарных и других болезней, неблагоприятных погодных и других факторов. Смерть животных в одном питомнике не приведет к их гибели в другом, что позволяет создать страховой запас антилоп.

В 2015 г. в окрестностях пос. Маныч, где находится полевой Стационар Ассоциации и обитают многие животные (бизоны, верблюды, ламы, лошади Пржевальского, куланы, олени Давида, яки, буйволы, др.), в естественной степи построили для животных загон площадью 63 га. В новом загоне пробурена артезианская скважина и сооружен водоем с пресной водой для водопоя животных. Часть сайгаков первого и второго года жизни, рожденные в питомнике Центра в пос. Кундрюченском, была перевезена в новый загон на Стационар в пос. Маныч. Расстояние между Центром и Стационаром более 50 км. Перед вывозом из Центра, во время перевозки и на Стационаре животные находились под контролем ветеринарных врачей. Антилопы привозились небольшими группами несколько раз. После перевозки они первоначально размещались в карантинном вольере, где за ними велись наблюдения. Только после этого животных выпускали в большой загон. Первых сайгаков в большой загон поместили 24 августа, вторую – 14 октября. Одновременно велись постоянные наблюдения за поведением животных и их адаптацией к новым условиям. К концу 2015 г. 11 выпущенных сайгаков хорошо освоились с условиями загона, перелиняли. Около доминирующего самца держатся 4 самки, образуя небольшой гарем, а другие самцы и слабые самочки пасутся недалеко в стороне.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Из копытных, обитавших в степном ландшафте России исторически, до наших дней сохранился только сайгак. К 20-ым годам XX в. он был почти полностью истреблен, но благодаря принятым мерам охраны вид восстановил численность и ареал. Во второй половине XX в. он был включен в число промысловых видов и полностью обеспечивал мясом население юго-востока страны. Однако к концу века поголовье его начало сокращаться и к настоящему времени он находится в России в критической ситуации. Проблемы

В этот же загон до появления антилоп выпустили 9 бизонов (2 сентября самка здесь родила теленка) и 8 лошадей Пржевальского, которые держатся самостоятельными группами. Сайгаки спокойно реагируют на лошадей Пржевальского и бизонов, которые также к ним относятся миролюбиво. На пастбище антилопы нередко подходят к лошадям и бизонам на расстояние нескольких десятков метров.

Разработанная в Ассоциации биотехнология содержания сайгака в вольерах и получения «одомашненных» животных дает возможность успешно их разводить на фермах, в питомниках, зоопарках. Её использование создает возможность не только для увеличения поголовья животных в сети вольеров, но и при необходимости через реабилитационные загоны выпускать часть особей и, прежде всего самцов, в природу (в заповедник «Черные земли», в ООПТ Оренбургской области и другие территории, где в прошлом вид обитал). Ассоциация является организацией государственно-частного партнерства. Ее политически и организационно поддерживают государственные и общественные структуры РО, однако финансовая сторона пока не позволяет увеличивать поголовье сайгака до 500 и больше самцов для ежегодных выпусков в природную среду Республики Калмыкия, другие регионы. В последние годы Минприроды РФ не дает разрешения на отлов небольших групп животных в естественных условиях для генетического обновления группировки сайгаков в Ассоциации, что может негативно отразиться на состоянии содержащихся здесь животных. Россия и, прежде всего, ответственные за ресурсы живой природы её государственные структуры, должны сохранить сайгака.

сохранения сайгака много лет обсуждаются на всех уровнях, однако конкретные практические мероприятия решаются или медленно, или так и остаются на уровне обсуждения. Подобная ситуация может в ближайшем будущем привести к его исчезновению в стране.

В них целесообразно включить такие мероприятия, как совершенствование нормативной правовой базы сохранения сайгака, расширение площади особо охраняемых природных территорий в местах современного



распространения и недавнего его обитания, включение вида в Красную книгу РФ, восстановление оперативного отряда с современным техническим оснащением по охране антилоп в Республике Калмыкия, обеспечение работ по сайгаку квалифицированным научным сопровождением, организация эффективного государственного учета численности и мониторинга животных и ряд других.

Важное место в целевой Федеральной программе по сохранению сайгака и национальном Плане действий должно отводиться их содержанию и разведению в искусственных условиях. С целью создания страхового запаса поголовья сайгаков, их резерва для выпуска в природу и передачи в другие питомники, зоопарки, фермы и сафари-парках,

а также для изучения вида, экологического просвещения населения и других целей необходима организация в степной зоне сети государственных, государственно-частных и частных сайгачьих питомников, включая реабилитационные загоны для подготовки животных к выпуску в естественную природу. Разработанная в Ассоциации биотехнология содержания и размножения сайгаков в вольерах с обитанием здесь в течение многих лет самовоспроизводящейся группировкой животных позволяет их успешно держать в зоопарках, сафари-парках, на фермах.

Есть надежда, что в ближайшее время государством будут приняты эффективные конкретные меры по сохранению сайгака, и он как вид сохранится на территории России.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Силантьев А.А. Обзор промысловых охот в России. СПб: Альфарет 1898. 619 с
2. Банников А.Г., Жирнов Л.В., Лебедева Л.С., Фандеев А.А. Биология сайгака. М.: Сельхозгиз, 1961. 336 с.
3. Жирнов Л.В. Возвращенные к жизни. М.: Лесная промышленность, 1982. 224 с.
4. Фадеев В.А., Слудский А.А. Сайгак в Казахстане. Экология, хозяйственное значение. Алма-Ата: Наука, 1982. 160 с.
5. Сайгак: Филогения, систематика, экология, охрана и использование. М.: Типография Россельхозакадемии, 1998. 356 с.
6. Близнюк А.И. Сайгак калмыцкой популяции. Элиста: ЗАОР «НПП «Джангар», 2009. 544 с.
7. Миноранский В.А., Толчеева С.В. Вольерное содержание сайгака (*Saiga tatarica* L.). Ростов-на-Дону: Издательство «Ковчег», 2010. 288 с.
8. Зверозомб-Зубовский Е.В. К познанию фауны млекопитающих Донской области // Материалы по естественно-историческому изучению края. Ростов-на-Дону, 1923. 30 с.
9. Богачев В.В. Животные земли Войска Донского // Очерки географии Всеволодского Войска Донского. Издание Отдела народного Просвещения В.В.Д., 1918. С. 201-231.
10. Орлов Е.И. Материалы к познанию фауны наземных позвоночных Калмыцкой области // Материалы к познанию фауны Нижнего Поволжья. Саратов, 1928. Вып. II. С. 1-47.
11. Ралль Ю.М. Млекопитающие и низшие наземные позвоночные Ростовской области // Ученые записки биолого-почвенного факультета Ростовского-на-Дону государственного университета им. В.М. Молотова. 1953. Т. XIX. Вып. 3. С. 115-126.
12. Миноранский В.А. Маныч-Гудило // Природа. М.: Изд-во АН СССР. 1963, С. 75-80.
13. Харченко В.И., Миноранский В.А. Новые и редкие млекопитающие фауны Ростовской области и Восточного Приазовья // Зоологический журнал. 1967. Т. 46. Вып. 5. С. 781-783.
14. Содержание и разведение сайгака (*Saiga tatarica* L.) в искусственных условиях // Материалы Международной научно-практической конференции. Ростов-на-Дону: Издательство D&V, 2013. 116 с.
15. Миноранский В.А. Животный мир Ростовской области. Ростов-на-Дону: Издательство ООО «ЦВВР», 2002. 360 с
16. Язан Ю.П., Лещенко А.П. Сайгаки в новых экологических условиях Северо-Западного Прикаспия // Сборник научных трудов: «ВСХИЗО – агропромышленному комплексу». М. 1995. С. 122-124.
17. Близнюк А.И., Букреева О.М. Плодовитость и отел сайгака (*Saiga tatarica* L.) калмыцкой популяции на современном этапе // Зоологический журнал. 2000. Том 79, №9. С. 1124-1132.
18. Миноранский В.А., Габунщина Э.Б. Уникальные экосистемы: озеро Маныч-Гудило. Элиста: АПП «Джангар», 2001. 239 с.
19. Абатуров Б.Д., Ларионов К.О., Колесников М.П., Никонова О.А. Состояние и обеспеченность сайгаков кормом на пастбищах с растительностью разных типов // Зоологический журнал, 2005. Том 84. №3. С. 1-14.
20. Сидоров С.В., Букреева О.М. Териофауна России и сопредельных территорий. М., 2007. С. 452.
21. Арылов Ю., Луцкеина А. Современное состояние популяции сайгака в России и меры, необходимые для ее сохранения и устойчивого использования в будущем // Материалы Международного совещания «Традиционные знания и современные технологии для устойчивого развития засушливых экосистем». Элиста. 2004. С. 35.
22. Калмыков В. Мониторинг сайгака на территории заказника «Степной» Астраханской области // Saiga News. 2015. Вып. 19. С. 12-13.



23. Баярбатор Бувейбатар, Буяна Чимеддорж, Ганбат Олонбаатар, Бямбатсерен Пуревдорж и Тодд К. Фуллер. Популяционная численность и факторы, влияющие на распространение сайгака в Западной Монголии // *Saiga News*. 2015. Вып. 19. С. 14-15.
24. Катастрофический падеж сайгаков в Центральной Азии. URL: <http://www.oon.pf/ru/news/20150601/05177.html> (дата обращения: 08.12.2015).
25. Складенко С.Л. Гибель сайги в таких масштабах – наша личная утрата // *Степной бюллетень*. 2015. N43-44. С. 57-58.
26. Цутер Ш., Салемгареев А., Горбунов С. Трагедия в степях Казахстана. Массовая гибель сайгака: причины и перспективы. URL: <http://trv-science.ru/2015/08/11/tragediya-v-stepyakh-kazakhstan/> (дата обращения: 08.12.2015).
27. Катастрофический падеж сайгаков в Центральной Азии. URL: <http://www.unepcom.ru/news/news2015/875-150528saiga.html> (дата обращения: 28.05.2015).
28. Сайгак будет внесен в Красную книгу Российской Федерации URL: <http://www.mnr.gov.ru/news/detail.php?ID=142263> (дата обращения: 18.11.2015).
29. Минприроды России намерено стабилизировать

- популяцию сайгака Северо-Западного Прикаспия в течение 5 лет. URL: <http://www.mnr.gov.ru/news/detail.php?ID=142283&spetial=Y> (дата обращения: 18.11.2015).
30. Красная книга Ростовской области. Т. 1. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения животные. Ростов-на-Дону: Издательство: Малыш. 2004. 364 с.
31. Красная книга Ростовской области. Т. 1. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения животные. Издание 2-е. Ростов-на-Дону: Минприроды Ростовской области. 2014. 280 с.
32. Красная книга Республики Калмыкия. Т.1. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения животные. Элиста: ЗАОР «НПП «Джангар» 2013. 200 с.
33. Треус М.Ю. Реакклиматизация антилопы сайга в зоопарке «Аскания-Нова» // *Научные исследования в зоологических парках*. М. 1993. Вып. 3. С. 76-80.
34. Треус М.Ю., Звезгинцова Н.С. Возвращение антилопы сайги в степи Украины // *Материалы международного симпозиума «Степи Сев. Евразии: стратегия сохранения природного разнообразия и степное природопользование в XXI в.»*. Оренбург. 2000. С. 378-379.
35. Гавриленко В.С. Аскания-Нова – полуприродный питомник сайгака // *Saiga News*. 2009. Вып. 9. С. 14-15.

REFERENCES

1. Silantyev A.A. *Obzor promyslovykh okhot v Rossii* [Study of commercial hunting in Russia]. St. Petersburg, Al'faret Publ., 1898. 619 p. (in Russian)
2. Bannikov A.G., Zhimov L.V., Lebedeva L.S., Fandeev A.A. *Biologiya saigaka* [Biology of the saiga]. Moscow, Sel'khozgiz Publ., 1961. 336 p. (in Russian)
3. Zhimov L.V. *Vozvrashchennyye k zhizni* [Brought back to life]. Moscow, Lesnaya promyshlennost' Publ., 1982. 224 p. (in Russian)
4. Fadeev V.A., Sludskiy A.A. *Saigak v Kazakhstane. Ekologiya, khozyaistvennoe znachenie* [Saigas in Kazakhstan. Ecology, economic aspect]. Alma-Ata, Nauka Publ., 1982. 160 p. (in Russian)
5. *Saigak: Filogeniya, sistematika, ekologiya, okhrana i ispol'zovanie* [The Saiga: phylogeny, systematization, ecology, protection and using]. Moscow, Russian Agricultural Academy Publ., 1998. 356 p. (in Russian)
6. Bliznyuk A.I. *Saigak kalmytskoi populyatsii* [Saiga of the Kalmyk population]. Elista, Dzhangar Publ., 2009. 544 p. (in Russian)
7. Minoranskii V.A., Tolcheeva S.V. *Vol'ernoie sodержanie saigaka (Saiga tatarica L.)* [Keeping saigas in an open-air cage (Saiga tatarica L.)]. Rostov-on-Don, Kovcheg Publ., 2010. 288 p. (in Russian)
8. Zverozomb-Zubovskii E.V. *K poznaniyu fauny mlekopitayushchih Donskoi oblasti. Materialy po estestvenno-istoricheskomu izucheniyu kraya* [Studying the fauna of Don Region mammals. Materials on the natural-historical study of the region]. Rostov-on-Don, 1923. 30 p. (in Russian)
9. Bogachev V.V. *Zhivotnye zemli Vojska Donskogo. Ocherki geografii vsevelikogo Vojska Donskogo*. [Animals on the lands of the Don Cossack Host. Materials on the geography of the Don Cossack Host]. National Education Department of the Don Cossack Host Publ., 1918. pp. 201-231. (in Russian)
10. Orlov E.I. *Materialy k poznaniyu fauny nazemnykh pozvonochnykh Kalmyckoi oblasti. Materialy k poznaniyu fauny Nizhnego Povolzh'ya* [Materials on studying the fauna of terrestrial vertebrate animals in Kalmyk Region. Materials on studying the fauna of Lower Volga Region]. Saratov, 1928, vol. II. pp.1-47. (in Russian)
11. Rall' Yu.M. *Mlekopitajushhie i nizshie nazemnyye pozvonochnye Rostovskoj oblasti. Uchenye zapiski biologo-pochvennogo fakul'teta Rostovskogo-na-Donu gosudarstvennogo universiteta im. V.M. Molotova* [Mammals and lower terrestrial vertebrates in Rostov region. Proceedings of Biology and Soil Studies department of V.M. Molotov Rostov-on-Don State University]. 1953, vol. XIX, iss. 3, pp. 115-126. (in Russian)
12. Minoranskii V.A. *Manych-Gudilo. Priroda* [Manych-Gudilo. Nature]. Moscow, Academy of Sciences of the USSR Publ., 1963. pp. 75-80. (in Russian)
13. Kharchenko V.I., Minoranskii V.A. New and rare mammals of the fauna of Rostov region and the Eastern Azov Region. *Zoologicheskii zhurnal* [Zoological journal]. 1967, vol. 46, iss. 5, pp. 781-783. (in Russian)
14. *Soderzhanie i razvedenie saigaka (Saiga tatarica L.) v iskusstvennykh usloviyakh* [Keeping and breeding saigas (Saiga tatarica L.) in artificial conditions]. *Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Materials of theoretical and practical conference]. Rostov-on-Don, D&V Publ., 2013. 116 p. (in Russian)
15. Minoranskii V.A. *Zhivotnyi mir Rostovskoi oblasti* [The Animals of Rostov Region]. Rostov-on-Don, CBBP



Publ., 2002. 360 p. (in Russian)

16. Yazan Yu.P., Leshchenko A.P. Saigaki v novykh ekologicheskikh usloviyakh Severo-Zapadnogo Prikaspiya [Saigas under the new ecological conditions in the north-west Caspian Sea Region]. *Sbornik nauchnykh trudov: «VSKHIZO – agropromyshlennomu kompleksu»* [Collection of scientific papers "All-Union Agricultural Institute of Distance Education - agro-industrial complex"]. Moscow, 1995, pp. 122-124. (in Russian)

17. Bliznyuk A.I., Bukreeva O.M. Fertility and calving (*Saiga tatarica* L.) of saigas of Kalmyk population at the present stage. *Zoologicheskii zhurnal* [Zoological journal]. 2000, vol. 79, no. 9, pp. 1124-1132. (in Russian)

18. Minoranskii V.A., Gabunshchina E.B. *Unikal'nye ekosistemy: ozero Manych-Gudilo* [The unique ecosystems: Lake Manych-Gudilo]. Elista, Dzhangar Publ., 2001. 239 p. (in Russian)

19. Abaturov B.D., Larionov K.O., Kolesnikov M.P., Nikonova O.A. The state of saigas and the amount of feed on pastures with different types of vegetation. *Zoologicheskii zhurnal* [Zoological journal]. 2005, vol. 84, no. 3, pp. 1-14. (in Russian)

20. Sidorov S.V., Bukreeva O.M. *Teriofauna Rossii i sopredel'nykh territorii* [Teriofauna of Russia and contiguous territories]. Moscow, 2007. 452 p. (in Russian)

21. Arylov Yu., Lushchekina A. *Sovremennoe sostoyanie populyatsii saigaka v Rossii i mery, neobkhodimye dlya ee sokhraneniya i ustoichivogo ispol'zovaniya v budushchem* [The current state of saigas in Russia and necessary measures for protection and sustainable using in future]. *Materialy Mezhdunarodnogo soveshchaniya «Traditsionnye znaniya i sovremennye tekhnologii dlya ustoichivogo razvitiya zasushlivykh ekosistem»* [Materials of International conference "Traditional knowledge and modern technology for the arid ecosystems sustainable development"]. Elista, 2004, p. 35. (in Russian)

22. Kalmykov V. Saiga Monitoring within the Stepnoi sanctuary in Astrakhan Region. *Saiga News* [Saiga News]. 2015, iss. 19, pp. 12-13. (in Russian)

23. Bayarbator Buveibatar, Buyana Chimeddordzh, Ganbat Olonbaatar, Byambatseren Purevdordzh, Todd K. Fuller. Population abundance and factors affecting the distribution of saiga antelopes in western Mongolia. *Saiga News* [Saiga News]. 2015, iss. 19, pp. 14-15. (in Russian)

24. *Katastroficheskii padezh saigakov v Tsentral'noi Azii* [Mass mortality of Saiga Antelopes in Central Asia]. Available at: <http://www.oon.pf/ru/news/20150601/05177.html> (accessed 08.12.2015).

25. Sklyarenko S.L. Mass mortality of saiga is our personal loss. *Stepnoi byulleten'* [Steppe Bulletin]. 2015, no. 43-44, pp. 57-58. (in Russian)

26. Cuter Sh., Salemgareev A., Gorbunov S. *Tragediya*

v stepyakh Kazakhstana. Massovaya gibel' saigaka: prichiny i perspektivy. [Tragedy in Kazakh Steppes. Mass mortality of saiga: causes and prospects]. Available at: <http://trv-science.ru/2015/08/11/tragediya-v-stepyakh-kazakhstana/> (accessed 08.12.2015).

27. *Katastroficheskii padezh saigakov v Tsentral'noi Azii* [Mass mortality of Saiga Antelopes in Central Asia]. Available at: <http://www.unepcom.ru/news/news2015/875-150528saiga.html> (accessed 28.05.2015).

28. *Saigak budet vnesen v Krasnyuyu knigu Rossijskoj Federacii* [The saiga will be included into the Red Book of the Russian Federation]. Available at: <http://www.mnr.gov.ru/news/detail.php?ID=142263> (accessed 18.11.2015).

29. *Minprirody Rossii namereno stabilizirovat' populyatsiyu saigaka Severo-Zapadnogo Prikaspiya v techenie 5 let* [The Ministry of Natural Resources and Ecology of the Russian Federation intends to stabilize the saiga population in the North-Western Caspian sea region in the next 5 years]. Available at: <http://www.mnr.gov.ru/news/detail.php?ID=142283&spetial=Y> (accessed 18.11.2015).

30. *Krasnaya kniga Rostovskoi oblasti. T. 1. Redkie i nakhodyashchiesya pod ugrozoi ischeznoveniya zhivotnye* [Red Book of Rostov Region. Vol. 1. Rare and endangered animals]. Rostov-on-Don, Malysh Publ., 2004. 364 p. (in Russian)

31. *Krasnaya kniga Rostovskoi oblasti. T. 1. Redkie i nakhodyashchiesya pod ugrozoi ischeznoveniya zhivotnye* [Red Book of Rostov Region. Vol. 1. Rare and endangered animals]. 2-nd Edition. Rostov-on-Don, Malysh Publ., 2014. 280 p. (in Russian)

32. *Krasnaya kniga Respubliki Kalmykiya. T.1. Redkie i nakhodyashchiesya pod ugrozoi ischeznoveniya zhivotnye* [Red Book of Republic of Kalmykia. Vol. 1. Rare and endangered animals]. Elista, Dzhangar Publ., 2013. 200 p. (in Russian)

33. Treus M.Yu. *Reaklimatizatsiya antilopy saiga v zooparke «Askaniya-Nova»*. *Nauchnye issledovaniya v zoologicheskikh parkakh* [Reacclimatization of saiga antelope in Askania-Nova Zoo. Scientific research in zoos]. Moscow, 1993, iss. 3, pp. 76-80. (in Russian)

34. Treus M.Yu., Zvegincova N.S. *Vozvrashchenie antilopy saigi v stepi Ukrainy* [The return of saiga antelope to Ukraine steppes]. *Materialy mezhdunarodnogo simpoziuma «Stepi Sev. Evrazii: strategiya sokhraneniya prirodnogo raznoobraziya i stepnoe prirodopol'zovaniya v XXI v.»* [Proceedings of the International Symposium "North Eurasian Steppes: strategies for conserving natural diversity and steppe natural resources management in the XXI century"]. Orenburg, 2000, pp. 378-379. (in Russian)

35. Gavrilenko V.S. Askania Nova, a semi-natural Saiga captive breeding centre. *Saiga News* [Saiga News]. 2009, iss. 9, pp. 14-15. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Виктор А. Миноранский - доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры зоологии, Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Иванова Южного феде-

AUTHOR INFORMATION

Affiliations

Victor A. Minoranskii - Doctor of Agricultural Science, Professor of the Department of Zoology of the Southern Federal University (Rostov-on-Don, Russia), Chairman



рального университета; председатель Президиума Ассоциации «Живая природа степи», тел./факс +7(863) 290-71-57, ул. Тельмана, 10, Ростов-на-Дону, 344011, Россия. e-mail: eco@postmx.ru

Василий И. Даньков - директор Ассоциации «Живая природа степи», Ростов-на-Дону, Россия.

Критерий авторства

Виктор А. Миноранский проанализировал литературные данные, написал рукопись и несет ответственность за плагиат; Василий И. Даньков корректировал рукопись до подачи в редакцию.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 12.12.2015

of Presidium of "The Wild Nature of the Steppe" Association, 10, Telman st., Rostov-on-Don, 344011, Russia. e-mail: eco@postmx.ru

Vasiliy I. Dankov - director of "The Wild Nature of the Steppe" Association, Rostov-on-Don, Russia.

Contribution

Victor A. Minoranskiy, analyzed the published literature sources, wrote the manuscript and responsible for avoiding the plagiarism; Vasiliy I. Dankov, corrected manuscript prior to submission to the editorial board.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Received 12.12.2015



ЭКОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Экология растений / Ecology of Plants

Оригинальная статья / Original article

УДК 581.5; 581.55

DOI: 10.18470/1992-1098-2016-1-104-118

АНАЛИЗ СТРАТЕГИЙ ВЫЖИВАНИЯ ВИДОВ РОДА *ALLIUM* L. РОССИЙСКОЙ ЧАСТИ КАВКАЗА

¹Виктория А. Чадаева*, ²Сафарби Х. Шхагапсоев

¹Республиканский детский эколого-биологический центр
Министерства образования и науки Кабардино-Балкарской Республики,
Нальчик, Россия, balkarochka0787@mail.ru

²Парламент Кабардино-Балкарской Республики, Нальчик, Россия

Резюме. Цель. Данная работа посвящена анализу стратегий выживания 20 видов рода *Allium* российской части Кавказа (Кабардино-Балкария, Карачаево-Черкесия, Северная Осетия-Алания, Ингушетия и Дагестан). **Методы.** Жизненные стратегии дикорастущих луков рассматривали в рамках концепции Раменского-Грайма с использованием наиболее значимых признаков-маркеров на организменном и популяционно-онтогенетическом уровне. **Результаты.** Исследования показали, что для всех изученных видов характерен смешанный тип стратегии с наличием патентной составляющей. Часто, даже морфологически схожие близкородственные виды растений обладают разным набором механизмов устойчивости при произрастании в схожих условиях. Соответственно, особенности формирования жизненной стратегии могут быть использованы в качестве диагностических таксономических признаков при разграничении морфологически близких видов растений. Показано также, что под эффективностью жизненной стратегии целесообразно рассматривать поддержание устойчивости ценопопуляций, так как в стабильных условиях или при постепенных изменениях эколого-фитоценоотического окружения ценопопуляции устойчивы благодаря той или иной компоненте стратегии выживания вида. Соответственно при оценке состояния вида в природе необходимо учитывать особенности его жизненной стратегии, что подразумевает проведение комплексных исследований. **Заключение.** Таким образом, анализ стратегий выживания видов растений позволяет получить большой объем информации, имеющей значение при дифференциации морфологически схожих видов, определении их состояния в природе, выявлении функциональной роли видов в биогеоценозах и их индикаторного значения при оценке степени устойчивости экосистем в целом.

Ключевые слова: *Allium*, стратегия выживания, ценопопуляция, механизмы устойчивости.

Формат цитирования: Чадаева В.А., Шхагапсоев С.Х. Анализ стратегий выживания видов рода *Allium* L. российской части Кавказа // Юг России: экология, развитие. 2016. Т.11, N1. С.104-118. DOI: 10.18470/1992-1098-2016-1-104-118

ANALYSIS OF SURVIVAL STRATEGIES OF SPECIES *ALLIUM* L. IN THE RUSSIAN CAUCASUS

¹Victoria A. Chadaeva*, ²Safarbi H. Shhagapsoev

¹Republican Ecological-biological centre, Nalchik, Russia
balkarochka0787@mail.ru

²Parliament of Kabardino-Balkarian Republic, Nalchik, Russia

Abstract. The aim. The main objective of this work is to analyze the survival strategies of 20 species of the *Allium* genus in the Russian part of the Caucasus (Kabardino-Balkaria, Karachay-Cherkessia, North Ossetia, Ingushetia and Dagestan). **Methods.** Life strategies of wild onions have been considered within the concept of L. Ramensky and J. Grime, using the most significant feature markers at the organismal and population-ontogenetic levels. **Re-**



sults. Studies have shown that all studied species are characterized by the mixed types of strategy with the presence of the patient strategy component. Often, even closely related morphologically similar species have a different set of mechanisms of stability when growing in similar conditions. Accordingly, the features of the formation of life strategies can be used as diagnostic taxonomic characters in distinguishing morphologically similar species. It has also been shown that under the effectiveness of life strategy it is appropriate to consider the maintenance of stability of coenopopulations as in stable conditions or gradual changes in the ecological and phytocenotic environment, coenopopulations are resistant thanks to a particular component of survival strategies. Accordingly, when assessing the status of species in nature it is crucial to take into account the peculiarities of its life strategy, which involves carrying out complex investigations. **Main conclusions.** Thus, the analysis of plant species survival strategies provides a large amount of information important in differentiating morphologically similar species, determining their state in nature, identifying the functional role of species in ecosystems and their indicator values in assessing the degree of resilience of ecosystems as a whole.

Keywords: *Allium*, survival strategy, coenopopulation, resistance mechanisms.

For citation: Chadaeva V.A., Shhagapsoev S.H. Analysis of survival strategies of species *Allium* L. in the Russian Caucasus. *South of Russia: ecology, development*. 2016, vol. 11, no. 1, pp. 104-118. (in Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2016-1-104-118

ВВЕДЕНИЕ

На данный момент понятие «стратегия жизни» рассматривается учеными как комплекс эволюционно возникших адаптаций к флуктуационным и направленным изменениям абиотических и биотических условий, складывающихся в результате оптимизации длительности онтогенеза, способов и темпов размножения, аллокации и долговечности биомассы, индивидуального роста и развития [1] и обеспечивающих виду возможность обитать с другими видами и занимать определенное положение в биоценозах [2], переживать стресс и восстанавливать свою структуру, функции [3]. При этом в рамках наиболее популярной на сегодня концепции эколого-ценотических стратегий Л.Г. Раменского [4] и Дж. Грайма [5] для каждого типа стратегий характерен свой комплекс адаптивных онтогенетических и популяционных признаков, выбор которых многочисленными исследователями осуществляется неоднозначно.

Нами жизненная стратегия (стратегия выживания, эколого-ценотическая, популяционная стратегия, тип поведения) рассматривается как интегральная генетически обусловленная характеристика, определяющая характер комплексного адаптивного ответа вида на воздействия факторов среды, его

функциональную роль в фитоценозе и степень устойчивости на биоценотическом уровне. Выявление и изучение в соответствии с данным подходом комплекса организменных и популяционно-онтогенетических механизмов устойчивости видов в природе позволяет перейти от описательных к аналитическим исследованиям стратегий выживания видов на протяжении значительной части их ареала. Это важно при оценке состояния природных популяций, разработке комплекса научно-обоснованных мероприятий по их охране и рациональному использованию, выявлении функциональной роли видов в фитоценозе и степени устойчивости экосистем в целом.

Соответственно целью данной работы является анализ стратегий выживания 20 видов рода *Allium* L. российской части Кавказа, в том числе выявление наиболее значимых характеристик видов, во многом детерминирующих тип их жизненной стратегии, определение основных общих критериев первичных стратегий дикорастущих луков, анализ понятия «эффективность стратегии выживания» в соответствии с представлениями об устойчивости ценопопуляций (ЦП).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования проводились нами в период с 2008 по 2015 гг. на территории Кабардино-Балкарской и Карачаево-Черкесской Республик, Республик Северной Осетии-Алании, Ингушетии и Дагестан.

Обследованы 221 ценопопуляция (ЦП) 20 видов рода *Allium*: *A. albidum* Fisch. ex Bieb., *A. paniculatum* L., *A. rotundum* L., *A. saxatile* Bieb., *A. atrovioleaceum* Boiss., *A. pseudoflavum* Vved., *A. globosum* Bieb. ex Redoute, *A.*



fuscoviolaceum Fom., *A. victorialis*, *A. inaequale* Janka in Linnaea, *A. szovitsii* R., *A. schoenoprasum* L., *A. erubescens* C. Koch., *A. kunthianum*, *A. ursinum*, *A. gunibicum*, *A. affine*, *A. moschatum* L., *A. sphaerocephalum* L., *A. ruprechtii* Boiss.

Типы эколого-фитоценотической стратегии (С – виоленты, S – пациенты и R – эксплеренты) выделяли в рамках концепции Раменского-Грайма [4, 5]. Кроме того, в соответствии с рекомендациями Т.А. Работнова [6], среди пациентов выделяли экологические, произрастающие в неблагоприятных условиях за счет экологической специализации, и фитоценотические, выживающие под

прессом, виоленты. При определении стратегии выживания учитывали комплекс организменных и популяционно-онтогенетических механизмов устойчивости видов в природе: адаптивные онтогенетические тактики, онтогенетические и репродуктивные стратегии, характер изменчивости возрастной, виталитетной, пространственной и биоморфологической структур, плотности и численности, жизненного состояния ценопопуляций, ритмов фенологического развития [7-9]. Названия жизненных форм дикорастущих луков даны в соответствии с классификацией В.А. Черемушкиной [10].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Из 20 изученных нами видов рода *Allium* четыре (*A. victorialis*, *A. ursinum*, *A. schoenoprasum*, *A. szovitsii*) обладают CSR-стратегией выживания, четыре (*A. saxatile*, *A. gunibicum*, *A. affine*, *A. paniculatum*) – S-стратегией (экологическая и фитоценотическая компонента), остальные – виды с SR-стратегией, причем для *A. moschatum* и *A. ruprechtii* характерна только экотопическая, а для *A. kunthianum* и *A. atroviolaceum* – только фитоценотическая пациентность.

Исследования показали, что некоторые характеристики видов рода *Allium* априори определяют наличие той или иной компоненты в их жизненной стратегии. Так, проявление черт пациентности характерно для изученных дикорастущих луков уже в силу того, что они являются многолетними травянистыми растениями, геофитами с запасующими подземными органами, высыханием большинства листьев в период цветения (кроме *A. albidum*, *A. victorialis*, *A. szovitsii*, *A. schoenoprasum*, *A. ursinum*, *A. gunibicum*), эндогенным типом покоя семян; *A. albidum* и *A. rotundum* при произрастании в горах обладают суккулентными признаками надземных органов, *A. victorialis* и *A. ursinum* – признаками эфемероидности. Виолентная составляющая жизненной стратегии *A. victorialis* и *A. ursinum* в значительной

степени обусловлена крупным габитусом растений, большой общей листовой поверхностью.

Семена дикорастущих луков вне зависимости от условий прорастания также обладают признаками той или иной стратегии выживания. Так, довольно крупные размеры, короткий период сохранения всхожести семян (до года) *A. victorialis*, *A. ursinum*, *A. schoenoprasum*, *A. szovitsii* являются признаками виолентности этих видов. У *A. saxatile*, *A. globosum*, *A. inaequale*, *A. gunibicum*, *A. sphaerocephalon*, *A. paniculatum*, *A. fuscoviolaceum*, *A. pseudoflavum*, *A. ruprechtii* отмечена характерная для пациентов низкая интенсивность прорастания, определяющая постепенное появление всходов и возможность семенного возобновления на случай резких колебаний температурно-водного режима (табл. 1). Для остальных видов выражена высокая интенсивность прорастания семян, свойственная эксплерентам. Долгое сохранение всхожести, способствующее созданию почвенного банка семян, характерно как для некоторых видов со смешанной SR-стратегией *A. albidum* (2 года), *A. schoenoprasum* (3 года), *A. rotundum* (4 года), так и для видов-пациентов *A. saxatile* (4 года), *A. gunibicum*, *A. paniculatum*, *A. affine* (2 года).



Таблица 1

Усредненные в ряду ценопопуляций показатели размеров, интенсивности прорастания и всхожести семян (до полугода хранения)

Table 1

Averaged size indicators among coenopopulations, germination rate and seed germination (up to six months of storage)

Вид Species	Размеры семян The size of seeds $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$		Число дней от появления первого проростка The number of days from the first seedling emergence				Всхожесть семян, % Seed germination, %
	Длина Length	Ширина Width	10	20	30	40	
<i>Allium victorialis</i>	0,27±0,02	0,23±0,01	62	73	73	73	73
<i>Allium ursinum</i>	0,22±0,02	0,20±0,01	52	59	65	65	65
<i>Allium schoenoprasum</i>	0,23±0,02	0,11±0,01	16	23	27	27	27
<i>Allium szovitsii</i>	0,35±0,03	0,15±0,01	40	51	55	55	55
<i>Allium saxatile</i>	0,32±0,04	0,15±0,02	30	44	56	57	57
<i>Allium globosum</i>	0,32±0,04	0,15±0,02	18	21	24	25	25
<i>Allium inaequale</i>	0,23±0,02	0,15±0,01	7	13	21	24	24
<i>Allium gunibicum</i>	0,25±0,02	0,14±0,02	22	27	31	31	31
<i>Allium sphaerocephalon</i>	0,26±0,02	0,14±0,01	22	51	78	89	89
<i>Allium paniculatum</i>	0,34±0,03	0,14±0,01	8	35	44	45	45
<i>Allium fuscoviolaceum</i>	0,28±0,02	0,19±0,02	3	10	17	18	18
<i>Allium pseudoflavum</i>	0,36±0,02	0,15±0,02	29	44	50	54	54
<i>Allium ruprechtii</i>	0,38±0,02	0,17±0,02	24	32	38	38	38
<i>Allium erubescens</i>	0,24±0,01	0,14±0,01	32	39	40	40	40
<i>Allium rotundum</i>	0,26±0,03	0,14±0,03	62	72	80	80	80
<i>Allium moschatum</i>	0,25±0,03	0,15±0,02	14	20	20	20	20
<i>Allium affine</i>	0,34±0,02	0,16±0,02	21	29	29	29	29
<i>Allium kunthianum</i>	0,34±0,02	0,15±0,01	18	25	25	25	25
<i>Allium albidum</i>	0,20±0,02	0,16±0,02	45	45	45	45	45
<i>Allium atroviolaceum</i>	0,29±0,01	0,15±0,00	77	77	77	77	77

Примечание: $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ – среднее значение признака и его отклонение, мм.

Note: $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ – the average value of the characteristic and its deviation, mm.

В тоже время, для каждого изученного вида характерен свой набор механизмов устойчивости, определяющий становление той или иной стратегии выживания в конкретных условиях произрастания. Несмотря на различия данных механизмов у разных видов, возможно выделение основных общих критериев первичных стратегий дикорастущих луков.

Для фиолетовых ЦП характерны максимальные показатели IVC, интенсификация партикуляции (моноцентрическая плотнодерновинная биоморфа), средние и высокие параметры семенной продуктивности и всхожести семян, преобладание в виталитетных спектрах растений классов жизнестойкости «а» и/или «б», часто высокие показатели семенного возобновления (проростки, видимо, устойчивы к межвидовой конкуренции) и плотности особей. Доля прегенеративных растений в возрастных спектрах и величина показателей эффективности самоподдержания (Iв и Iз) обычно высокие. Соответственно доле участие в спектрах генеративных растений, значения коэффициента генеративности, индексов возрастности и эффективности снижены. Однако в случае характерной зрелой партикуляции без омоложения рамет (*A. ursinum*), напротив, повышается доля генеративных особей. III или IV тип возобновления ЦП (по Л.А. Жуковой [11]).

Ярким примером могут служить ЦП1, ЦП6 *A. victorialis* на субальпийских лугах (до 2300 м над уровнем моря) со средне задернованными почвами и слабым антропогенным воздействием, а также ЦП2, произрастающая в зарастающем сосновом лесу



также в отсутствие сильной антропогенной нагрузки. В подобных благоприятных для роста и развития условиях (максимальный показатель IVC) в ЦП распространены особи моноцентрической плотнодерновинной биоморфы. Активное вегетативное размножение виргинильных и генеративных (с

омоложением рамет) растений, характерное для данной жизненной формы, способствует увеличению доли прегенеративных особей в возрастных спектрах (рис. 1), повышению эффективности самоподдержания (Iv и Iz) ЦП1, ЦП2, ЦП6 (табл. 2).

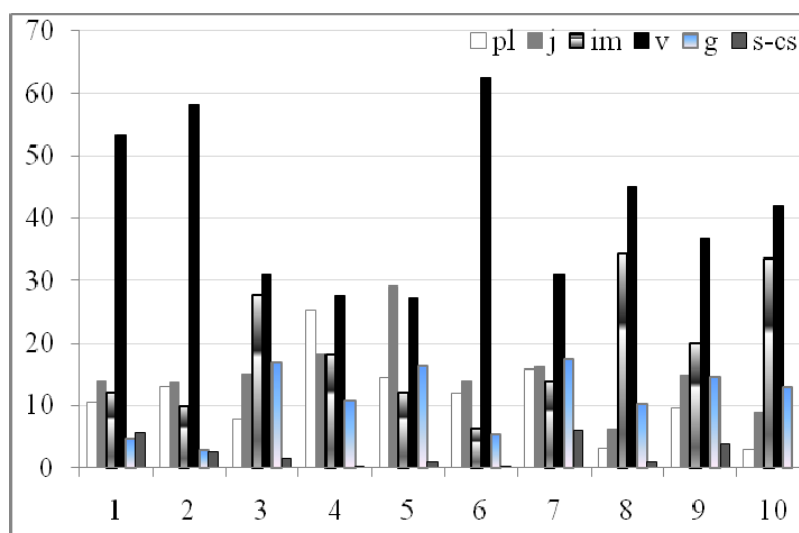


Рис. 1. Возрастные спектры ЦП (1-10) *A. victorialis*. pl-cs – онтогенетические состояния; по оси ординат – процент представленности возрастных групп в ЦП

Fig. 1. Age spectra of coenopopulations (1-10) *A. victorialis*. pl-cs - ontogenetic state; on the ordinate – percentage of representation of coenopopulations age groups

Таблица 2

Демографические показатели ценопопуляций *A. victorialis*

Table 2

Demographic indicators of coenopopulations *A. victorialis*

№ ЦП № CP	Δ	ω	M	M_e	Iv	Iz	Ic	$g/(v+g)$	Тип ЦП Type of CP
1	0,11	0,30	152,80	45,84	19,89	10,69	0,06	0,08	Молодая Young
2	0,09	0,29	179,80	52,14	33,79	17,77	0,04	0,04	Молодая Young
3	0,20	0,38	34,67	13,17	10,13	8,61	0,03	0,18	Молодая Young
4	0,12	0,33	105,72	34,89	15,01	14,96	0,00	0,16	Молодая Young
5	0,18	0,36	48,65	17,46	11,37	8,84	0,02	0,22	Молодая Young
6	0,10	0,31	213,86	66,30	29,95	27,17	0,01	0,06	Молодая Young
7	0,22	0,39	11,96	4,66	9,86	7,29	0,07	0,20	Молодая Young
8	0,15	0,34	28,34	9,63	15,22	13,12	0,02	0,11	Молодая Young
9	0,17	0,35	18,48	6,47	14,35	10,62	0,05	0,15	Молодая Young
10	0,14	0,35	23,12	8,09	14,48	14,48	-	0,12	Молодая Young

Примечание: Δ и ω – индексы возрастности и эффективности, M и M_e , особ./м² – физическая и эффективная плотность; Iv, Iz, Ic – индексы восстановления, замещения, старения; $g/(v+g)$ – коэффициент генеративности.



Note: Δ and ω - indices of the age and efficiency, M and M_e , specie/ m^2 - the physical and efficient density; I_b , I_z , I_c - indices of recovery, replacement and aging; $g/(v+g)$ - generative factor.

Этому же способствуют механизмы устойчивости, определяющие довольно эффективное семенное возобновление (табл. 3) и III тип самоподдержания ЦП: возрастание участия в виталитетных спектрах вегетивно развитых особей класса жизненности «а»,

обладающих, по определению, большим репродуктивным потенциалом (рис. 2), средние показатели семенной продуктивности (рис. 3), высокая всхожесть семян и приживаемость проростков в благоприятных условиях.

Таблица 3

Качество свежесобранных семян и семенное возобновление ЦП *A. victorialis*

Table 3

The quality of recent seeds and seed regeneration of *A. victorialis* coenopopulations

№ ЦП № CP	Всхожесть семян Seed germination	Размеры семян Size of seeds	N_g	Урожай Crop	Реализация урожая Implementation of harvest	Реализация семенной продуктивности The implementation of seed productivity
1	87	0,25×0,22	6,54	258,59	14,26	5,51
2	78	0,26×0,22	4,67	259,37	17,02	6,56
3	54	0,27×0,23	5,64	254,65	3,01	1,18
4	97	0,25×0,22	10,52	814,04	26,36	3,24
5	46	0,29×0,23	7,22	377,75	5,84	1,55
6	83	0,25×0,23	10,24	597,71	18,84	3,15
7	82	0,26×0,24	2,25	143,17	1,92	1,34
8	24	0,26×0,22	2,80	31,86	0,82	2,57
9	52	0,27×0,24	2,52	101,35	1,03	1,02
10	3,5	0,25×0,22	2,34	20,45	0,56	2,75

Примечание: N_g , особ./ m^2 – число генеративных особей на m^2 ; Урожай, шт./ m^2 – число семян на m^2 ; Реализация урожая, особ./ m^2 – число проростков на m^2 ; Реализация семенной продуктивности, % – процентное отношение реализации урожая к урожаю.

Note: N_g , species/ m^2 - the number of generative species per m^2 ; Harvest, pieces/ m^2 - the number of seeds per m^2 ; Implementation of harvest, species/ m^2 - the number of seedlings per m^2 , Implementation of seed productivity, % - harvest index.

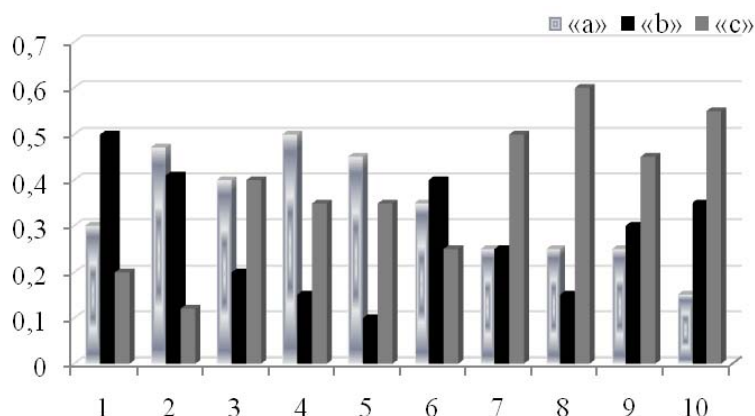


Рис. 2. Виталитетные спектры ЦП (1-10) *A. victorialis*. «а», «б», «с» – классы виталитета; по оси ординат – доля каждого класса в спектре

Fig. 2. Vitality spectra of coenopopulation (1-10) *A. victorialis*. «a», «b», «c» - classes of vitality; on the ordinate - the proportion of each class in the spectrum

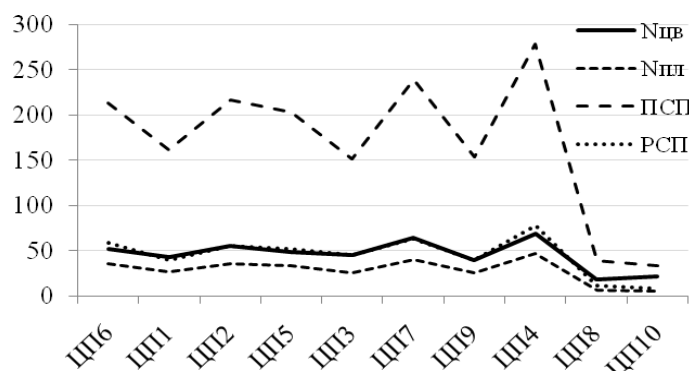


Рис. 3. Динамика показателей семенной продуктивности *A. victorialis* на эколого-ценотическом градиенте (ЦП6-ЦП10). Nцв и Nпл, шт. – число цветков и плодов на побеге, ПСП и РСП, шт. – потенциальная и реальная продуктивность семян
Fig. 3. Dynamics of indicators of seed productivity of *A. victorialis* on the eco-coenotic gradient (coenopopulation 6- coenopopulation 10). Nцв and Nпл, pcs. - The number of flowers and fruits per stem, ПСП and РСП, pcs. - potential and real seed productivity

В результате в ЦП1, ЦП2, ЦП6 *A. victorialis* отмечены максимальные показатели физической и эффективной плотности особей, определяющие при характерных крупных размерах растений высокую степень средовияния вида и его участия в жизнедеятельности фитоценоза.

Эксплерентные ЦП дикорастущих луков в основном характеризуются увеличением параметров семенной продуктивности, всхожести семян и семенного возобновления, преобладанием в виталитетных спектрах растений классов «а» и/или «б», стабилизацией генеративных и дестабилизацией вегетативных признаков особей, проявлением защитной компоненты онтогенетической стратегии, повышением плотности растений. Во многих случаях (за исключением *A. victorialis*, *A. ursinum*, *A. schoenoprasum*, *A. szovitsii*, *A. inaequale*) также возрастает интенсивность партикуляции. Характерен II или III тип возобновления ЦП. В то же время параметры роста особей не являются диагностическим признаком эксплерентности, так как могут быть низкими (*A. victorialis*, *A. ursinum*, *A. schoenoprasum*, *A. szovitsii*, *A. globosum*, *A. albidum*), высокими (*A. moschatum*, *A. pseudoflavum*, *A. inaequale*) или принимать средние значения (*A. kunthianum*, *A. ruprechtii*, *A. sphaerocephalon*).

Примечательно, что *A. erubescens*, *A. rotundum* и *A. atrovioleaceum* в зависимости от типа субстрата обладают двумя различными наборами механизмов устойчивости, определяющими формирование рудеральной компоненты жизненной стратегии. На пес-

чано-каменистых почвах возрастают ростовые параметры растений, снижается интенсивность вегетативного размножения, повышаются параметры семенного возобновления за счет увеличения показателей семенной продуктивности, качества семян, доли репродуктивно активных растений класса виталитета «а», стабилизации генеративных признаков. В условиях луговых фитоценозов со средне задернованными почвами подавление ростовых и репродуктивных процессов особей сопровождается интенсификацией специализированного вегетативного размножения, определяющего повышение плотности ЦП.

Проявление эксплерентной компоненты стратегии выживания рассмотрим на примере ЦП4, ЦП6, ЦП7 и ЦП8 *A. schoenoprasum*. На крупнообломочных осыпных участках (нередко вдоль ручьев) и щебнистых альпийских лугах со слабо развитой почвой угнетение ростовых процессов (снижение значений IVC, высокая доля особей класса «б» и «с» в виталитетных спектрах (рис. 4)) и партикуляции особей при стабилизации генеративных признаков сопровождается значительным повышением показателей семенной продуктивности (рис. 5) и всхожести некрупных семян (33-58%), что определяет переход ЦП на преимущественно семенное возобновление (II тип), обеспечивающее в отсутствии высокой межвидовой конкуренции эффективное самоподдержание (высокие индексы Iв и Iз) и возрастание физической и эффективной плотности особей (табл. 4).

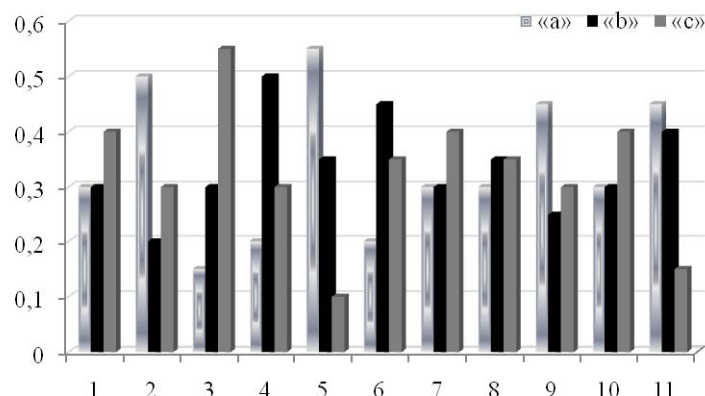


Рис. 4. Виталитетные спектры ЦП (1-11) *A. schoenoprasum*. «a», «b», «c» – классы виталитета; по оси ординат – доля каждого класса в спектре
Fig. 4. Vitality spectra of coenopopulation (1-11) *A. schoenoprasum*. «a», «b», «c» - classes of vitality; on the ordinate - the proportion of each class in the spectrum

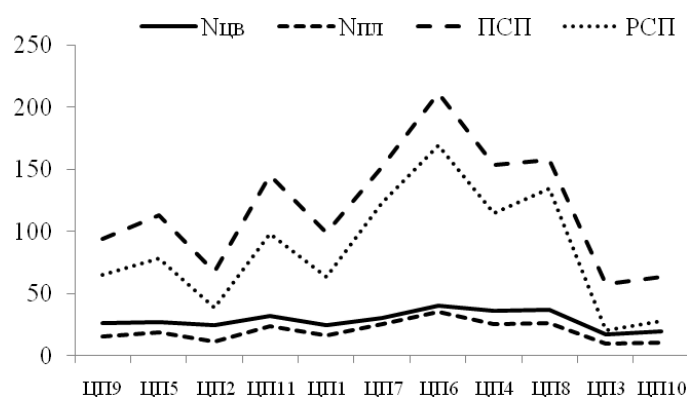


Рис. 5. Динамика показателей семенной продуктивности *A. schoenoprasum* на эколого-ценотическом градиенте (ЦП1-ЦП4). Nцв и Nпл – число цветков и плодов на побеге, ПСП и РСР – потенциальная и реальная продуктивность семян
Fig. 5. Dynamics of indicators of seed productivity of *A. schoenoprasum* on the eco-coenotic gradient (coenopopulation 1- coenopopulation 4). Nцв and Nпл, pcs. – The number of flowers and fruits per stem, ПСП and РСР, pcs. - potential and real seed productivity

Таблица 4
Демографические показатели ценопопуляций *A. schoenoprasum*

Table 4

Demographic indicators of coenopopulations *A. schoenoprasum*

№ ЦП № CP	Δ	ω	M	M_e	Iв	Iз	Iс	g/(v+g)	Тип ЦП Type of CP
1	0,16	0,37	5,69	2,10	3,85	3,45	0,03	0,39	Молодая Young
2	0,24	0,44	16,27	36,98	3,68	2,31	0,11	0,32	Молодая Young
3	0,39	0,62	8,34	5,17	1,25	1,17	0,01	0,66	Переходная Transitional
4	0,34	0,52	30,15	15,68	2,15	1,86	0,03	0,55	Молодая Young
5	0,13	0,33	30,32	10,01	4,32	4,24	0,02	0,33	Молодая Young
6	0,15	0,36	42,65	15,35	4,12	4,03	0,01	0,42	Молодая Young
7	0,32	0,49	12,26	6,01	3,43	3,31	0,02	0,62	Молодая Young
8	0,26	0,45	38,57	17,36	2,66	2,17	0,02	0,40	Молодая Young



9	0,22	0,40	38,24	15,30	3,02	2,12	0,07	0,45	Молодая Young
10	0,43	0,65	7,16	4,65	1,02	0,67	0,05	0,64	Переходная Transitional
11	0,29	0,47	28,83	13,55	2,61	2,05	0,09	0,53	Молодая Young

Примечание: Δ и ω – индексы возрастности и эффективности, M и M_e , особ./м² – физическая и эффективная плотность; I_b , I_z , I_c – индексы восстановления, замещения, старения; $g/(v+g)$ – коэффициент генеративности.

Note: Δ and ω - indices of the age and efficiency, M and M_e , species/m² - the physical and efficient density; I_b , I_z , I_c - indices of recovery, replacement and aging; $g/(v+g)$ - generative factor.

В стресс-толерантных ЦП (фитоцено- тическая патиентность) в большинстве слу- чаев отмечено выраженное снижение актив- ности партикуляции особей и параметров семенной продуктивности, массовая гибель не выдерживающих конкуренции пророст- ков и падение параметров семенного возбу- ждения, увеличение в виталитетных спек- трах доли низкорослых растений класса «с», уменьшение плотности особей. Только для пяти из 14 видов в условиях высокой меж- видовой конкуренции характерно наличие защитных механизмов поддержания числен- ности (плотности) особей в форме увеличе- ния параметров семенной продуктивности (*A. globosum*, *A. paniculatum*, *A. affine*) либо интенсификации вегетативного и семенного размножения (*A. inaequale*, *A. sphaerocephalon*). Характерной реакцией большинства видов (за исключением *A. erubescens*, *A. rotundum*, *A. atrovioleaceum* и *A. globosum*) является повышение адаптивно- сти особей в форме дестабилизации вегета- тивных органов, нередко сопровождающей- ся морфологической дезинтеграцией расте- ний. Для половины видов отмечено возрас-

тание ростовых параметров, что, на наш взгляд, является следствием реакции на за- тенение со стороны сопутствующих видов в луговых фитоценозах и в меньшей степени отражает степень благоприятствования условий произрастания росту и развитию особей.

В качестве примера проявления фито- цено- тической патиентности рассмотрим ЦП5, ЦП8, ЦП9, ЦП12 *A. saxatile*, произрас- тающие в пределах луговых фитоценозов с сильно задернованными почвами. Широкое распространение в подобных местообитани- ях получают растения одноосной непарти- кулирующей жизненной формы, что опреде- ляет переход ЦП на преимущественно се- менной, отчасти вегетативный способ само- поддержания. В условиях повышенной меж- видовой конкуренции, приводящей к угне- тению материнских растений и снижению семенной продуктивности (рис. 6), размера, всхожести семян (до 0-10%), гибели про- ростков, подобный переход негативно ска- зывается на показателях плотности ЦП5, ЦП8, ЦП9, ЦП12 (табл. 5).

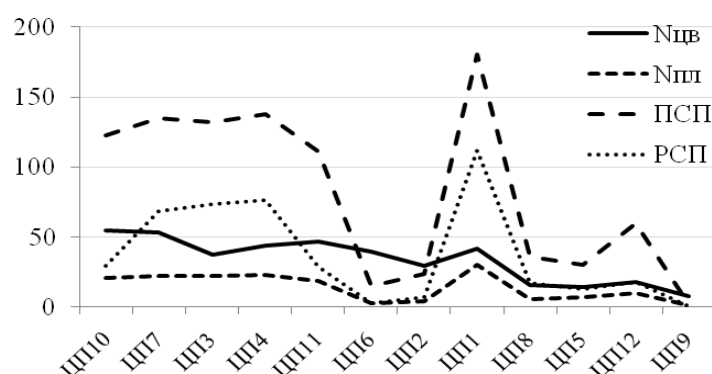


Рис. 6. Динамика показателей семенной продуктивности *A. saxatile* на эколого- цено- тическом градиенте (ЦП10-ЦП9). Nцв и Nпл – число цветков и плодов на побеге, ПСП и РСП – потенциальная и реальная продуктивность семян

Fig. 6. Dynamics of indicators of seed productivity of *A. saxatile* on the eco-coenotic gradient (coenopopulation 10- coenopopulation 9). Nцв and Nпл, pcs. - The number of flowers and fruits per stem, ПСП and РСП, pcs. - potential and real seed productivity



Таблица 5

Демографические показатели ценопопуляций *A. saxatile*

Table 5

Demographic indicators of coenopopulations *A. saxatile*

№ ЦП № CP	Δ	ω	M	M_e	I _в	I _з	I _с	$g/(v+g)$	Тип ЦП Type of CP
1	0,20	0,49	121,73	59,63	1,98	1,94	0,01	0,65	Молодая Young
2	0,30	0,40	11,07	4,43	1,70	1,25	0,09	0,69	Молодая Young
3	0,18	0,38	11,42	4,34	0,86	0,83	0,01	0,81	Молодая Young
4	0,38	0,64	6,27	4,29	0,53	0,50	0,04	0,74	Зрелая Mature
5	0,33	0,60	0,70	0,42	1,02	0,97	0,06	0,70	Зреющая Maturing
6	0,39	0,66	0,35	0,23	0,58	0,53	0,03	0,67	Зрелая Mature
7	0,32	0,63	12	7,56	0,54	0,52	0,02	0,86	Зреющая Maturing
8	0,32	0,61	0,67	1,12	0,67	0,59	0,11	0,69	Зреющая Maturing
9	0,35	0,52	1,16	0,75	0,87	0,60	0,20	0,63	Зрелая Mature
10	0,36	0,63	8,00	5,04	0,59	0,54	0,05	0,80	Зрелая Mature
11	0,39	0,67	6,14	4,11	0,37	0,31	0,08	0,87	Зрелая Mature
12	0,21	0,44	2,51	1,10	2,11	2,03	0,06	0,42	Молодая Young

Примечание: Δ и ω – индексы возрастности и эффективности, M и M_e , особ./м² – физическая и эффективная плотность; I_в, I_з, I_с – индексы восстановления, замещения, старения; $g/(v+g)$ – коэффициент генеративности.

Note: Δ and ω - indices of the age and efficiency, M and M_e , species/m² - the physical and efficient density; I_в, I_з, I_с - indices of recovery, replacement and aging; $g/(v+g)$ - generative factor.

Определенное значение при этом играет уменьшение в возрастных спектрах доли генеративных особей (не более 45%) – собственных источников семян за счет ослабления зрелой партикуляции, падения темпов развития молодых растений и ускорения темпов старения.

Устойчивость ЦП5, ЦП8, ЦП9, ЦП12 *A. saxatile* достигается за счет механизмов, направленных на экономию ресурсов растений для обеспечения базового уровня ростовых и репродуктивных процессов, необходимого для существования и сохранения ЦП своего места в фитоценозе. Среди этих механизмов – особенности корреляционной структуры организмов, позволяющие одновременно снизить параметры роста (минимальные показатели IVC) и семенной продуктивности, качества семян, а также

левосторонность виталитетных спектров (доля особей класса виталитета «с» 0,45-0,70) и дестабилизация генеративных признаков растений, снижение энергетических и ресурсных затрат на партикуляцию. Благодаря экономии и оптимизации перераспределения ресурсов реализуются также защитные реакции растений – предупреждение морфологической дезинтеграции особей (защитная составляющая онтогенетической стратегии) и поддержание изменчивости вегетативных органов (конвергентно-дивергентная онтогенетическая тактика).

Наиболее трудной является попытка выделения механизмов устойчивости, соответствующих экологической патиентности дикорастущих луков. Во-первых, адаптации видов рода *Allium* к воздействию неблагоприятных абиотических факторов носят до-



вольно индивидуальный характер, вероятно, во многом определяясь их экологическими предпочтениями. Во-вторых, согласно нашим наблюдениям, черты экотопической стресс-толерантности многих видов проявляются при произрастании как на скальных террасах, так и на подвижных песчано-каменистых почвах, причем в зависимости от характера абиотического окружения меняется популяционное поведение видов.

Так, например, при произрастании на скальных террасах у *A. albidum*, *A. gunibicum*, *A. ruprechtii*, *A. moschatum*, *A. saxatile* и *A. pseudoflavum* происходит снижение ростовых параметров, в виталитетных спектрах возрастает доля низкорослых особей класса «с», активизируется партикуляция, за счет которой в отсутствие возможности к расселению возрастает плотность особей. Для первых четырех видов характерна дестабилизация вегетативных признаков при снижении уровня морфологической интеграции растений. У *A. saxatile* и *A. pseudoflavum*, вероятно, менее толерантных к низкой ресурсообеспеченности и ограниченности жизненного пространства, проявляется стрессовая реакция стабилизации вегетативных признаков при морфологической дезинтеграции организма. При развитии на осыпях, песчано-каменистых слабо задернованных почвах интенсивность партикуляции указанных видов и плотность особей падает (кроме *A. saxatile*), остаются низкими параметры роста (кроме *A. saxatile* и *A. pseudoflavum*), на фоне стабилизации вегетативных признаков повышается морфологическая целостность организмов (для *A. pseudoflavum* – наоборот).

В целом для шести из 11 видов, проявляющих экотопическую патиентность при произрастании в пределах нарушенных фитоценозов (*A. saxatile*, *A. gunibicum*, *A. ruprechtii*, *A. paniculatum*, *A. fuscoviolaceum*, *A. inaequale*), характерна активизация семенного и/или вегетативного размножения, направленная на поддержание плотности особей на определенном, чаще всего невысоком уровне. В отличие от них, эксплерентны, использующие в подобных условиях аналогичные реакции для захвата свободных территорий, значительно повышают плотность особей и средовлияние ЦП.

Актуальным вопросом является также выявление такого параметра вида, который во многом обуславливает характер меха-

низмов устойчивости и является основой формирования комплексного адаптивного ответа вида на внешние воздействия. Наши исследования показали, что особенности стратегии жизни видов нередко во многом определяются их биоморфным составом, так как основные признаки биоморфы довольно строго детерминируют характер адаптивных реакций (механизмов устойчивости) видов на действие ведущих факторов среды, определяя схожесть стратегий выживания в различных фитоценозах. Речь идет об адаптации к действию ведущих факторов (уровень межвидовой конкуренции, характер субстрата, степень антропогенной нагрузки), а не о реакции вида на комплексное воздействие среды, так как фитоценозы, в которых проявляются идентичные механизмы устойчивости, часто различны.

Так, например, корневищно-луковичные виды с моноцентрической плотнодерновинной партикулирующей биоморфой и косовертикально нарастающим корневищем (*A. victorialis*, *A. ursinum*, *A. schoenoprasum*, *A. szovitsii*) обладают CSR-стратегией выживания. При этом схожие механизмы устойчивости данной группы видов в пределах богатых ресурсами ненарушенных местообитаний (лесные и луговые сообщества) обеспечивают максимально возможное повышение средовлияния ЦП через активизацию семенного, вегетативного размножения и роста растений (виолентная компонента). На оползневых лесных участках (*A. victorialis*, *A. ursinum*) и осыпях, щебнистых лугах (*A. schoenoprasum*, *A. szovitsii*) механизмы, определяющие повышение эффективности семенного размножения, адаптацию растений к абиотической обстановке и захват свободных территорий, также в основном совпадают (эксплерентная компонента). Идентичные адаптивные реакции позволяют *A. schoenoprasum*, *A. szovitsii* выживать в условиях ограниченности жизненного пространства на скальных террасах, *A. victorialis* и *A. ursinum* – в условиях высокого антропогенного давления (патиентная компонента).

Луковичные неявиополицентрические короткостолонообразующие партикулирующие виды *A. erubescens*, *A. rotundum* и *A. atrovioleaceum* (SR-стратегия) также обладают схожими механизмами устойчивости, позволяющими активно захватывать песчано-каменистые субстраты, свободные участ-



ки щебнистых лугов, длительно выживать в луговых фитоценозах с задернованными почвами. Однако, если для первых двух видов адаптивные реакции и их результаты идентичны, то более детальные особенности жизненной формы *A. atrovioleaceum* обуславливают некоторые отличия популяционного поведения вида. В частности, характерные более низкая интенсивность вегетативного размножения вида и меньшая изменчивость данного признака определяют, с одной стороны, снижение роли вегетативного размножения в захвате свободных участков (и, соответственно, плотности особей), с другой стороны – повышение роли партикуляции в увеличении численности особей на эродированных склонах.

В других случаях исследования показали, что, несмотря на морфологическое сходство в пределах одной группы жизненных форм, виды рода *Allium* могут обладать разными стратегиями выживания, а одни и те же компоненты стратегий даже в схожих условиях произрастания могут достигаться разными механизмами устойчивости. Так, *A. albidum* (SR-стратег) и *A. gunibicum* (S-стратег) – корневищно-луковичные моноцентрические плотнодерновинные партикулирующие горизонтально нарастающие виды, не обладая виолентной составляющей в жизненной стратегии, что связано, в том числе, с некрупными размерами растений, обычно «сторонятся» луговых фитоценозов с сильно задернованными почвами. Однако, в случае произрастания под прессом виолентов выживание *A. albidum* обеспечивается за счет подавления ростовых и репродуктивных процессов. Для *A. gunibicum*, увеличивающего размеры вегетативных органов при выраженном угнетении семенного и вегетативного размножения, высокая межвидовая конкуренция приводит к критическому сокращению численности и плотности особей. Механизмы, обеспечивающие становление экологической патиентности видов на скальных террасах, сходны, но на осыпных участках, несмотря на одну жизненную форму (неявнополицентрическая рыхлодерновинная), *A. gunibicum* отличается реакцией повышения семенной продуктивности и качества семян.

A. moschatum и *A. sphaerocephalon* также обладают одной жизненной формой, являясь луковичными моноцентрическими партикулирующими видами. Относятся к

SR-стратегам. Механизмы устойчивости видов на осыпных участках и разреженных лугах (*A. moschatum*), щебнистых местах (*A. sphaerocephalon*), приводящие к становлению соответственно патиентной и рудеральной компонент стратегии, схожи. Однако на скальных террасах для *A. moschatum* характерна интенсивная партикуляция особей, в то время как плотность *A. sphaerocephalon* в подобных условиях минимальна. Таких примеров достаточно.

Таким образом, очевидно, что основные черты жизненной формы растений обладают высокой прогностической ценностью для оценки особенностей стратегий выживания видов, однако биоморфа является далеко не единственным признаком, детерминирующим эти стратегии. Большое значение могут иметь более детальные различия биоморф, а также видоспецифичные анатомические, физиологические, биохимические, фенологические и др. адаптации, не всегда имеющие однозначное морфологическое проявление и часто трудно оцениваемые с позиции значимости для формирования жизненных стратегий растений. Поэтому морфологически схожие близкородственные виды нередко обладают разным набором механизмов устойчивости даже при произрастании в схожих условиях. Соответственно, особенности формирования жизненной стратегии могут быть использованы в качестве диагностических таксономических признаков при разграничении в спорных случаях морфологически близких видов растений.

Эффективность той или иной стратегии выживания следует оценивать с позиции ее адекватности условиям произрастания вида. При этом под эффективностью жизненной стратегии целесообразно рассматривать поддержание устойчивости ценопопуляций как конечный результат реализации комплекса адаптивных механизмов вида в конкретных условиях. Учитывая, что формирование стратегии вида на уровне ценопопуляций происходит в определенной эколого-фитоценотической обстановке под непосредственным, часто длительным, влиянием определенных факторов среды, комплексный адаптивный ответ вида обычно адекватен внешним воздействиям. Поэтому в отсутствие случайных, нерегулярных неблагоприятных внешних воздействий (массовое размножение фитофагов, катастрофи-



ческие изменения в экосистеме и т.п.) и чрезмерно высокого антропогенного давления в природе сложно выявить ЦП видов со смешенной жизненной стратегией в неустойчивом, критическом состоянии. В стабильных условиях или при постепенных изменениях эколого-фитоценотического окружения ЦП устойчивы благодаря той или иной компоненте стратегии выживания вида.

Так, из изученных 221 ценопопуляции видов рода *Allium* только 10 оказались в критическом состоянии, находясь под угрозой элиминации из фитоценозов. Пять из них – ЦП *A. ursinum*, подверженные чрезмерному антропогенному давлению, еще пять – ЦП *A. globosum*, испытывающие негативное воздействие со стороны карпофагов. Экологическая патиентность в первом случае и фитоценотическая патиентность во втором малоэффективны в поддержании численности данных видов в указанных условиях. При массовом уничтожении семян *A. globosum* фитофагами устойчивость ЦП на незанятых территориях обеспечивает эксплерентная компонента в стратегии выживания, характеризующаяся, в том числе, интенсивной партикуляцией особей.

Соответственно при оценке состояния вида в природе необходимо учитывать особенности его жизненной стратегии, что подразумевает проведение комплексных исследова-

ний. Определение степени благополучия вида в конкретных условиях по какому-либо одному признаку может привести к ошибочным результатам. Так, общепризнано, что возрастная структура ЦП в силу своей высокой реактивности является важным диагностическим признаком, отражающим состояние ЦП. Считается, что повышение коэффициента генеративности, индексов возрастности и эффективности – свидетельство стабильности, высоких популяционной жизнестойкости и средовыносливости ЦП. Это утверждение верно, например, для *A. albidum*, *A. sphaerocephalon*, *A. moschatum* и др. В то же время для *A. victorialis*, *A. kunthianum*, *A. fuscoviolaceum*, *A. affine* выраженное повышение данных показателей свидетельствует о снижении доли прегенеративных растений в возрастных спектрах и перерывах в возобновлении ЦП. В ЦП *A. erubescens* и *A. rotundum* в результате активного специализированного вегетативного размножения доля ювенильных особей обычно составляет 50-80%, что заведомо определяет молодой тип ЦП и делает малоинформативным анализ возрастной структуры. Для оценки состояния таких ЦП необходима дополнительная информация по семенному возобновлению, виталитету и виталитетной структуре, онтогенетическим тактикам, стратегиям и т.д.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение отметим, что анализ стратегий выживания видов растений позволяет получить большой объем информации, имеющей, в том числе, прикладное значение – при дифференциации морфологически

схожих видов, определении их состояния в природе, выявлении функциональной роли видов в биогеоценозах и их индикаторного значения при оценке степени устойчивости экосистем в целом.

Благодарность: Выражаем искреннюю благодарность профессору МГУ Владимиру Гертрудовичу Онипченко и сотрудникам Горного ботанического сада ДНЦ РАН в лице директора Загирбека Магомедовича Асадулаева за помощь, оказанную в организации полевых исследований и сбора материала на территории Карачаево-Черкесской Республики и Республики Дагестан.

Acknowledgement: We express our sincere gratitude to Vladimir Gertrudovich Onipchenko, professor of Moscow State University and to the staff of Mountain Botanical Garden of DSC RAS represented by Zagirbek Magomedovich Asadulaev for their assistance in organizing the field research and the collection of the material in the territory of the Republic of Karachay-Cherkessia and Dagestan.



БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ишбирдин А.Р., Ишмуратова М.М., Жирнова Т.В. Стратегии жизни ценопопуляции *Cephalanthera rubra* (L.) Rich. на территории Башкирского государственного заповедника // Материалы VIII Всероссийского популяционного семинара «Популяции в пространстве и времени», Нижний Новгород, 11-15 апреля, 2005. С. 85-98.
2. Ценопопуляции растений (очерки популяционной биологии): Сборник научных трудов Академии наук СССР. Москва: Наука, 1988. 184 с.
3. Глухов А.З., Хархота А.И., Прохорова С.И., Агурова И.В. Стратегии популяций растений в техногенных экосистемах // Промышленная ботаника. 2011. N11. С. 3-13.
4. Раменский Л.Г. О принципиальных установках, основных понятиях и терминах производственной типологии земель // Современная ботаника. 1935. N4. С. 25-42.
5. Grime J.P. Plant strategies and vegetation processes. N.Y., 1979. 222 p.
6. Работнов Т.А. Фитоценология. Москва: Издательство Московского университета, 1978. 384 с.
7. Чадаева В.А. Формирование стратегии выживания *Allium rotundum* L. как способ достижения устойчивости вида в природе // Вестник Башкирского университета. 2015. N2. С. 467-471.
8. Шхагапсоев С.Х., Чадаева В.А. Механизмы устойчивости видов растений на примере *Allium albidum* Fisch. ex Bieb. Центрального Кавказа // Экология. 2015. N2. С. 103-109.
9. Шхагапсоев С.Х., Чадаева В.А. Стратегия выживания и структура устойчивости *Allium atroviolaceum* Boiss. во флоре Кавказа // Известия Горского государственного аграрного университета. 2015. N2. С. 253-258.
10. Черемушкина В.А. Онтогенез лука косого (*Allium obliquum* L.) // Сборник материалов III Всероссийского популяционного семинара «Онтогенез и популяция», Йошкар-Ола, 2-6 октября, 2001. С. 186-188.
11. Жукова Л.А. Популяционная жизнь луговых растений. Йошкар-Ола: РИИК «Ланар», 1995. 224 с.

REFERENCES

1. Ishbirdin A.R., Ishmuratova M.M., Zhirnova T.V. Strategii zhizni cenopopuljacji *Cephalanthera rubra* (L.) Rich. na territorii Bashkirskogo gosudarstvennogo zapovednika [Life strategy of *Cephalanthera rubra* (L.) Rich. cenopopulations in the territory of the Bashkir State Nature Reserve]. *Materialy VIII Vserossiiskogo populyatsionnogo seminar "Populyatsii v prostranstve i vremeni", Nizhnii Novgorod, 11-15 aprelya, 2005* [Proceedings of the VIII Russian population seminar "Populations in space and time", Nizhny Novgorod, 11-15 April 2005]. Nizhny Novgorod, 2005, pp. 85-98. (in Russian)
2. *Tsenopopulyatsii rastenii (ocherki populyatsionnoi biologii)* [Cenopopulations plants (essays of population biology)]. *Sbornik nauchnykh trudov Akademii nauk SSSR* [Proceedings of the USSR Academy of Sciences]. Moscow, Nauka Publ., 1988. 184 p. (in Russ.)
3. Glukhov A.Z., Kharkhota A.I., Prokhorova S.I., Agurova I.V. Population strategy of plants in technogenic ecosystems. *Promyshlennaya botanika* [Industrial botany]. 2011, no. 11, pp. 3-13. (in Russian)
4. Ramenskii L.G. About fundamental directions, basic concepts and terms of land production typology. *Sovremennaya botanika* [Modern botany]. 1935, no. 4, pp. 25-42. (in Russian)
5. Grime J.P. Plant strategies and vegetation processes. N.Y., 1979. 222 p.
6. Rabotnov T.A. *Fitotsenologiya* [Phytocenology]. Moscow, Moscow University Publ., 1978. 384 p. (in Russian)
7. Chadaeva V.A. Formation of the *Allium rotundum* L. survival strategy as a way to achieve species sustainability in nature. *Vestnik Bashkirskogo universiteta* [Bulletin of Bashkir University]. 2015, no. 2, pp. 467-471. (in Russian)
8. Shhagapsoev S.H., Chadaeva V.A. Sustainable mechanisms of plant species on the example of *Allium albidum* Fisch. ex Bieb. from Central Caucasus. *Ekologiya* [Russian Journal of Ecology]. 2015, no. 2, pp. 103-109. (in Russian)
9. Shhagapsoev S.H., Chadaeva V.A. Survival strategy and stability structure of *Allium atroviolaceum* Boiss. in flora of Caucasus. *Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [News Gorsky State Agrarian University]. 2015, no. 2, pp. 253-258. (in Russian)
10. Cheremushkina V.A. Ontogenez luka kosogo (*Allium obliquum* L.). *Sbornik materialov III Vserossiiskogo populyatsionnogo seminar "Ontogenez i populyaciya"* [Ontogeny of *Allium obliquum* L.]. *Sbornik materialov III Vserossiiskogo populyatsionnogo seminar "Ontogenez i populyatsiya"*, Ioshkar-Ola, 2-6 oktyabrya 2001 [Proceedings of III Russian population seminar "Ontogeny and population". Ioshkar-Ola, 2-6 October 2001]. Ioshkar-Ola, 2001, pp. 186-188. (in Russian)
11. Zhukova L.A. *Populyatsionnaya zhizn' lugovykh rastenii* [Population life of meadow plants]. Ioshkar-Ola, Lanar Publ., 1995. 224 p. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Виктория А. Чадаева* - Зав. отделом экологии ГКОУ ДООД «Республиканский детский эколого-биологический центр» Минобрнауки КБР, Кандидат биологических наук, тел.: 89287048630

AUTHOR INFORMATION Affiliations

Victoria A. Chadaeva* - Head of the ecology department of Republican Ecological-biological Centre, Candidate of biological sciences, 89287048630 360009, App 23, Ivanova St., Nalchik, Kabardino-



Россия 360009, Кабардино-Балкарская Республика, г. Нальчик, ул. Иванова, 23. E-mail: balkarochka0787@mail.ru

Balkarian Republic, Russia.
E-mail: balkarochka0787@mail.ru

Сафарби Х. Шхагапсоев - Заместитель председателя Комитета Парламента Кабардино-Балкарской Республики по аграрной политике, экологии, природопользованию и земельным отношениям, доктор биологических наук, профессор, Нальчик, Россия.

Safarbi Kh. Shkhagapsoev - Deputy Chairman of the Parliament Committee on Agrarian Policy, Ecology, Environment and Land Affairs, Doctor of biological sciences, professor, Nalchik, Russia.

Критерии авторства

Виктория А. Чадаева собрала материал, провела первичную обработку и анализ данных; Сафарби Х. Шхагапсоев обобщил данные, построил выводы и несет ответственность за плагиат.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution

Victoria A. Chadaeva, collected material, held primary data analysis; Safarbi Kh. Shkhagapsoev summarized the data, drew conclusions and is responsible for avoiding the plagiarism.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 19.11.2015

Received 19.11.2015



Экология растений / Ecology of Plants

Оригинальная статья / Original article

УДК 581.52 + 581.54 + 581.9

DOI: 10.18470/1992-1098-2016-1-119-127

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИИ И БИОЛОГИИ ВИДА *TULIPA BIEBERSHTEINIANA* ROEM. ET SCHULT. В УСЛОВИЯХ ТЕРСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ РЕСПУБЛИКИ ИНГУШЕТИЯ

Лидя С. Хашиева*, Марет К. Дакиева, Марет М. Бузуртанова
кафедра биологии, Ингушский государственный университет,
Магас, Россия, lhashieva@yandex.ru

Резюме. Целью проведенного исследования является изучение эколого-биологических особенностей и оценка современного состояния ценопопуляции *Tulipa biebershteiniana* Roem. et Schult. в условиях Терской возвышенности Республики Ингушетия (РИ), как сокращающегося в численности ценного декоративного вида. **Материалом** для проведения эколого-биологических исследований послужил вид *T. biebershteiniana* в условиях РИ. Сбор гербарного материала и записи наблюдений, экологических и фенологических особенностей вида велись в течение двух вегетационных периодов (2014-2015 гг.) традиционными методами. В **результате** проведенных исследований нами установлено, что на территории РИ популяции вида *Tulipa biebershteiniana* Roem. et Schult. встречаются только в области Терского хребта по склонам северо-западной и юго-восточной экспозиций в окрестностях ст. Вознесенская и с.п. Южное, в зарослях кустарников в условиях сухих глинистых почв на высоте 500-600 м н.у.м. спорадически. На основе изучения эколого-биологических особенностей *T. biebershteiniana* в условиях его естественных местообитаний описан онтогенез и полный морфогенез его монокарпических побегов. Установлены лимитирующие факторы существования его ценопопуляций. Определено место произрастания вида *T. biebershteiniana* и приведено картирование его ареала на территории РИ. Изучен механический состав почвы с естественных мест произрастания *T. biebershteiniana*. **Заключение.** Проведенные исследования состояния популяции *T. Biebershteiniana* на территории Республики Ингушетия показали низкую плотность и ограниченный ареал его распространения, в связи с чем нами даны рекомендации по организации охраны естественных мест его произрастания и о внесении его в Красную Книгу РИ с категорией статуса редкости III.

Ключевые слова: *Tulipa biebershteiniana* Roem. et Schult., экология, биология, Терская возвышенность, Ингушетия.

Формат цитирования: Хашиева Л.С., Дакиева М.К., Бузуртанова М.М. Некоторые особенности экологии и биологии вида *Tulipa Biebershteiniana* Roem. et Schult. в условиях терской возвышенности Республики Ингушетия // Юг России: экология, развитие. 2016. Т.11, N1. С.119-127. DOI: 10.18470/1992-1098-2016-1-119-127

ON SOME ECOLOGICAL AND BIOLOGICAL FEATURES OF *TULIPA BIEBERSHTEINIANA* ROEM. ET SCHULT. IN THE TERSKOY UPLAND CONDITIONS OF REPUBLIC OF INGUSHETIA

Lida S. Khashieva*, Maret K. Dakieva, Maret M. Buzurtanova
Department of Biology, Ingush State University, Magas, Russia, lhashieva@yandex.ru

Abstract. Aim. The aim of the research is to study the ecological and biological features and evaluation of the current state of coenopopulations of *Tulipa biebershteiniana* Roem. et Schult. in the Terskoj upland conditions of Republic of Ingushetia (RI), a valuable ornamental species decreasing in number. **Methods and materials.** *T. Biebershteiniana* species have been chosen and collected within RI as the material for ecological and biological research. Collection of herbarium material and recording observations, ecological and phenological characteristics of the species have been carried out during two growing seasons (2014-2015) using conventional methods. **Result.** We have found that on the territory of Ingushetia population of the species *Tulipa biebershteiniana* Roem. et Schult. can be found only in the area of the Terek ridge on the slopes of the north-western and south-eastern exposures in the vicinity of the rural settlement of Voznesenskaya and Yuzhnoye, in the bushes in a dry clay soils at an altitude of



500-600 meters above sea level sporadically. On the basis of ecological and biological study of features of *T.biebershteiniana* in terms of its natural habitat we describe ontogenesis and full morphogenesis of its monocarpic shoots. We have also detected the factors limiting its coenopopulations. The growing places of *T.biebershteiniana* species have been identified, thus we have carried out mapping of its range on the territory of Ingushetia. The soil texture has been studied from natural places of *T.biebershteiniana*. **Conclusion.** The research on population status of *T. Biebersteiniana* on the territory of the Republic of Ingushetia has showed a low density and a limited range of its distribution, and therefore we have made recommendations on taking protective measures of natural spaces of its growth and of making it into the Red Book of the Republic of Ingushetia as a category of III rarity status.

Keywords: *Tulipa biebershteiniana* Roem.et Schult., ecology, biology, Terskay upland, Ingushetia.

For citation: Khashieva L.S., Dakieva M.K., Buzurtanova M.M. On some ecological and biological features of *Tulipa Biebershteiniana* Roem. et Schult. in the Terskoy upland conditions of republic of Ingushetia. *South of Russia: ecology, development.* 2016, vol. 11, no. 1, pp. 119-127. (in Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2016-1-119-127

ВВЕДЕНИЕ

При современном интенсивном природопользовании особенно актуальна проблема сохранения видового разнообразия.

Луковичные растения - большая и своеобразная группа растений, к которой относятся представители семейств Луковые (*Alliaceae* J. Agardh.), Амариллисовые (*Amaryllidaceae* Jaume Saint-Hilaire.), Ирисовые (*Iridaceae* Juss.), Мелантиевые (*Melanthiaceae* Batsch), Калохортовые (*Calochortaceae* Dumort.), Лилейные (*Liliaceae* A.L. deJuss) и Гиацинтовые (*Hyacinthaceae* Batsch) [1]. Биоморфологическое изучение представителей данных семейств отечественными и зарубежными исследователями [1-11] выявило значительное разнообразие строения и динамики формирования их побеговых систем.

Tulipa biebershteiniana Roem. et Schult., принадлежащий семейству *Liliaceae* A.L., является декоративным дикорастущим растением, используемым для ландшафтного озеленения и альпинариев [10]. *T. biebershteiniana*, встречается в степях, в кустарниковых зарослях, распространен преимущественно в Средней Азии, в ее засушливых и горных районах.

В условиях увеличения антрополического использования растительных ресурсов,

сохранение фиторазнообразия приобретает особое значение. Разработка и практическая реализация необходимых мер по охране фитогенофонда возможно только на основе фактических данных об экологии и биологии отдельных видов, их жизненной стратегии, реакции на воздействие природных и антропогенных факторов.

Целью данной работы явилось всестороннее исследование вида *T. biebershteiniana* в условиях Терской возвышенности Республики Ингушетия: изучение его эколого-биологических особенностей и оценка современного состояния его ценопопуляции, как сокращающегося в численности ценного декоративного вида.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи: изучение распространения и приуроченности вида *T. biebershteiniana*; проведение эколого-биологического исследования вида в условиях РИ; изучение особенностей онтоморфогенеза: ритма сезонного развития, малого жизненного цикла, этапов прохождения органогенеза; картирование ареала; исследование механического состава почв с мест его произрастания.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Объектом для проведения флористических исследований послужил вид *T. biebershteiniana* в условиях РИ. Сбор гербарного материала и записи наблюдений экологических и фенологических особенностей вида велись в течение двух вегетационных периодов (2014-2015 гг.) традиционными

методами. Определение и обработка материала осуществлялось при помощи классических определителей [12,13] в лаборатории кафедры биологии ИнГУ. Механический состав почвы определялся по методу Филатова М.М.[14].



РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В современной таксономической системе классификации цветковых растений – система APG III (Angiosperm Phylogeny Group, APGIII, 2009) *T. Biebersteiniana* занимает следующее положение: (схема №1).

Divisio Angiospermae (отдел Покрытосеменные)



Ordo Liliales (порядок Лилиецветные)



Familia Liliaceae (семейство Лилейные)



Genus Tulipa (род Тюльпан)



Species Tulipa biebersteiniana Roem. et Schult. (вид Тюльпан Биберштейна)

Род *Tulipa* насчитывает до 140 видов, которые делятся на секции, в зависимости от наличия или отсутствия опушения тычиночных нитей и от характера опушения внутренней поверхности кроющей чешуи луковицы. На территории РИ отмечаются два вида: *Tulipa biebersteiniana* Roem. et Schult., *Tulipa gesneriana* L.

Вид *T. biebersteiniana* Roem. et Schult. описан в 1829 г. И. Шультесом (1773-1831) и Шультесом-младшим (1804-1840) по образцам из Северного Кавказа (между Моздоком и Кизляром.). Название вида дано в честь первого коллектора, видного русского ботаника Ф.К. Биберштейна-Маршалла (1768-1826), изучавшего флору Кавказа. Тип находится в Санкт-Петербурге. Здесь же хранятся самые старые гербарные образцы этого вида, собранные 16.04.1870 г. С.М. Смирновым на территории Западного Казахстана (Лбищенский уезд, окрестности озера Индерское).

T. biebersteiniana — эфемероид с однолетней, туникатной луковицей, однолетними неветвящимися корнями, малометамерным (правильнее олигометамерным) побегом, способный к интенсивному вегетативному размножению. Луковица яйцевидная, 1-2,5 см в диаметре, с кожистыми коричневыми или черно-бурыми оболочками.

В момент зацветания в условиях РИ растения достигают 15-30 см, а к концу цветения некоторые виды достигают 40 см (табл. 1, 2). Стебель вместе с цветоножкой голый, коричневато-бордовый. Листья, в количестве 2-3, сизовато-зеленые, отклоненные или отогнутые, не опушенные, глад-

кие, на вершине заостренные, как бы сросшиеся в короткий клюв. Нижний лист более широкий, в начале цветения еще не целиком вынесен на поверхность почвы (11-15 см), а верхний (8-11 см). Цветок один; перед цветением всегда и во время цветения при пасмурной погоде поникающий, имеет форму широко открытой золотистой звезды. Внешние листочки околоцветника ланцетные, острые (2,5- 0,7 см). Снаружи по спинке широко коричневато-зеленые, часто с фиолетовым оттенком, с более яркой зеленой жилкой и желтым краем; с внутренней поверхности золотисто-желтые; при основании зеленоватые (рис.1).



Рис. 1. Цветок *T. biebersteiniana* (слева верхняя сторона, справа - нижняя)

Fig. 1. Flower *T. biebersteiniana* (from the left- upper side, from the right - bottom side)

Внутренние листочки околоцветника широко-яйцевидные, на вершине постепенно заостренные, при основании внезапно суженные и оттянутые; снаружи – желтые с яркой зеленой жилкой, около которой основной фон листочка несколько зеленеет (рис.1), с внутренней поверхности – золотисто-желтые, на нижней суженной части – с зеленоватым оттенком. Тычинки с открытыми пыльниками в два с лишним раза короче листочков околоцветника и немного превышают завязь. Нити желтые, при основании светло-желтые, толстоватые, разной длины, на вершине под пыльником внезапно суженные в острый кончик. Пыльники продолговатые, широкие, в 2-3 раза короче нитей. Завязь ярко-зеленая, чуть сужена к вершине с почти сидячим желтым рыльцем. Коробочка соломенно-желтая с легким оранжевым оттенком, овальной формы. Рыльце коричневое, маленькое, сидячее на слегка отогнутом кончике створки. Коробочка открывается широкой клиновидной щелью, достигающей до основания створок. Внутренние перегородки растрескиваются



на 1/3 длины, т.е. несколько ниже изгиба на вершине. Створки коробочки короткой широколанцетной формы, грубые, плотные [15].

Тюльпаны перекрестноопыляющиеся растения, цветки их опыляются насекомыми. Семена тюльпанов плоскосплюсненные,

треугольной формы, имеют бурокоричневую кожуру с оторочкой (приспособление для перенесения их ветром). Внутри семени помещаются запасные питательные вещества и зародыш, имеющий форму вальки; большую часть зародыша занимает семядоля.

Таблица 1

Морфометрические показатели вида *T. biebershteiniana*(2014)

Table 1

Morphometric parameters of the *T. biebershteiniana* species (2014)

№ образца Sample number	Высота растения (см) Plant height. (cm)	Длина листовой пластинки (см) The length of the leaf blade (cm)	Ширина листовой пластинки (см) Leaf width (cm)	Длина луковицы (см) Bulb length (cm)	Длина венчика (см) Corolla length (cm)
1	14,6	8,2	0,8	1,7	5,6
2	16,5	8,4	1	2	6,4
3	17	8,6	1	2,2	6,4
4	20,2	12,6	1	2,2	6,5
5	24,5	13	1	2	6,4
6	27	13,1	1	2	6,5
7	28	13,7	1,2	2,1	6,6
8	33	14,8	1,3	2,3	6,7
9	37,3	15,6	1,4	2,6	6,8
10	38	16,3	2,1	2,6	7
Среднее значение Average value	25,61	12,43	1,18	2,17	6,49

Таблица 2

Морфометрические показатели вида *T. biebershteiniana* (2015)

Table 2

Morphometric parameters of the *T. biebershteiniana* species (2015)

№ образца Sample number	Высота растения (см) Plant height. (cm)	Длина листовой пластинки (см) The length of the leaf blade (cm)	Ширина листовой пластинки (см) Leaf width (cm)	Длина луковицы (см) Bulb length (cm)	Длина венчика (см) Corolla length (cm)
1	15,6	8,6	0,9	1,5	5,5
2	18	8,6	1	2	7
3	18,1	9,4	1	2,3	7
4	23,3	13,5	1	2,2	6,5
5	28	14	1	2	6,5
6	30,5	13,5	1	2	6,5
7	32,5	14,5	1,2	2,3	6,5
8	39	16,5	1	2,5	7
9	40,4	17	1,5	3	7,5
10	42	17,2	2,5	3	8,5
Среднее значение Average value	28,4	13,48	2,42	2,28	6,85



В результате проведенных исследований вида *T. biebershteiniana* в пределах двух вегетационных периодов (2014 и 2015 гг.), выявлены некоторые различия в морфометрических показателях. За 2015г. нами было установлено, что растения отличаются по всем показателям (более крупные размеры), что возможно связано с изменением климатических условий (выпадения большого количества осадков, более раннего начала вегетации в 2015 г. - табл.3).

Фенология вида *T. biebershteiniana* в условиях Терской возвышенности Республики Ингушетия

С целью изучения эколого-биологических особенностей *T. biebershteiniana* нами в течение двух вегетационных периодов (март – июнь 2014, 2015 гг.) проводились исследования в условиях его естественных местообитаний. Популяция вида, на примере которого проводились

фенологические наблюдения, на территории РИ произрастает на склоне юго-восточной экспозиции в окрестностях с.п. Южное в условиях сухих глинистых почв на высоте 500-600 м н.у.м.

Под ритмом сезонного развития растений вслед за И.Г. Серебряковым [16], мы понимаем ежегодно повторяющиеся закономерности биологических процессов и фаз в развитии растений.

Одним из важных особенностей развития эфемеров и эфемероидов является завершение полного вегетационного цикла за короткий временной промежуток. Весеннее развитие *T. biebershteiniana* в условиях РИ начинается с отрастания листьев в конце февраля-начале марта (рис.2). В фазе бутонизации (рис.2) отмечается максимальный суточный прирост растений (0,8 -10 см). От начала вегетации до начала цветения проходит в среднем 25-30 дней [4].



Рис. 2. Развитие *T. biebershteiniana* в условиях Республики Ингушетия

Fig. 2. Evolution of *T. biebershteiniana* in the Republic of Ingushetia

Цветет массово во II-III декаде апреля (табл.3). Тюльпаны, являясь типичными эфемероидами, очень чувствительны к температуре и продолжительность цветения напрямую зависит от температурного фактора. В условиях РИ продолжительность цветения *T. biebershteiniana* составляет 14-16 дней. От конца цветения до окончания вегетации проходит 30-35 дней.

Появление первых изменений в окраске листьев свидетельствует об окончании фазы вегетации [1, 2]. Весь период веге-

тации *T. biebershteiniana* в условиях Терской возвышенности РИ продолжается в среднем 120 – 130 суток: с конца февраля – начала марта и до середины июня, когда полностью засыхает его надземная часть.

Изученный ритм сезонного развития вида *T. biebershteiniana* в условиях Терской возвышенности РИ позволяет отнести его к раннецветущим эфемероидам с ранневесенней вегетацией.



Таблица 3

Фенологические фазы *T. biebershteiniana* (2014-2015)

Table 3

Phenological phases *T. biebersteiniana* (2014-2015)

Фенофазы Phenophase <i>Tulipa biebershteiniana</i>	Начало вегетации Start of the growing season	Бутонизация Budding	Начало цветения Beginning of flowering	Массовое цветение Mass flowering	Начало плодоношения Start of fruiting	Массовое плодоношение Mass fruiting	Созревание семян Ripening of seed	Конец вегетации The end of the growing season
2014 г.	06.03-24.03	25.03-06.04	07.04-13.04	19.04-30.04	07.05-14.05	17.05-25.05	27.05-01.06	04.06-15.06
2015 г.	23.02-09.03	10.03-13.04	16.04-17.04	18.04-25.04	26.04-29.04	02.05-08.05	11.05-20.05	25.05-03.06

Картирование ареала *T. biebershteiniana* на территории Республики Ингушетия

Правильное представление об ареале вида можно получить в результате нанесения его на карту [17]. Только в картографическом отображении ареал легко доступен для изучения, а ареалы различных растений легко могут сопоставляться друг с другом. На этом материале основаны все выводы флористики, ботанической географии и исторической географии растений. Изучение ресурсов разного рода полезных растений и рациональное планирование их заготовок не могут быть осуществлены без достоверных данных о приуроченности и распространении этих растений. В связи с этим вопрос о картировании ареалов видов и других таксонов имеет важное научное и практическое значение, особенно для изучения распространения редких и сокращающихся в численности и распространенности видов растений.

Существуют различные методы картирования ареалов. Мы использовали наиболее распространенный и в то же время конкретный метод отображения ареала – точечный: местонахождение каждого обнаруженного вида обозначается точкой на контурной карте.

В результате картирования *T. biebershteiniana*, мы наблюдаем, что ареал его распространения на исследуемой территории довольно ограниченный (рис.4). На

территории РИ популяции исследуемого вида встречаются только в области

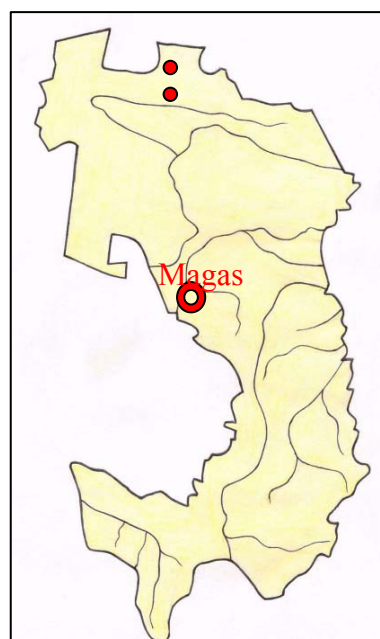


Рис.3. Ареал *T.biebershteiniana* на территории Республики Ингушетия
Fig.3. The geographic range of *T.biebersteiniana* on the territory of the Republic of Ingushetia

Терского хребта по склонам северо-западной и юго-восточной экспозиций, в зарослях кустарников в условиях сухих глинистых почв на высоте 500-600 м н.у.м. спо-



радикачески. Рассматриваемый вид включен в «Перечень (список) объектов растительного мира, занесенных в Красные Книги» большинства областей и краев России [18-20] как сокращающийся в численности и распространности вид (категории статуса редкости – II и III). Популяции *T. biebersteiniiana* и в условиях РИ имеют довольно низкую плотность и ограниченный ареал распространения в связи, с чем нами даны реко-

мендации по организации охраны естественных мест его произрастания и о внесении его в Красную Книгу РИ с категорией статуса редкости III.

На исследуемой площадке (около 8 га) было установлено, что на площади 100м² количество особей *T. biebersteiniiana* составляет 150-180 экземпляров с проективным покрытием от 10 до 30%.

Анализ почвы с мест произрастания вида *T. biebersteiniiana*

Для установления требований исследуемого вида к субстрату нами проведено исследование состава почвы по методу М.М. Филатова [14], который позволяет наиболее доступными средствами в лаборатории

установить количество основных групп почвенных частиц – песка, пыли, глины, а затем по их соотношению определить механический состав почвы (табл.4).

Таблица 4

Процентное содержание физической глины в почве

Table 4

Percentage of physical clay in the soil

Объем сухой почвы (мл) Volume of dry soil (ml)	Объем почвы через 30 мин. (мл) Volume of soil after 30 min. (ml)	Прирост объема почвы (мл) The growth of the soil volume (ml)	Процент глины The percentage of clay
5	7	2	28,9

Анализ механического состава почвы с мест произрастания вида показал, что исследуемый вид приурочен к почвам с большим содержанием глины. В полевых условиях, при проведении исследования почвы методом скатывания ее в шнур, было уста-

новлено, что при этом почва свободно скатывается в шнур и легко свертывается в колечко, что говорит о том, что почва, где произрастает вид *T. biebersteiniiana* глинистая.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На территории РИ популяции вида *Tulipa biebersteiniiana* Roem. et Schult. встречаются только в области Терского хребта по склонам северо-западной и юго-восточной экспозиций в окрестностях ст. Вознесенская и с.п. Южное, в зарослях кустарников в условиях сухих глинистых почв на высоте 500-600 м н.у.м. спорадически.

Изученный ритм сезонного развития вида *T. Biebershteiniiana* в условиях района исследования позволяет отнести его к раннецветущим эфемероидам с весенней вегетацией. Причем в 2015 году было отмечено более раннее начало вегетации – III декада февраля.

В результате картирования *T. Biebershteiniiana* мы наблюдаем, что ареал его распространения на исследуемой терри-

тории довольно ограниченный. На исследуемой площадке (около 8 га) было установлено, что на площади 100м² количество особей *T. Biebershteiniiana* составляет 150-180 экземпляров с проективным покрытием от 10% до 30%.

Анализ механического состава почвы с мест произрастания вида показал, что исследуемый вид приурочен к почвам с большим содержанием глины.

В связи с тем, что проведенные исследования состояния популяции *T. Biebershteiniiana* на территории Республики Ингушетия показали низкую плотность и ограниченный ареал его распространения, нами даны рекомендации по организации охраны естественных мест его произраста-



ния и о внесении его в Красную Книгу РИ с

категорией статуса редкости III.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Баранова М.В. Луковичные растения семейства Лилейных (география, биоморфологический анализ, выращивание). СПб.: Наука, 1999. 229 с.
2. Абрамова С.Н. Годичный цикл развития некоторых видов тюльпана // Интродукция и экология растений. Ашхабад, 1974. Вып. 3. С. 78-100.
3. Бочанцева З.П. Тюльпаны. Морфология, цитология и биология. Ташкент: Издательство Академии наук Узбекской ССР, 1962. 406 с.
4. Дакиева М.К., Хашиева Л.С. Фенологические фазы *Tulipa biebersteiniana* Roem. et Schult. в условиях Республики Ингушетия // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Вузовское образование и наука». Магас, 2015.
5. Диденко Е.Н. Онтогенетические состояния видов *Tulipa* в Оренбургской области // Вестник ОГУ. 2008. N87. С. 39-44.
6. Золотарева Н.В., Подгаевская Е.Н., Лесина С.А., Куянцева Н.Б. Местонахождения и современное состояние популяций редких растений Ильменского государственного заповедника (Степное лесничество) // Вестник ОГУ. 2012. N6(142). С. 45-49.
7. Карташева Л.М. Биология прорастания семян редких видов *Tulipa* L. в Центральном Черноземье // Вестник Воронежского гос. Ун-та. 2011. N2. С. 176-180.
8. Кобозева Е.А. Состояние ценопопуляций тюльпана Биберштейна (*Tulipa biebersteiniana*, *Liliaceae*) в сообществах лесостепи Пензенской области // Материалы I(IX) международной конференции молодых ботаников в Санкт-Петербурге. СПб., 2006б. С. 116-117.
9. Рысмамбетова Г.М., Маннапова У. Эндемичные и редкие растения Каратауского хребта (Казахстан) // Академический журнал Западной Сибири. 2011. N2. С. 60-61.
10. Яндовка Л.Ф., Лосева Т.А. Биология цветения *Tulipa biebersteiniana* (*Liliaceae*) // Растительные ресурсы. 2015. Т. 51, вып. 1. С. 12-28.
11. Mclellan A.J., Prati D., Kalts O., Schmid B. Structure and analysis of phenotypic and genetic variation in clonal plants. In: The ecology and evolution of clonal plants Edd. By H. De Kroon and J. van Groenendaal. Leiden, 1997. pp. 185-210.
12. Галушко А.И. Флора Северного Кавказа. Ростов: РГУ, 1978-1980.: 1978, Т. 1. С. 317; 1980, Т. 2. С. 350.
13. Гроссгейм А.А. Растительный покров Кавказа. М.: Изд-во МОИП, 1948. 267 с.
14. Филатов М.М. Лабораторный практикум по морфологии, физике и механике грунтов. М.-Л.: Гострансиздат, 1936, - 92 с.
15. Мордак Е.В. Семейство лилейные (*Liliaceae*) // Жизнь растений. Цветковые растения. Т. 6. М., 1982. С. 72-91.
16. Серебряков И.Г. Экологическая морфология растений. М.: Высшая школа, 1962. 378 с.
17. Толмачев А.И. Введение в географию растений. Ленинград. Изд. Ленинградского университета. 1974, 244 с.
18. Красная Книга Астраханской области. Издание второе / Астрахань: Астраханский государственный университет, Издательский дом «Астраханский университет», 2014. – 413 с.
19. Красная Книга Краснодарского края (Растения и грибы). Издание второе / Отв. ред. С.А. Литвинская. Краснодар: ООО «Дизайн Бюро, N1», 2007, 640 с.
20. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и животных. Грозный, 2007. 432 с.

REFERENCES

1. Baranova M.V. *Lucovichnye rasteniya semeistva Lileinyh (geographia, biomorphologia, analys, cultivatia)* [Bulbous plants lily family (geography, biomorphological analysis, cultivation)]. St. Petersburg, Nauka Publ., 1999. 229 p.
2. Abramova S.N. *The annual cycle of some species of tulip. Introductiya I ecology rastenii* [Introduction and ecology of plants]. Ashkhabad, 1974, vol. 3. pp. 78-100. (in Russian)
3. Bochantseva Z.P. *Tul'pany. Morphologia, cytologia I biologia* [Tulips. Morphology, cytology and biology]. Tashkent, Academy of Sciences of the Uzbek SSR Publ., 1962, 406 p.
4. Dakieva M.K., Khashieva L.S. Phenologicheskie phazy Tul'pana biebersteina Roem. et Schult. v Respublice Ingushetiya [Phenological phases Tulipa biebersteiniana Roem. et Schult. in the Republic of Ingushetia]. *Materialy Vserossiiskoi nauchno-practicheskoi konferentsii "Vuzovskoe obrazovanie I nayka"*, Magas, 2015 [Proceedings of the All-Russian Scientific-Practical Conference. "Undergraduate education and science", Magas, 2015]. Magas, 2015, pp.189-190.(in Russian)
5. Didenko E.H. Ontogenetic condition of species *Tulipa* in the Orenburg region. *Vestnik OGU* [Vestnik of OSU]. 2008, no. 87, pp. 39-44. (in Russian)
6. Zolotareva N.V., Podgaevskaya E.N., Lesina S.A., Kuyantseva N.B. The location and the current state of populations of rare plants Ilmen State Reserve (steppe forest). *Vestnik OGU* [Vestnik of OSU]. 2012, no. 6(142), pp. 45-49. (in Russian)
7. Kartashova L.M. Biology of seed germination rare species Tulipa L. at the Central Black Soil Region. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta* [Vestnik Voronezh State University]. 2011, no. 2, pp. 176-180. (in Russian)
8. Kobozeva E.A. Sostoyanie tsenopulyatsii tul'pana Biebersteina (*Tulipa biebersteiniana*, *Liliaceae*) v soobshestvah lesostepi Penzenskoi oblasti [State of cenopopulations Tulipa biebersteiniana (*Tulipa biebersteiniana*, *Liliaceae*) in the forest communities of the Penza region]. *Materialy I(IX) mezhdunarodnoi konferentsii younykh*



botanikov v Sankt-Peterburge. S-Pb., 2006 [Materials I (IX) international conference of young nerds in Saint Petersburg. S-Pb., 2006]. St. Petersburg, 2006b. pp. 116-117. (in Russian)

9. Rysmambetova G.M., Mannapova U. The endemic and rare plants Karatau of the ridge (Kazakhstan). *Akademicheski izhurnal Zapadnoi Sibiri* [Academic Journal of Western Siberia]. 2011, no. 2, pp. 60-61. (in Russian)

10. Yandovka L.F., Loseva T.A. Biology of flowering *Tulipa biebersteiniana* (Liliaceae). *Rastitelnye resursy* [Plant Resources]. 2015, vol. 51, no. 1. pp. 12-28. (in Russian)

11. Mclellan A.J., Prati D., Kalts O., Schmid B. Structure and analysis of phenotypic and genetic variation in clonal plants. In: *The ecology and evolution of clonal plants* Edd. By H. De Kroon and J. van Groenendaal. Leiden, 1997. pp. 185-210.

12. Galushko A.I. *Flora Severnogo Kavcaza* [Flora of the North Caucasus]. Rostov, RSU Publ., 1978-1980: 1978. vol. 1, pp. 317; 1980. vol. 2, pp. 350.

13. Grossgeim A.A. *Rastitel'nyi pokrov Kavkaza* [The vegetation cover of the Caucasus]. Moscow, Moscow Society of Naturalists Publ., 1948. 267 p.

14. Filatov M.M. *Laboratornyi praktikum po morfologii, fizike i mehanike gruntov* [Laboratory workshop on mor-

phologies, physics and soil mechanics]. Moscow-Leningrad, Gostransizdat Publ., 1936. 92 p. (in Russian)

15. Mordak E.V. *Semeistvo Lileinye (Liliaceae)* [The family Liliaceae (Liliaceae)] *Zhizn' rastenii. Cvetkovye rasteniya* [Life of plants. Flowering plants]. Moscow, 1982. vol. 6. pp. 72-91.

16. Serebryakov I.G. *Ekologicheskaya morfologiya rastenii* [Ecological morphology of plants]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 1962. 378 p. (in Russian)

17. Tolmachev A.I. *Vvedenie v geografiyu rastenii* [An introduction to the geography of plants]. Leningrad, Leningrad University Publ., 1974. 244 p. (in Russian)

18. *Krasnaya Kniga Astrachanskoi oblasti. Vtoroe izdanie* [Red Data Book of the Astrakhan region. Second Edition]. Astrakhan, Astrakhan State University Publ., 2014. 413 p. (in Russian)

19. Litvinskaya S.A. ed. *Krasnaya Kniga Krasnodarskogo kraia. Vtoroe izdanie* [Red Data Book of the Krasnodar Territory (plants and fungi). Second Edition]. Krasnodar, Design Bureau Publ., 2007. no.1, 640 p. (in Russian)

20. *Krasnaya Kniga Chechenskoi Respubliki. Redkie i nakhodyashchiesya pod ugrozoi ischeznoveniya vidy rastenii i zhivotnykh* [Red Data Book of the Chechen Republic. Rare and endangered plant species and animals]. Grozny, 2007. 432 p. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Лида С. Хашиева* - кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии, Ингушский государственный университет.

e-mail: lhashieva@yandex.ru

Россия 386204 Республика Ингушетия, Магас, ст. Ордзоникидзеvская, ул. Первомайская, 15а

Марет К. Дакиева - кандидат биологических наук, доцент, заведующая кафедрой биологии, Ингушский государственный университет, Магас, Россия.

Марет М. Бузуртанова - кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры биологии, Ингушский государственный университет, Магас, Россия.

Критерии авторства

Марет К. Дакиева собрала и определила флористический материал, вела фенологические наблюдения; Марет М. Бузуртанова провела анализ механического состава почвы; Лида С. Хашиева исследовала состояние популяций *T. biebersteiniana* в РИ и провела картирование вида. Марет К. Дакиева и Лида С. Хашиева обработали результаты исследований, описали материал и несут ответственность за плагиат. Лида С. Хашиева корректирует рукопись до подачи в редакцию.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 28.10.2015

AUTHOR INFORMATION

Affiliations

Lida S. Khashieva* - Candidate of biological sciences, assistant professor pulpit of biology, Ingush State University.

e-mail: lhashieva@yandex.ru

15a, st. Day, Art. Ordzhonikidzevskaya, Magas, Republic of Ingushetia, 386204 Russia

Maret K. Dakieva - Candidate of biological sciences, assistant professor pulpit Head of Chair of Biology, Ingush State University, Magas, Russia.

Maret M. Buzurtanova - Candidate of agricultural sciences, assistant professor pulpit of biology, Ingush State University, Magas, Russia.

Contribution

Марет К. Дакиева, collected and determined floral material, conducted phenological observations; Марет М. Бузуртанова, analyzed the texture of the soil; Лида С. Хашиева, investigated the state of populations of *T. biebersteiniana* in RI and conducted mapping of the species. Марет К. Дакиева and Лида С. Хашиева, analyzed the results of the studies, described the material and are responsible for avoiding the plagiarism. Лида С. Хашиева, corrected the manuscript prior to submission to the editorial board.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Received 28.10.2015



ГЕОЭКОЛОГИЯ

Геоэкология / Geoeology

Оригинальная статья / Original article

УДК 504.064.3:504.4.054(262.81)

DOI: 10.18470/1992-1098-2016-1-128-136

НОВЫЙ МЕТОД РАСЧЕТА БАЛАНСА ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ НА УЧАСТКЕ МОРСКОЙ АКВАТОРИИ, ОТВЕДЕННОМ ДЛЯ РАЗВЕДКИ И ДОБЫЧИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

¹Галина А. Монахова*, ²Сергей К. Попов,

¹Карина И. Асаева, ¹Нурислам М. Рахимбирдиев

¹лаборатория гидрометеорологии и климата, Каспийский морской
научно-исследовательский центр, Астрахань, Россия, kaspnmiz@mail.ru

²лаборатория морских прикладных исследований, Гидрометеорологический
научно-исследовательский центр Российской Федерации, Москва, Россия

Резюме. Цель. Расчет баланса загрязняющих веществ на лицензионном участке «Северный» с использованием оперативной гидродинамической модели Каспийского моря и данных производственного экологического мониторинга. **Методы.** Применялся новый метод расчета баланса загрязняющих веществ на лицензионном участке, опирающийся на данные гидродинамической модели и экологического мониторинга. Указанный метод был разработан в Каспийском морском научно-исследовательском центре совместно с Гидрометцентром Российской Федерации в 2015 году. **Результаты.** Оценка баланса загрязняющих веществ производилась в отношении нефтепродуктов, тяжелых металлов (меди, свинца, кадмия, ртути, кобальта, железа, марганца, цинка и никеля) и суммы полициклических ароматических углеводородов. Установлено, что в период с 17 по 20 октября 2014 года сальдо баланса большинства загрязняющих веществ было отрицательным и составляло менее 1% от величины суммарного переноса. При этом в слоях 0-5 и 5-10 м отмечался отток, а в слоях 10-15 и 15-20 – приток загрязняющих веществ. **Заключение.** Новый подход, основанный на модифицированной технологии расчета водообмена и переноса загрязняющих веществ, хорошо зарекомендовал себя и позволит в дальнейшем дать оценку балансов и потоков загрязняющих веществ, проходящих через различные участки акватории Каспийского моря.

Ключевые слова: Северный Каспий, гидродинамическая модель, лицензионный участок, водообмен, баланс загрязняющих веществ.

Формат цитирования: Монахова Г.А., Попов С.К., Асаева К.И., Рахимбирдиев Н.М. Новый метод расчета баланса загрязняющих веществ на участке морской акватории, отведенном для разведки и добычи углеводородного сырья // Юг России: экология, развитие. 2016. Т.11, N1. С.128-136. DOI: 10.18470/1992-1098-2016-1-128-136

NEW METHOD TO ESTIMATE POLLUTANTS BALANCE IN MARINE WATER AREA ALLOTTED FOR EXPLORATION AND PRODUCTION OF HYDROCARBONS

¹Galina A. Monakhova*, ²Sergey K. Popov,

¹Karina I. Asaeva, ¹Nurislam I. Rakhimbirdiev

¹Laboratory of Hydrometeorology and Climate, Caspian Marine Scientific Research Center,
Astrakhan, Russia, kaspnmiz@mail.ru

²Laboratory of Marine Applied Research, Hydrometeorological Research Center
of the Russian Federation, Moscow, Russia

Abstract. Aim. Estimation of pollutants balance at the license area “Severnii” using the operational hydrodynamic model of the Caspian Sea and the data of industrial environmental monitoring. **Methods.** A new method was used to



estimate pollutants balance at the license area based on the data of the hydrodynamic model and environmental monitoring. The indicated method was developed by Caspian Marine Scientific Research Center jointly with Hydrometeorological Centre of Russia in 2015. **Results.** The pollutants balance was estimated for oil products, heavy metals (copper, lead, cadmium, mercury, cobalt, iron, manganese, zinc and nickel) and the total polycyclic aromatic hydrocarbons. It was discovered that from 17 to 20 October 2014 the balance of most pollutants was negative and amounted to less than 1% of the total transport. Pollutants outflow was registered 0-5 and 5-10 m layers, and the inflow was discovered in the layers of 10-15 and 15-20 m. **Conclusion.** The new approach based on the modified calculation technology of water exchange and pollutants transport has performed well and will make it possible to estimate the balance and flows of pollutants passing through different areas of the Caspian Sea.

Keywords: North Caspian, hydrodynamic model, license area, water exchange, pollutants balance.

For citation: Monakhova G.A., Popov S.K., Asaeva K.I., Rakhimbirdiev N.I. New method to estimate pollutants balance in marine water area allotted for exploration and production of hydrocarbons. *South of Russia: ecology, development*. 2016, vol. 11, no. 1, pp. 128-136. (in Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2016-1-128-136

ВВЕДЕНИЕ

Применение балансового подхода к оценке загрязнения природных вод имеет достаточное количество теоретических предпосылок [1]. Безусловно, он является одним из перспективных в морских экологических исследованиях. Именно балансовые расчеты позволяют выявить «судьбу» отдельного загрязняющего вещества в конкретной экосистеме, а, значит, пролить свет на особенности функционирования ее защитных механизмов [2].

Последний факт особенно актуален для экосистемы Северного Каспия, которая, с одной стороны, является своего рода «мишенью» для бурно развивающегося нефтегазового комплекса, а с другой – представляет собой зону транзита загрязняющих веществ, поступающих со стоком р. Волга [3, 4]. Однако на практике применение балансового метода часто бывает сопряжено с рядом трудностей, отчасти связанных с необходимостью использования в расчетах модельных данных [5, 6]. Между тем для акватории

Северного Каспия они могут быть получены путем адаптации гидродинамической модели Каспийского моря [7] к расчетам водообмена и баланса загрязняющих веществ.

В настоящее время в Гидрометцентре РФ используется две оперативные гидродинамические модели Каспийского моря. Первая, с разрешением 3х3 морские мили, применяется ежедневно для расчетов гидрологических параметров в зависимости от меняющихся метеорологических условий, тогда как вторая, высокого разрешения (1х1) – проходит опытные испытания [8]. Потенциальная возможность использования последней модели для экологических исследований послужила толчком для выполнения настоящей работы.

Целью наших исследований явился расчет баланса загрязняющих веществ на лицензионном участке «Северный» с использованием гидродинамической модели Каспийского моря и данных производственного экологического мониторинга.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Метод расчета баланса загрязняющих веществ (ЗВ) на лицензионном участке, опирающийся на данные гидродинамической модели и экологического мониторинга, был разработан в КаспМНИЦ совместно с Гидрометцентром РФ в 2015 году (рис. 1). Адаптация модели высокого разрешения (рис. 2) к диагностическим расчетам водообмена на лицензионном участке «Северный» ОАО «ЛУКОЙЛ» была выполнена в компании «ИНФОМАРУС». Расчеты проводились применительно к четырехугольному участку, в пределах которого расположены

объекты обустройства месторождения им. Ю. Корчагина. Периметр участка был разбит на 18 контрольных секторов (рис. 3).

Расчет водообмена, предваряющий оценку баланса ЗВ, выполнялся для периода с 00 час. мск 17 октября по 21 час. мск 20 октября 2014 год с использованием гидродинамической модели Каспийского моря высокого разрешения. В указанный период на рассматриваемом участке проводились экспедиционные работы в рамках производственного экологического мониторинга. Базовыми результатами расчета явились ско-

рость и направление течения, а также компоненты X и Y скорости течения, рассчитанные для каждой ячейки модели (1852 x

1852 x 5), расположенной на границе участка, с временной дискретностью 1 час.

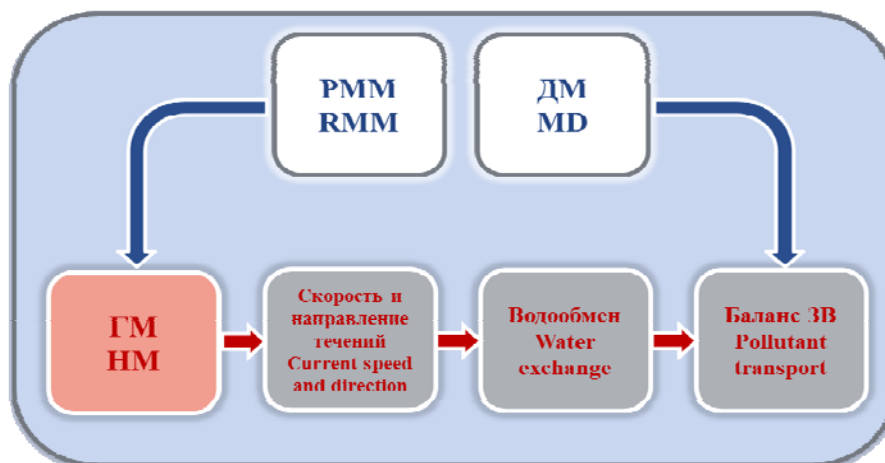


Рис. 1. Метод расчета баланса загрязняющих веществ на лицензионном участке.
PMM – региональная метеорологическая модель; GM – гидродинамическая модель;
DM – данные мониторинга; ЗВ – загрязняющие вещества

Fig. 1. Method used to estimate the balance of pollutants at the license area.

RMM – regional meteorological model; HM – hydrodynamic model;
MD – monitoring data; PS – pollutant substances

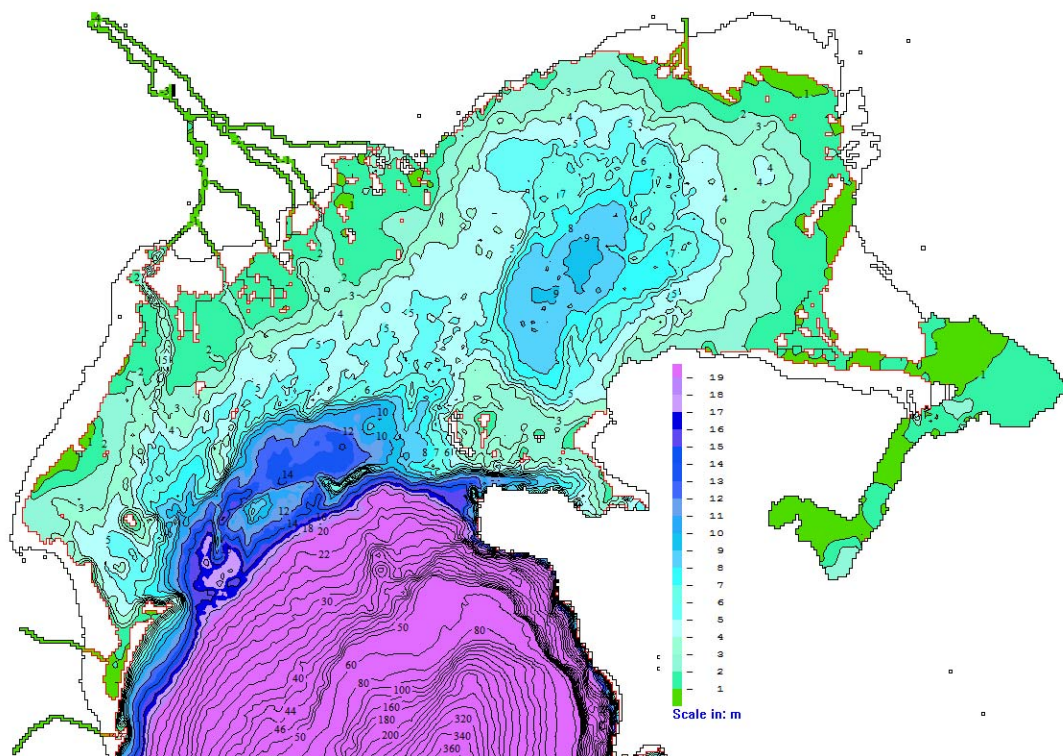


Рис. 2. Расчетная область 1-мильной модели с изобатами.
0 метров соответствует -27 м БС

Fig. 2. Computational domain of 1-mile model with isobath.
0 m corresponds to -27 m BS

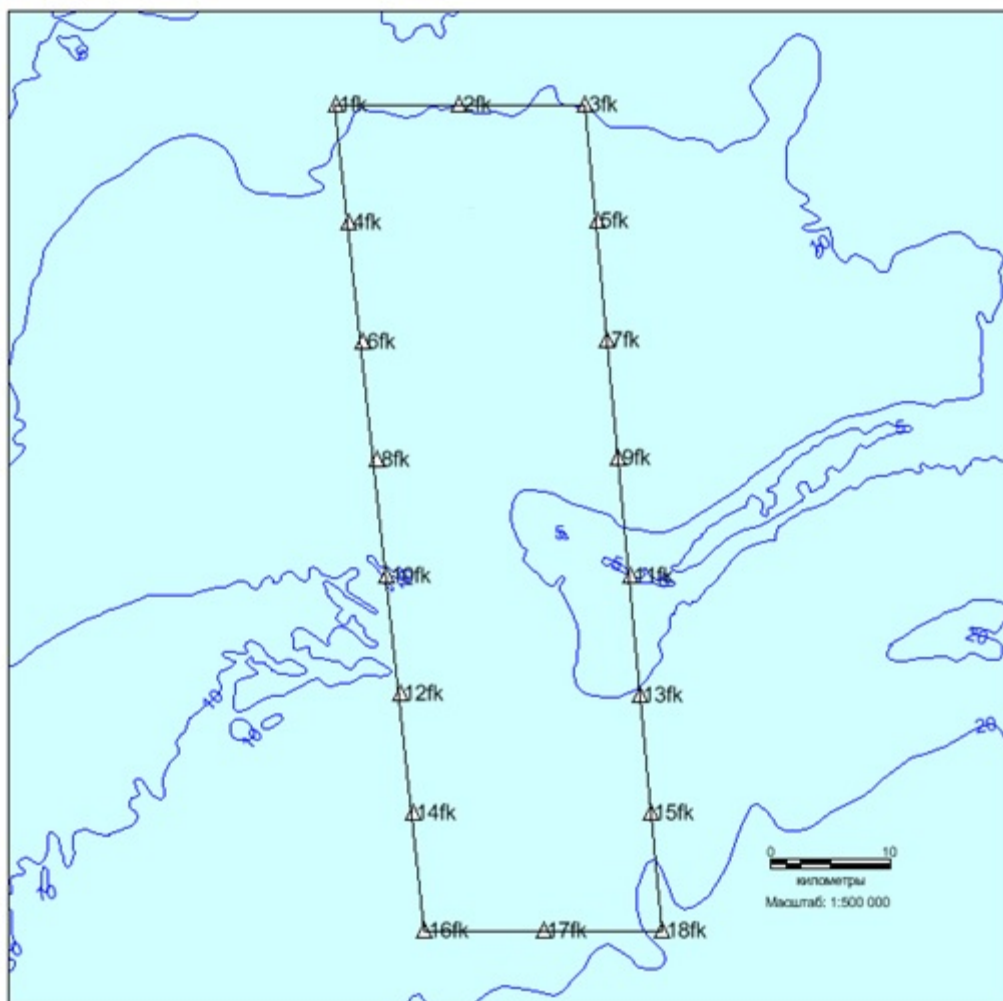


Рис. 3. Карта-схема расположения станций экологического мониторинга в районе месторождения им. Ю. Корчагина

Fig. 3. Schematic map of location of environmental monitoring stations in the area of Yu. Korchagin oilfield

Расходы воды за пределы и внутрь участка (путем суммирования однонаправленных расходов по каждой ячейке) рассчитывались для каждого контрольного сектора, срока и слоя воды. В дальнейшем они использовались для расчета водообмена, который характеризовался четырьмя показателями, выраженными в км^3 : притоком воды (b); оттоком воды (c); суммарным водообменом ($a = b + c$); результирующим водообменом ($d = b - c$) [9].

Эти показатели применялись для расчета переноса (баланса) ЗВ в районе расположения объектов обустройства месторождения им. Ю. Корчагина, с использованием

данных производственного экологического мониторинга. Оценка баланса ЗВ производилась в отношении нефтепродуктов, тяжелых металлов (меди, свинца, кадмия, ртути, кобальта, железа, марганца, цинка и никеля) и суммы ПАУ. Его величина определялась путем умножения показателей водообмена (км^3) на среднюю концентрацию ЗВ ($\text{тонн}/\text{км}^3$ или $\text{кг}/\text{км}^3$) [10]. Баланс ЗВ характеризовался тремя параметрами: притоком, оттоком ЗВ и сальдо (разность между притоком и оттоком). Кроме того, рассчитывалась величина суммарного переноса как сумма притока и оттока.

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

По результатам расчетов суммарный водообмен в период 17-20 октября 2014 года (за 69 часов) составил 52,7 км³, результирующий – 0,05 км³ (было вынесено 26,32 км³ воды, а привнесено в него 26,37 км³) (табл. 1). При этом параметры водообмена испытывали как горизонтальную, так и вертикальную изменчивость. Так, в слое 0-20 м

через юго-восточную границу участка наблюдался приток, а через северо-западную – отток воды (рис. 4). Величина результирующего водообмена в слоях 0-5 и 5-10 м принимала отрицательные значения (отток превышал приток), а в слоях 10-15 и 15-20 м – положительные (приток превышал отток).

Таблица 1

Водообмен (км³) в районе расположения объектов обустройства месторождения им. Ю. Корчагина 17-20 октября 2014 года в слоях 0-5, 5-10, 10-15, 15-20 и 0-20 м

Table 1

Water exchange (km³) in the area of Yu. Korchagin field facilities on 17-20 October 2014 in the layers of 0-5, 5-10, 10-15, 15-20 and 0-20 m

Показатели водообмена, км ³ Water exchange parameters, km ³	Слой, м Layers, m				
	0-5	5-10	10-15	15-20	0-20
a	24,34	19,08	7,19	2,09	52,70
b	11,88	9,03	3,95	1,52	26,37
c	12,47	10,05	3,24	0,57	26,32
d	-0,59	-1,01	0,71	0,95	0,05

Примечание: a – суммарный водообмен; b – приток; c – отток воды; d – результирующий водообмен.

Note: a – total water exchange; b – inflow; c – water outflow; d – resultant water exchange.

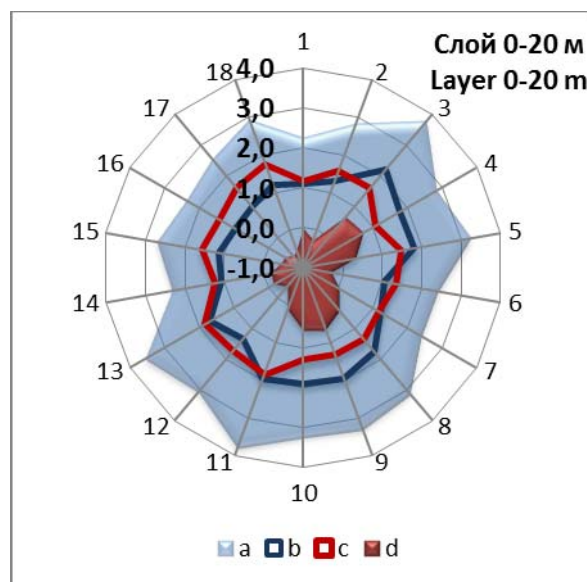


Рис. 4. Водообмен (км³) на границе района расположения объектов обустройства месторождения им. Ю. Корчагина 17-20 октября 2014 года на различных контрольных участках в слое 0-20 м. a – суммарный водообмен; b – приток; c – отток воды; d – результирующий водообмен

Fig. 4. Water exchange (km³) at the borderline of Yu. Korchagin field facilities on 17-20 October 2014 in different test areas in the layer 0-20 m. a – total water exchange; b – inflow; c – water outflow; d – resultant water exchange



Согласно расчетам баланса ЗВ в районе месторождения им. Корчагина, в слое 0-20 м значение сальдо для большинства ЗВ было отрицательным и составляло менее 1% от величины суммарного переноса. Величина сальдо для нефтепродуктов (3,1 тонн), цинка (0,15 тонн) и кобальта (64,8 кг) была положительной, но также составляла 0,1-1,4% суммарного переноса (табл. 2). Приток ЗВ в слое 0-20 м превышал отток в северо-восточной, южной и юго-восточной частях

рассматриваемого района. При этом в слоях 0-5 и 5-10 м величина сальдо была положительной преимущественно в северо-восточной части, а в слоях 10-15 и 15-20 м – в южной (рис. 5). Различия в характере изменчивости балансовых характеристик по слоям для всех ЗВ носили сходный характер (в слоях 0-5 и 5-10 м отмечался отток ЗВ, а в слоях 10-15 и 15-20 – приток) и, следовательно, определялись особенностями водообмена.

Таблица 2
Баланс загрязняющих веществ (тонн, %) в районе расположения объектов обустройства месторождения им. Ю. Корчагина 17-20 октября 2014 г. в слое 0-20 м

Table 2

Balance of pollutants (tonnes, %) in the area of Yu.Korchagin field facilities on 17-20 October 2014 in the layer of 0-20 m

ЗВ Pollutants	a		b		c		d	
	тонн tonnes	%	тонн tonnes	%	тонн tonnes	%	тонн tonnes	%
Нефтепродукты Hydrocarbons	3086,6	100	1544,8	50,0	1541,7	50,0	3,1	0,1
Сумма ПАУ Total PAH	2,39	100	1,19	49,9	1,20	50,1	-0,01	0,2
Медь Copper	67,51	100	33,66	49,9	33,85	50,1	-0,19	0,3
Цинк Zinc	289,56	100	144,85	50,0	144,70	50,0	0,15	0,1
Никель Nickel	69,38	100	34,54	49,8	34,84	50,2	-0,30	0,4
Кадмий Cadmium	13,50	100	6,65	49,3	6,85	50,7	-0,20	1,5
Свинец Lead	73,64	100	36,64	49,8	37,00	50,2	-0,37	0,5
Марганец Manganese	297,07	100	147,86	49,8	149,21	50,2	-1,35	0,5
Ртуть Mercury	2,88	100	1,43	49,6	1,45	50,4	-0,02	0,8
Железо Iron	337,20	100	167,97	49,8	169,23	50,2	-1,26	0,4
Кобальт Cobalt	4,51	100	2,29	50,7	2,22	49,3	0,07	1,4

Примечание: a – суммарный перенос; b – приток; c – отток; d – сальдо

Note: a – total transport; b – inflow; c – outflow; d – balance

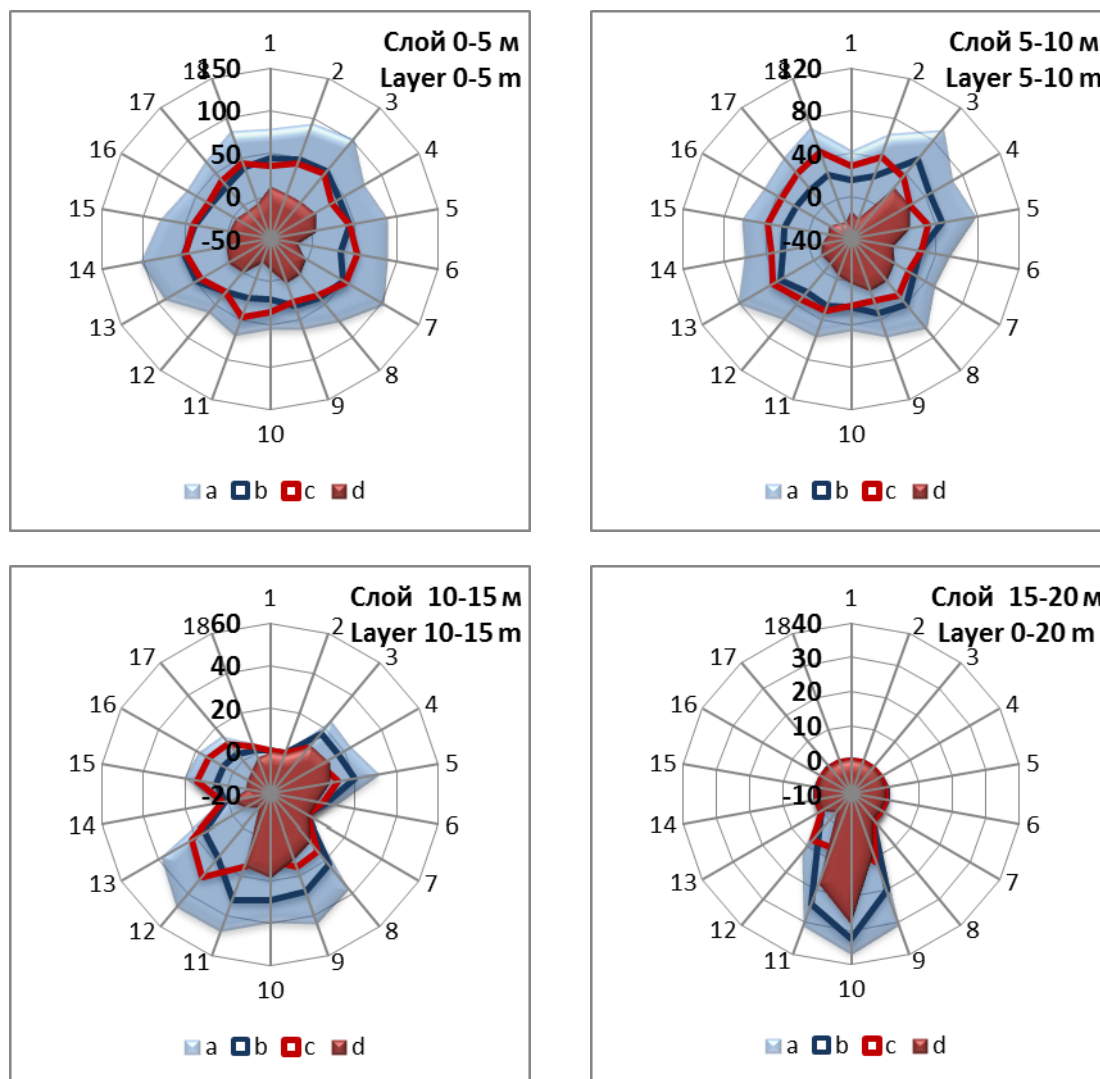


Рис. 5. Баланс нефтепродуктов (тонн) в районе расположения объектов обустройства месторождения им. Ю. Корчагина 17-20 октября 2014 года в слоях 0-5, 5-10, 10-15 и 15-20 м

Fig. 5. Balance of oil products (tonnes) in the area of Yu. Korchagin field facilities on 17-20 October 2014 in the layers of 0-5, 5-10, 10-15 and 15-20 m

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Новый подход, основанный на модифицированной технологии расчета водообмена и переноса загрязняющих веществ, хорошо зарекомендовал себя и позволит в

дальнейшем дать оценку балансов и потоков загрязняющих веществ, проходящих через различные участки акватории Каспийского моря.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Израэль Ю.А., Цыбань А.В. Антропогенная экология океана. М.: Флинта Наука, 2009. 520 с.
2. Совга Е.Е., Мезенцева И.В., Хмара Т.В., Слепчук К.А. О перспективах и возможностях оценки самоочищающей способности акватории Севастопольской бухты // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. 2014. N28. С. 153-164.

3. Экологическая политика ОАО «ЛУКОЙЛ» на Каспийском море, т. 2; Охрана окружающей среды при поиске, разведке и добыче углеводородного сырья в северной части Каспийского моря / отв. ред. С.К. Монахов. Астрахань, 2003. 256 с.
4. Лычагин М.Ю., Касимов Н.С., Курьякова А.Н., Крононберг С.Б. Геохимические особенности аквальных ландшафтов дельты Волги // Известия Российской



академии наук. Серия географическая. 2011. N1. С. 100-113.

5. Operational Oceanography in the 21st Century. Andreas Schiller, Gary B. Brassington (Eds.) Springer, 2011, 450 p.

6. Калинкина Н.М., Коросов А.В. Имитационная модель распространения загрязняющих веществ в водоемах, подверженных воздействию горнорудного производства // Принципы экологии. 2015. N3. С. 40-59. DOI: 10.15393/j1.art.2015.4101

7. Попов С.К., Батов В.И., Елисов В.В., Лобов А.Л. Усовершенствованная технология прогноза течений и уровня Каспийского моря // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2005. N7. С. 53-59.

8. Monakhova G., Asaeva K., Popov S. and Lobov A. Water and contaminants transport between the parts of

the Caspian Sea. The Materials of the International Conference MEDCOAST 15 (06-10 October 2015, Varna, Bulgaria), MEDCOAST Foundation, 2015, P. 669-678.

9. Монахова Г.А., Рахимбердиев Н.М., Попов С.К., Лобов А.Л. Технология расчета водообмена и переноса загрязняющих веществ между различными частями Каспийского моря // Материалы международной научно-технической конференции «Современные методы и средства океанологических исследований» (МСОИ-2015), М.: АПР, 2015. Т. 2. С. 358-361.

10. Монахова Г.А., Попова Н.В., Попов С.К., Лобов А.Л., Рахимбердиев Н.М. Расчет водообмена и переноса загрязняющих веществ на границе лицензионного участка // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2014. N12. С. 33-39.

REFERENCES

1. Izrael Yu.A., Tsyban A.V. *Antropogennaja ekologija okeana* [Anthropogenic Ecology of Ocean]. Moscow, Flinta Nauka Publ., 2009. 520 p.

2. Sovga E.E., Mezenceva I.V., Hmara T.V., Slepchuk K.A. On prospects and opportunities of assessment of self-purification capacity of the Sevastopol Bay water area. *Jekologicheskaja bezopasnost' pribrezhnoj i shelf'ovoj zon morja* [Environmental safety of the coastal and shelf sea areas]. 2014, no. 28, pp. 153-164. (in Russian)

3. Monakhov S.K. Ed. *Ekologicheskaya politika OAO «LUKOIL» na Kaspijskom more, t. 2; Okhrana okruzhayushchei sredy pri poiske, razvedke i dobyche ugledorodnogo syr'ya v severnoi chasti Kaspijskogo morya* [Environmental policy of Lukoil Ltd. In the Caspian Sea, v.2 environmental protection in the course of search, exploration and production of hydrocarbons in the northern part of the Caspian Sea]. Astrakhan, 2003. 256 p.

4. Lychagin M.Yu., Kasimov N.S., Kuryakova A.N., Kroonenberg S.B. Geochemical characteristics of the Volga delta aquatic landscapes *Izvestiya Rossijskoj akademii nauk. Seriya geograficheskaja* [News of the Russian Academy of Science. Geographical series]. 2011. no. 1. pp. 100-113. (in Russian)

5. Operational Oceanography in the 21st Century. Andreas Schiller, Gary B. Brassington (Eds.) Springer, 2011, 450 p.

6. Kalinkina N.M., Korosov A.V. Simulation model of pollutants distribution in water bodies under effect of ore mining. *Principles of Ecology*. 2015, no. 3, pp. 40-59. (in Russian) DOI: 10.15393/j1.art.2015.4101

7. Popov S.K., Batov V.I., Elisov V.V., Lobov A.L. Advanced technique of forecasting the currents and level of the Caspian Sea. *Zashhita okruzhajushhej sredy v neftegazovom komplekse* [Environmental protection in oil and gas complex]. 2005, no. 7, pp. 53-59. (in Russian)

8. Monakhova G., Asaeva K., Popov S. and Lobov A. Water and contaminants transport between the parts of the Caspian Sea. The Materials of the International Conference MEDCOAST 15 (06-10 October 2015, Varna, Bulgaria), MEDCOAST Foundation, 2015, P. 669-678.

9. Monakhova G.A., Rahimberdiev N.M., Popov S.K., Lobov A.L. Tehnologija rascheta vodoobmena i perenosa zagryaznjajushhih veshhestv mezhdu razlichnymi chastjami Kaspijskogo morja [Technique used to calculate water exchange and pollutants transport between the different parts of the Caspian Sea]. *Materialy mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoi konferencii «Sovremennye metody i sredstva okeanologicheskikh issledovanij» (MSOI-2015)* [Material of the international scientific and technical conference "Modern methods and tools of oceanological research" (MSOI-2015)]. Moscow, vol. 2, pp. 358-361. (in Russian)

10. Monakhova G.A., Popova N.V., Popov S.K., Lobov A.L., Rahimberdiev N.M. Estimation of water exchange and pollutants transport at the borderline of the license area. *Zashhita okruzhajushhej sredy v neftegazovom komplekse* [Environmental protection in oil and gas complex]. 2014, no. 12, pp. 33-39. (in Russian)

Принадлежность к организации

Галина А. Монахова* - кандидат биологических наук, доцент, заведующий лабораторией гидрометеорологии и климата, ФГБУ «Каспийский морской научно-исследовательский центр», тел. 8(8512)30-34-70. ул. Ширяева, 14, Астрахань, 414024 Россия, e-mail: kaspnmniz@mail.ru

Сергей К. Попов - кандидат физико-математических наук, заведующий лабораторией морских прикладных исследований, ФГБУ «Гидрометеорологический научно-исследовательский центр Российской Федерации», тел.

Affiliations

Galina A. Monakhova* - PhD. in Biology, Associate Professor, Chief of Laboratory of Hydrometeorology and Climate, FSBI "Caspian Marine Scientific Research Center", Astrakhan, Russia, tel. +7(8512) 30-34-70, 14 Shiryayeva St., Astrakhan, 414024 Russia, e-mail: kaspnmniz@mail.ru

Sergey K. Popov - PhD. In Physics and Mathematics, Chief of Laboratory of Applied Marine Research, FSBI "Hydrometeorological Research Center of the Russian Federation", , tel. +7(499) 255-93-07.



8(499) 255-93-07, 123242, Б. Предтеченский пер., 11-13, Москва, Россия, e-mail: Impi@yandex.ru

11-13, B. Predtechenskiy Per., Moscow, 123242 Russia e-mail: Impi@yandex.ru

Карина И. Асаева - младший научный сотрудник, ФГБУ «Каспийский морской научно-исследовательский центр», Астрахань, Россия.

Karina I. Asaeva - junior research officer, FSBI "Caspian Marine Scientific Research Center", Astrakhan, Russia.

Нурислам М. Рахимбирдиев - младший научный сотрудник, ФГБУ «Каспийский морской научно-исследовательский центр», Астрахань, Россия.

Nurislam M. Rakhimbirdiev - junior research officer, FSBI "Caspian Marine Scientific Research Center", Astrakhan, Russia.

Критерии авторства

Сергей К. Попов произвел расчеты параметров водообмена на лицензионном участке «Северный», Карина И. Асаева и Нурислам М. Рахимбирдиев рассчитали показатели баланса загрязняющих веществ; Галина А. Монова проанализировала данные, написала рукопись и несет ответственность за плагиат.

Contribution

Sergey K. Popov calculated the parameters of water exchange at the license area "Severniy", Karina I. Asaeva and Nurislam M. Rakhimbirdiev calculated the pollutants balance, Galina A. Monakhova analyzed the data, wrote the manuscript and is responsible in case of plagiarism.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 22.10.2015

Received 22.10.2015



Геоэкология / Geoeology

Оригинальная статья / Original article

УДК 504.064.2; 504.054

DOI: 10.18470/1992-1098-2016-1-137-148

УГЛЕВОДОРОДНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

¹Елена В. Островская*, ²Евгений В. Колмыков, ³Оксана И. Холина,
³Татьяна С. Пронина, ³Мария В. Войнова

¹Каспийский морской научно-исследовательский центр,
Астрахань, Россия, eostrovskaya@mail.ru

²отдел экологии, ООО «ЛУКОЙЛ-Нижневолжскнефть», Астрахань, Россия

³лаборатория гидрохимии и экологии, Каспийский морской
научно-исследовательский центр, Астрахань, Россия

Резюме. Целью данной работы является оценка современного уровня загрязнения углеводородами морской среды северо-западной части Каспийского моря и определение основных источников их поступления. **Методы.** В основу работы легло обобщение результатов трехлетних исследований, проведенных в 2012-2014 гг. в рамках Программы Росгидромета по мониторингу трансграничных водных объектов Каспийского моря. В этот период были отобраны пробы воды и донных отложений для определения в них концентраций алифатических и полиароматических углеводородов. Общее содержание углеводородов (УВ) определяли методом инфракрасной спектроскопии, полиароматических (ПАУ) – методом газовой хроматографии и масс-спектрометрии. **Результаты** химического анализа показали, что концентрации УВ в воде менялись от следовых до 240 мкг/л, в донных отложениях – от следовых до 114 мкг/г. Суммарные концентрации ПАУ в воде варьировали от следов до 321 нг/л, в донных отложениях – от следов до 699 нг/г. Для определения источников нефтяного загрязнения привлекались данные космического мониторинга исследуемой акватории, которые показали значительное поступление углеводородов в морскую среду с судовыми сбросами. **Выводы.** Сравнение полученных результатов с ранее проведенными исследованиями и международными стандартами качества среды показали, что современный уровень загрязнения исследуемой акватории углеводородами незначителен.

Ключевые слова: Каспийское море, загрязнение морской среды, нефтяные углеводороды, полиароматические углеводороды, идентификация источников загрязнения, спутниковый мониторинг.

Формат цитирования: Островская Е.В., Колмыков Е.В., Холина О.И., Пронина Т.С., Войнова М.В. Углеводородное загрязнение северо-западной части Каспийского моря // Юг России: экология, развитие. 2016. Т.11, N1. С.137-148. DOI: 10.18470/1992-1098-2016-1-137-148

HYDROCARBON POLLUTION IN THE NORTH-WESTERN PART OF THE CASPIAN SEA

¹Elena V. Ostrovskaya*, ²Evgeniy V. Kolmykov, ³Oksana I. Kholina,
³Tatyana S. Pronina, ³Maria V. Voinova

¹Caspian Marine Research Center, Astrakhan, Russia, eostrovskaya@mail.ru

²Department of Ecology, LUKOIL-Nizhnevolzhsk Ltd., Astrakhan, Russia

³Laboratory of hydrochemistry and ecology, Caspian Marine Research Center,
Astrakhan, Russia

Abstract. Aim. The paper is aimed to estimate the current level of hydrocarbon pollution of the marine environment in the North-Western part of the Caspian Sea. **Methods.** The paper discusses the results of three-year studies conducted in 2012-2014 within the framework of Roshydromet's Programme of monitoring of transboundary waters of the Caspian Sea. Spatial distribution of concentrations of hydrocarbons (total and polyaromatic) in water and bottom sediments of the area was analysed. Concentrations of total hydrocarbons were determined by means of infrared spectrometry and PAHs – of gas chromatography with mass spectrometry. **Results.** The range of the total hydrocarbons in the area's water is from slight traces to 240 µg/l, in sediments – from traces to 114 µg/g (dry weight). Total



concentrations of PAHs in water varied from traces to 321 ng/l, in sediments – from traces to 699 ng/g (dry weight). For the source identification, data of satellite monitoring of the area were used. The data showed increasing input of hydrocarbons coming into the marine environment with discharges from vessels. **Conclusion.** The results of these studies are compared to those of previous research and show that the level of hydrocarbons in the area is typical for slightly polluted areas.

Keywords: Caspian Sea, marine pollution, total petroleum hydrocarbons, polyaromatic hydrocarbons, pollution source identification, satellite monitoring

For citation: Ostrovskaya E.V., Kolmykov E.V., Kholina O.I., Pronina T.S., Voinova M.V. Hydrocarbon pollution in the north-western part of the Caspian Sea. *South of Russia: ecology, development*. 2016, vol. 11, no. 1, pp. 137-148. (in Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2016-1-137-148

ВВЕДЕНИЕ

Акватория Каспийского моря подвержена значительному антропогенному воздействию. Основными источниками углеводородов здесь традиционно считаются береговые и морские объекты нефтегазового комплекса, судоходство и речной сток (в основном сток р. Волги, приносящей около 80% всего объема речной воды в море).

Добыча нефти в российском секторе недропользования (РСНП) Каспийского моря, была начата в 2010 г. и к апрелю 2015 г. достигла суммарно 4 млн. тонн. В соседнем казахском секторе к 2020 г. нефтедобычу планируется увеличить с нынешних 80 до 120 млн. тонн в год. Это увеличение объемов добычи предполагается достичь за счет разработки трех не так давно разведанных месторождений: Тенгиз, Королевское и Кашаган, которое расположено в непосредственной близости от лицензионного участка российской нефтяной компании «ЛУКОЙЛ».

Танкерные и другие перевозки также существенно увеличивают риски нефтяного загрязнения северной части моря, на берегах которой расположено несколько довольно крупных портов. Например, грузооборот крупнейшего казахстанского порта Актау на восточном побережье достигало 12,81 млн. тонн в 2010 г., и 12,1 млн. тонн в 2011 г. Грузооборот российских портов составил 9,4 млн. тонн в 2011 г., и половина их приходилось на нефть и нефтепродукты. Принимая во внимание имеющиеся планы по увеличению нефтедобычи, даже если их реализация и будет отложена на время нынешним кризисом, в будущем следует ожидать увеличение рисков нефтяного загрязнения морской среды в этом районе.

Еще одним важным, но до настоящего времени недооцененным источником угле-

водородов на акватории северо-западной части Каспийского моря являются атмосферные выпадения. По крайней мере, загрязненный воздух является основным поставщиком многих пирогенных полиароматических углеводородов в морскую среду (см., например, [1]).

Помимо антропогенных источников углеводородов, в северо-западной части Каспийского моря существуют их естественные источники. Каспийское море является высокопродуктивным водоемом с биологической точки зрения. Населяющие его живые организмы продуцируют различные углеводороды, в том числе сходные с нефтяными. Наряду с имеющимися на акватории газовыми и нефтяными сипами [2], эти биогенные углеводороды формируют так называемый природный фон в морской среде [3, 4].

Несмотря на признание угрозы нефтяного загрязнения для экологии Каспийского моря, число комплексных исследований в этом районе невелико. В 2000-2001 гг. в рамках Каспийской экологической программы (КЭП) были проведены исследования накопления углеводородов в донных отложениях прибрежной зоны моря, опубликованные в работе [5]. Позднее, в 2004-2013 гг. Российская академия наук проводила исследования в дельте р. Волги и на глубоководной акватории Среднего и Южного Каспия [6-8]. Однако северная часть моря, и особенно ее западное побережье, практически не были затронуты.

Наши исследования частично закрывают этот пробел, поскольку сосредоточены на северо-западной части моря, в частности на ее прибрежной зоне, прилегающей к Дагестанскому побережью. Основной целью данной работы является оценка современно-



го уровня загрязнения углеводородами морской среды этой акватории и определение основных источников их поступления. В основу работы легло обобщение результатов

трехлетних исследований, проведенных в 2012-2014 гг. в рамках Программы Росгидромета по мониторингу трансграничных водных объектов Каспийского моря.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

За период 2012-2014 гг. было проведено 5 комплексных экспедиций, во время которых для определения углеводородов было отобрано 82 пробы воды с поверх-

ностного горизонта и 181 проба донных отложений. Схема отбора проб представлена на рис. 1.

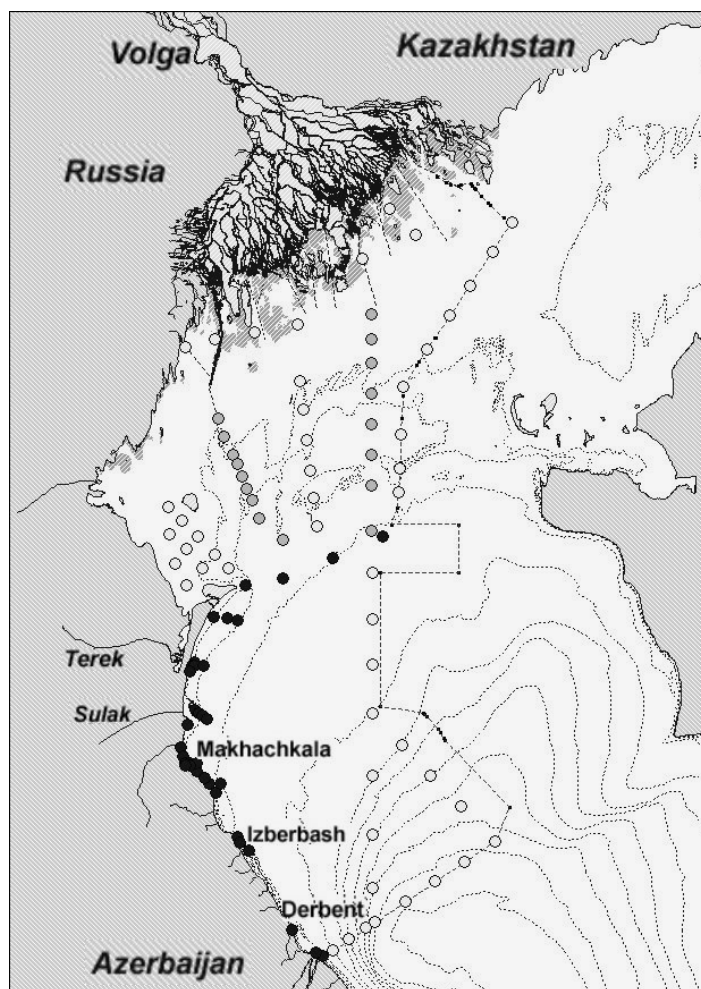


Рис. 1 Схема отбора проб в северо-западной части Каспийского моря (2012-2014 гг.)
Fig. 1: Sampling stations in the North-Western part of the Caspian Sea (2012-2014)

Отбор проб воды и донных отложений для определения содержания углеводородов, проводился в соответствии с РД 52.17.262.91, РД 52.10.556-95 «Методические указания. Определение загрязняющих веществ в пробах морских донных отложений и взвеси».

Определение содержания полиароматических углеводородов (ПАУ) в воде и донных отложениях было проведено аккре-

дитованной лабораторией научно-производственного объединения (НПО) «Тайфун», общего содержания углеводородов (УВ) – аккредитованной лабораторией Астраханского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Концентрации УВ определялись методом инфракрасной (ИК) спектроскопии по РД 52.10.2343-92 (вода) и РД 52.10.556-95 (донные отложения), концентрации ПАУ – мето-



дом хромато-масс-спектрометрии на приборе Varian Saturn 3D GC/MS по методике М-МВИ-202-07.

Были определены концентрации следующих ПАУ: нафталин (Н), 1-метилнафталин (1-МН), 2-метилнафталин (2-МН), аценафтилен (АЦН), аценафтен (АЦ), флуорен (ФЛУ), фенантрен (Ф), антрацен (АН), флуорантен (ФЛ), пирен (П), бенз/а/антрацен (БАН), хризен (ХР), бенз/а/пирен (БаП), бенз/е/пирен (БеП), перилен (Пер), индено(1,2,3-сд)пирен (ИНД),

дибенз/а,х/антрацен (ДБАН), бенз(г,х,и)перилен (БПер), бенз/б/флуорантен, бенз/ж/флуорантен и бенз/к/флуорантен были измерены вместе как сумма БФЛ.

Проведение анализа сопровождалось метрологическим контролем точности результатов измерений в соответствии с требованиями ГОСТ Р 8.589-2001 «Государственная система обеспечения единства измерений. Контроль загрязнения окружающей природной среды».

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

1. Углеводороды в воде северо-западной части Каспийского моря

Обычно концентрации углеводородов в незагрязненных водоемах могут варьировать в широких пределах: в морских водах – от 10 до 100 мкг/л и более, в реках и озерах – от 10 до 200 мкг/л. Для водных объектов с интенсивным развитием биоты или с наличием природных выходов нефти концентрации УВ в воде могут достигать 1000-1500 мкг/л. Для морей, омывающих

берега России, как правило, концентрации УВ в воде не превышают установленную величину ПДК (50 мкг/л), исключение составляют прибрежные воды, которые обычно более загрязнены, чем открытые акватории [6].

По нашим данным, в 2012-2014 гг. содержание УВ в воде северо-западной части Каспийского моря менялось от следов до 240 мкг/л (табл. 1).

Таблица 1

Концентрации углеводородов в воде северо-западной части Каспийского моря

Table 1

Concentrations of hydrocarbons in water in the North-Western part of the Caspian Sea

Показатель Indicator	2012-2014 гг, (данное исследование) (this study)	1998-2003 гг, [9]
Сумма углеводородов, мкг/л Total hydrocarbons, µg/l	<2,0-240	<2,0-427
ΣПАУ, нг/л ΣPAHs, ng/l	<1,0-321	1,1-686
Нафталин, нг/л Naphthalene, ng/l	<50-110	<50-621
Бензо/а/пирен, нг/л Benzo/a/pyrene, ng/l	<1,0	<1,0-2,7

Наибольшие величины отмечались в прибрежных водах Дагестанского побережья, вблизи Махачкалы и устьев Терека и Сулака. Для сравнения в таблице 1 также приведены данные, полученные для Северного Каспия в 1998-2003 гг. при проведении производственного экологического мониторинга перед началом разведочного бурения на лицензионных участках ОАО «ЛУКОЙЛ» [9].

Данные таблицы 1 показывают снижение концентраций углеводородов в воде к

настоящему времени. Концентрации УВ в этой части Каспийского моря в обоих случаях были ниже, чем концентрации в морской воде бухты Бохай в Китае (23,8-508 мкг/л) [10], но выше, чем в воде реки Шат Аль-Араб в Ираке (5,18-37,59 мкг/л) [11] и в воде водотоков нигерийских нефтяных месторождений (14-24 мкг/л) [12].

Суммарные концентрации ПАУ в воде в 2012-2014 гг. варьировали от следовых до 321 нг/л, при этом также были ниже отмеченных в 1998-2003 гг. (1,1-686 нг/л) (табл.



1). В обоих случаях в составе ПАУ превалировали нафталин и его алкилированные гомологи (метилнафталины). Поскольку сырая нефть содержит нафталин и полиарены его группы, которые быстрее всего разлагаются в морской среде, их присутствие на исследуемой акватории может свидетельствовать о наличии источника свежего нефтяного загрязнения [5, 8]. Концентрации бенз/а/пирена не превышали ПДК (5 нг/л), и в большинстве случаев не превышали предела обнаружения аналитического метода, как и большинство других полиаренов.

Суммарные концентрации ПАУ, полученные нами в 2012-2014 гг., были замет-

но выше, чем концентрации, наблюдавшиеся в воде реки Шат Аль-Араб (5,81 – 47,96 нг/л) [11], ниже, чем концентрации ПАУ в воде бухты Бохай (582,8-2208,3 нг/л) [10] и Александрийского побережья в Египте (2,21-677,25 нг/л) [13], при этом сравнимы с концентрациями, отмеченными прибрежных водах Сямынь в Китае (49,29-279,42 нг/л) [14]. В незагрязненных водах моря Герлаха в Антарктике Стортини с соавторами [15] наблюдали суммарное содержание ПАУ в пределах 5,27-9,43 нг/л, что в несколько раз ниже, чем на исследуемой акватории.

2. Углеводороды в донных отложениях северо-западной части Каспийского моря

В 2012-2014 гг. содержание УВ в донных отложениях также отличалось высокой пространственной неоднородностью, варьируя от 1 до 114 мкг/г (табл. 2) с наибольшими величинами в прибрежной зоне Дагестана и в районах судоходных трасс.

Как показывают данные, приведенные в работе [16], концентрации УВ в донных осадках Северного Каспия в период 1998-2003 гг. менялись от следов до 56,1 мкг/г, что существенно ниже, чем мы получили в 2012-2014 гг. В таблице 2 приведены для сравнения данные, полученные экспедицией КЭП в 2000-2001 гг. [5].

Величины концентраций УВ, наблюдавшиеся в 2012-2014 гг., все еще значительно ниже тех, что были обнаружены в осадках Азербайджанского (30-1820 мкг/г) и

Иранского (30-600 мкг/г) прибрежных вод. Фолькман с коллегами [17] предложили считать концентрации УВ в осадках, превышающие 500 мкг/г, индикатором значительного нефтяного загрязнения, а концентрации около 10 мкг/г и ниже – индикатором отсутствия загрязнения. Здесь следует отметить, что в 2012-2014 гг. Концентрации УВ в осадках не превышали 10 мкг/г в 40,4% проб.

Таким образом, величины концентраций УВ в донных отложениях северо-западной части Каспийского моря были выше тех, что наблюдались здесь ранее, показывая тем самым тенденцию к увеличению рисков углеводородного загрязнения этого района моря в последние годы. Однако эти величины пока еще сохраняются на уровне незагрязненных или слабозагрязненных районов.

Таблица 2

Концентрации углеводородов в донных отложениях Каспийского моря

Table 2

Total hydrocarbons concentrations in sediments of the Caspian Sea

Район Area	Период исследования Survey year	Концентрация (мг/г сухого веса) Concentration (µg/g dry weight)	Источник Reference
Северный Каспий, Россия Northern Caspian, Russia	1998-2003	<0,5-56,1	[16]
Северный Каспий, Россия Northern Caspian, Russia	2012-2014	1,0-114	Данное исследование this study
Северный Каспий, Россия Northern Caspian, Russia	2000	<0,5-30	[5]
Северный Каспий, Казахстан Northern Caspian, Kazakhstan	2001	<0,5-30	[5]
Южный Каспий, Азербайджан Southern Caspian, Azerbaijan	2000	30-1820	[5]



Южный Каспий, Иран Southern Caspian, Iran	2001	30-600	[5]
--	------	--------	-----

Суммарные концентрации ПАУ в донных отложениях исследуемой акватории в 2012-2014 гг. Варьировали от следовых до 699 нг/г. Как и в воде, в осадках доминировали нафталин и его алкилированные гомологи (табл. 3).

Максимальные суммарные концентрации были характерны для осадков западного побережья, устьев рек Сулак, Терек, Самур.

Поскольку в России пока не установлены стандарты качества донных отложений, мы использовали для оценки качества осадков исследуемого района канадские стандарты для морских донных осадков [18], которые также приводятся в таблице 3.

Данные таблицы 3 показывают, что концентрации нафталина, 2-метилнафталина и фенантрена превышают величины, допустимые стандартом ISQG [18]. Это свидетельствует о среднем уровне загрязнения, при котором вероятность негативных последствий для биоты достигает 19-23%.

Концентрации бенз/а/пирена достигали 5,4 нг/г в осадках Дагестанского побере-

жья, что намного меньше канадского стандарта для этого вещества. Ровинский с соавторами [19] приводит в качестве фоновых концентраций бенз/а/пирена для донных отложений незагрязненных водоемов России 1-5 нг/г. В промышленных районах его содержание значительно выше, например, Бег с соавторами [20] обнаружили в осадках промышленной зоны Шуайба в Кувейте концентрации этого полиарена, достигавшие 94,75 нг/г, а Техрани с коллегами [21], обследовавшие сильнозагрязненные осадки Персидского залива, отмечали в отдельных случаях 900 нг/г и выше.

Наши исследования показали, что остальные ПАУ в большинстве проб обнаруживались в минимальных количествах, часто ниже уровня обнаружения аналитического метода (табл. 3). Исключение, пожалуй, составляет только перилен, который в осадках Дагестанского побережья в отдельных случаях составлял почти 100% от суммы ПАУ, указывая на интенсивное разложение поступившего с суши терригенного материала [3].

Таблица 3

Концентрации ΣПАУ в донных отложениях северо-западной части Каспийского моря

Table 3

ΣPAHs concentrations in sediments of the North-Western part of the Caspian Sea

ПАУ (нг/г сухого веса) PAH (ng/g dry weight)	Диапазон Range	Среднее Mean	ISQG* [18]	PEL** [18]
Нафталин / Naphthalene	0-168	18,69	34,6	391
1-метилнафталин / 1-methylnaphtalene	0-107	11,87	-	-
2-метилнафталин / 2-methylnaphtalene	0-166	16,94	20,2	201
Аценафтилен / Acenaphthylene	0-2,98	0,24	5,87	128
Аценафтен / Acenaphthene	0-4,19	0,37	6,71	88,9
Флуорен / Fluorene	0-21,6	1,71	21,2	144
Фенантрен / Phenanthrene	0-115,8	6,12	86,7	544
Антрацен / Anthracene	0-10,8	0,75	46,9	245
Флюорантен / Fluoranthene	0-25,6	3,9	113	1494
Пирен / Pyrene	0-43,7	4,34	153	1398
Бенз/а/антрацен / Benzo/a/anthracene	0-33,3	1,8	74,8	693
Хризен / Chrysene	0-36,8	2,63	108	846
БФЛ / BbF+BjF+BkF	0-55,1	3,77	-	-
Бенз/е/пирен / Benzo/e/pyrene	0,6-28,4	2,94	-	-
Бенз/а/пирен / Benzo/a/pyrene	0-13,1	1,32	88,8	763



Перилен / Perylene	0-257	18,48	-	-
Индено(1,2,3-сд)пирен / Indeno(1,2,3-cd)pyrene	0-3,11	0,92	-	-
Дибенз(а,һ)антрацен / Di-benzo(a,h)anthracene	0-5,2	0,06	6,22	135
Бенз(г,һ,і)перилен / Benzo(g,h,i)perylene	0-16,6	1,47	-	-
ΣПАУ / ΣPAH	1,5-699	84,66	-	-

*ICQG (Interim sediment quality guidelines) – стандарт качества донных отложений
(допустимая концентрация)

**PEL (Probable effect level) – уровень вероятных негативных последствий

Сравнение данных, полученных нами в 2012-2014 гг., с данными экспедиции КЭП 2000-2001 гг. [5], показал, что суммарное содержание ПАУ в осадках РСНП также увеличилось по сравнению с началом 2000-х гг., когда они были на уровне 6-345 нг/г. Однако оно все еще ниже концентраций ПАУ в осадках азербайджанской (338-2988 нг/г) и иранской (94-1789 нг/г) прибрежных зон.

Суммарные концентрации ПАУ в период 2012-2014 гг. также ниже концентраций, обнаруженных в осадках дельтовых водотоков Волги (3,4-1057 нг/г) [6] и прилегающей мелководной зоны устьевого взморья (3,85-4800 нг/г) [7], но выше величин, обнаруженных И.А. Немировской с коллегами [8] в открытой зоне моря (19-42 нг/г).

Содержание ПАУ в осадках северо-западной части Каспия было также ниже концентраций, характерных для районов с высокой антропогенной нагрузкой: Амурского залива [22], прибрежных вод Баренце-

ва моря [23], Персидского залива [21] и промышленной зоны Кувейта [20] (табл. 4).

Идентификация происхождения углеводородов на Каспии – это сложная задача из-за наличия многочисленных антропогенных и природных источников. Последние включают нефтяные и газовые сипы на морском дне [2], а также поступление в морскую среду углеводородов, продуцируемых биотой, которой чрезвычайно богата именно северная мелководная часть моря. Разложение биотой автохтонной и аллохтонной органики также приводит к выделению углеводородов [3].

Для идентификации источников часто используются молекулярные маркеры ПАУ [5, 24]. Например, величина соотношения концентраций фенантрена и антрацена (Ф/АН) больше 10 указывает на присутствие петрогенных ПАУ и интенсивный диагенез. Соотношение концентраций нафталина и фенантрена (Н/Ф) больше 1 маркирует поступление свежих, неветренных нефтепродуктов.

Таблица 4

Концентрации ΣПАУ в донных отложениях разного местонахождения
(нг/г сухого веса)

Table 4

ΣPAHs concentrations in sediments from different locations (ng/g dry weight)

Место исследования Survey area	Год исследования Survey year	Концентрация Concentration	Источник Reference
Северный Каспий, Россия Northern Caspian, Russia	2012-2014	<0,03-699	Данное исследование This study
Амурский залив, Японское море Amur Bay, Japan Sea	2005	7,2-1100	[22]
Баренцево море, Норвегия и Россия Barents Sea, Norway and Russia	2001-2005	27-6026	[23]



По нашим данным, отношение Ф/АН варьирует от 0 до 68,12 (с максимумом в прибрежной зоне Дагестана) и свидетельствует о присутствии в осадках УВ нефтяного происхождения и их активной трансформации в диагенетических процессах. В других районах присутствуют ПАУ пирогенного происхождения, образующиеся при неполном сгорании топлива и обычно поступающие в осадки с атмосферными выпадениями [19]. Отношение Н/Ф для осадков исследуемой акватории менялось от 0 до 10,4, что указывает на присутствие невыветренных нефтепродуктов, которые могут поступать в морскую среду как из антропогенных (нефтяные разливы), так и природных

источников (высачивание из осадочной толщи). Доля перилена в общей сумме ПАУ маркирует обогащение донных осадков терригенным материалом (обычно растительного происхождения). Выше уже говорилось, что на исследуемой акватории наибольшая доля перилена отмечалась в осадках прибрежной зоны Дагестана, где на некоторых станциях этот полиарен составлял почти 100% суммы ПАУ.

Таким образом, анализ молекулярных маркеров подтверждает смешанное происхождение углеводородов в осадках исследуемой акватории, ранее установленное в работах [5-8, 16].

3. Спутниковый мониторинг нефтяного загрязнения северо-западной части Каспийского моря

Спутниковый мониторинг нефтяного загрязнения на акватории лицензионных участков ОАО «ЛУКОЙЛ» ведется с 2010 г. специалистами ИТЦ «СКАНЭКС», который имеет лицензию для получения радиолокационных (РЛИ) снимков со спутников RADARSAT и COSMO-SkyMed. Эти спутники оборудованы радаром с синтезированной

апертурой (РСА), позволяющими получать снимки высокого качества для обнаружения разливов нефти и нефтепродуктов на море.

В 2010-2013 гг. были получены и обработаны 734 снимка, на 192 из них (26%) были обнаружены пленочные загрязнения. Большинство из них концентрируются вдоль существующих навигационных трасс и вблизи морских портов и, скорее всего, являются разливами нефти или нефтепродуктов/нефтезагрязненных отходов (рис. 2).

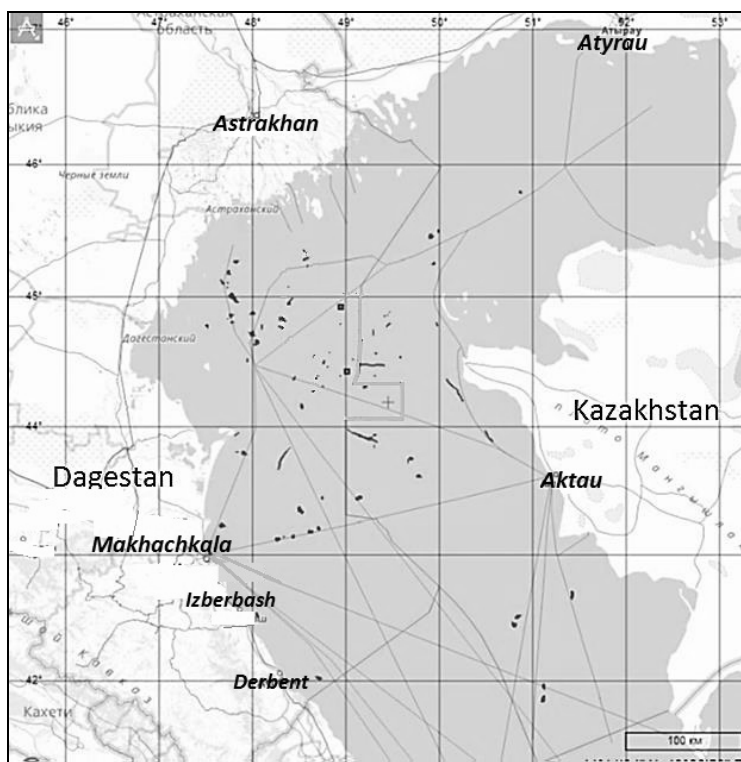


Рис. 2. Интегральная карта пленочных загрязнений, полученных с помощью РЛИ снимков в 2013 г. (© «СКАНЭКС» 2013)



* светло-серыми линиями обозначены основные судоходные трассы

Fig. 2. Integral map of oil slicks, obtained by SAR imaging in 2013 (© «SCANEX» 2013)

* light grey lines indicate main shipping routes

Некоторые небольшие пленки, обнаруженные вдали от судоходных трасс детектируются как вероятные грифонные слики, однако точная идентификация их происхождения требует более детального анализа с привлечением данных геологических и геохимических исследований.

В целом, анализ данных спутникового мониторинга показывает, что основным ис-

точником свежего нефтяного загрязнения в открытом море и вблизи портов являются сбросы с судов (аварийные или намеренные).

В таблице 5 приводится количество разливов, обнаруженных в 2010-2013 гг. и идентифицированных как сбросы с судов разного рода нефтепродуктов и нефтесодержащих отходов (льяльных вод и т.п.).

Таблица 5

Количество РЛИ снимков за год с судовыми разливами нефти/нефтепродуктов и площадь разливов в 2010-2013 гг.

Table 5

The number of SAR images with oil/refined products spilled from ships and total area of spills in 2010-2013

Год Year	Количество изображений с разливами с судов Number of images with spills from ships	Площадь разлива, кв. км Area of spills, sq. km
2010	47 (41,6%)	99,36
2011	51 (27%)	215,85
2012	47 (20,5%)	174,95
2013	47 (23%)	107,67

* В скобках -% от общего числа РСА изображений, сделанных в год

* in brackets - % of total number of SAR images made in a year

Принимая во внимание примерную среднюю поверхностную плотность сырой нефти 62 т/ км² [25], можно приблизительно оценить ежегодное поступление нефтепро-

дуктов в морскую среду в этом районе Каспия в несколько тысяч тонн только от судовых сбросов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные в 2012-2014 гг. в рамках Программы Росгидромета по трансграничному мониторингу Каспийского моря исследования позволили оценить современный уровень загрязнения морской среды РСНП углеводородами. Концентрации этих веществ в воде и донных отложениях исследуемой акватории оказались выше тех, что наблюдались в этом районе десятилетием ранее, однако пока еще характерны для незагрязненных и слабозагрязненных водных объектов.

Повышенным содержанием УВ отличалась прибрежная зона Дагестана, где расположены портовая и нефтеперевалочная инфраструктура, а также нефтеперерабатывающие производства. Относительно высокие концентрации углеводородов были об-

наружены и в открытом море в районах оживленных судоходных трасс.

Идентификация источников УВ в данном районе подтвердила выводы ранее проведенных исследований об их смешанном происхождении. Часть УВ, несомненно, имеет петрогенное происхождение. Молекулярные маркеры указывают на присутствие в этом районе источников свежего нефтяного загрязнения, которыми могут быть нефтяные разливы и высачивания из осадочной толщи. Данные спутникового мониторинга показывают, что основным источником нефтяных разливов в настоящее время являются судовые сбросы нефтепродуктов в морскую среду. Помимо нефтяных в морской среде присутствуют УВ пирогенного и диагенетического происхождения.



БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Nizetto L., Lohmann R., Gioia R., Jahnke A., Temme C., Dachs J., Herckes P., Di Guardo A., Jones K.C. PAHs in air and seawater along a NorthSouth Atlantic transect: Trends processes and possible sources // *Environ. Sci. Technol.* 2008, no. 42, pp. 1580-1585.
2. Bezrodnikh Yu.P., Deliya S.V., Lavrushin V.Yu., Yunin E.A., Poshibaev V.V., Pokrovskii B.G. Gas seeps in the North Caspian water area // *Lithology and Mineral Resources*. 2013, no. 48(5), pp. 373-383.
3. Немировская И.А. Нефть в океане (загрязнение и природные потоки). Москва: Научный мир, 2013. 432 с.
4. Kvenvolden K.A., Cooper S.K. Natural seepage of crude oil into the marine environment. *GeoMar. Letters*. 2003, no. 23, pp. 140-146.
5. Tolosa I., de Mora S., Sheikholeslami M. R., Ville-neuve J. P., Bartocci J., Cattini C. Aliphatic and aromatic hydrocarbons in coastal Caspian Sea sediments. *Marine Pollution Bulletin*. 2004, no. 48, pp. 44-60.
6. Nemirovskaya I.A., Brekhovskikh V.F. Hydrocarbons in bottom sediments of the marginal filter of the Volga River. *Doklady Akademii nauk [Doklady Earth Sciences]*. 2006, N406(1), pp. 97-102.
7. Nemirovskaya I.A., Brekhovskikh V.F. Origin of hydrocarbons in the particulate matter and bottom sediments of the northern shelf of the Caspian Sea. *Okeanologiya [Oceanology]*. 2008, N48(1), pp. 43-53.
8. Nemirovskaya I.A., Kozina N.V., Lisitzin A.P. Origin of hydrocarbons in the contemporary sediments of the Caspian Sea. *Doklady Akademii nauk [Doklady Earth Sciences]*. 2014, N459(2), pp. 1559-1564.
9. Островская Е.В., Монахов С.К., Кашин Д.В., Непоменко Л.Ф., Попова Н.В., Татарников В.О. Загрязняющие вещества в водах Северного Каспия / Проблемы качества вод Нижней Волги и Северного Каспия. Москва: Россельхозакадемия, 2013. С. 200-238.
10. Li P., Cao J., Diao X., Wang B., Han Q., Zheng P., Li Yu. Spatial distribution sources and ecological risk assessment of polycyclic aromatic hydrocarbons in surface seawater from Yangpu Bay China // *Marine Pollution Bulletin*. 2015, N93, pp. 53-60.
11. Al-Hejje M.M., Hussain N.A., Al-Saad H.T. Total Petroleum Hydrocarbons (TPHs) n-alkanes and Polynuclear Aromatic Hydrocarbons (PAHs) in water of Shatt Al-Arab River – part 1 // *Global Journal of Biology Agriculture and Health Sciences*. 2015, N4(1), pp. 88-94.
12. Ololade I.A., Lajide L., Amoo I.A. Spatial trends of petroleum hydrocarbons in water and sediments // *Central European Journal of Chemistry*. 2009, N7(1), pp. 83-89.
13. Shreadah M., Moneim M., Said T., Fathallah E., Mahmoud M. PAHs in Seawater of the Semi-Closed Areas along the Alexandria Coast of Egyptian Mediterranean Sea // *Journal of Environmental Protection*. 2013, N4(11), pp. 1307-1317. doi: 10.4236/jep.2013.411152
14. Ya M.L., Wang X.H., Wu Y.L., Ye C.X., Li Y.Y. Enrichment and partitioning of polycyclic aromatic hydrocarbons in the sea surface microlayer and subsurface water along the coast of Xiamen Island China // *Marine Pollution Bulletin*. 2015, N78(12), pp. 110-117.
15. Stortini A.M., Martellini T., Del Bubba L., Lepri L., Capodaglio G., Cincinelli A. n-Alkanes PAHs and surfactants in the sea surface microlayer and sea water samples of the Gerlache Inlet sea (Antarctica) // *Microchemical Journal*. 2009, N92(1), pp. 37-43.
16. Островская Е.В., Монахов С.К., Кашин Д.В., Непоменко Л.Ф., Попова Н.В., Татарников В.О. Загрязнение донных отложений Северного Каспия // Проблемы качества вод Нижней Волги и Северного Каспия. Москва: Россельхозакадемия, 2013. С. 239-260.
17. Volkman J.K., Holdsworth D.G., Neill G.P., Bavor Jr., H.J. Identification of natural anthropogenic and petroleum hydrocarbons in aquatic environments // *Science of the Total Environment*. 1992, N112, pp. 203-219.
18. CCME (Canadian Council of the Ministers of the Environment). Canadian Environmental Quality Guidelines Winnipeg, 2001. Available at: <http://stts.ccme.ca/en/index.html>. (accessed 24.08.2015).
19. Ровинский Ф.Я., Теплицкая Т.А., Алексеева Т.А. Фоновый мониторинг полициклических ароматических углеводородов. Ленинград: Гидрометеиздат, 1988. 224 с.
20. Beg M.U., Saeed T., Al-Muzaini S., Beg K.R., Al-Bahloul M. Distribution of petroleum hydrocarbon in sediment from coastal area receiving industrial effluents in Kuwait // *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2003, N54, pp. 47-55.
21. Tehrani G.M., Hashim R., Sulaimani A.H., Sany B.T., Salleh A., Jazani R.Kh., Savari A., Barandousi R. Distribution of total petroleum hydrocarbons and polycyclic aromatic hydrocarbons in Musa Bay sediments (Northwest of the Persian Gulf) // *Environmental Protection Engineering*. 2013, N39(1), pp.116-128.
22. Немировская И.А. Углеводороды в воде и донных осадках в районе постоянного нефтяного загрязнения // *Геохимия*. 2007. N7. С. 704-717.
23. Dahle S., Savinov V., Klungsoyr J., Boitsov S., Plotitsyna N., Zhilin A., Savinova T., Petrova V. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in the Barents Sea sediment: Small changes over the recent 10 years // *Marine Biology Research*. 2009, N5(1), pp. 101-108.
24. Yunker M.B., Macdonald R.W., Vingarzan R., Mitchell R.H., Goyette D., Sylvestre S. PAHs in the Fraser River basin: a critical appraisal of PAH ratios as indicators of PAH source and composition // *Organic Geochemistry*. 2002, no. 33, pp. 489-515.
25. Боев А.Г., Матвеев А.Я. Оценка количества разлитой нефти на акватории каспийского промысла "Нефтяные камни" по данным многочастотного радиолокационного зондирования // *Радиофизика и радиоастрономия*. 2005. Т.11, N2. С. 178-188.



REFERENCES

1. Nizetto L., Lohmann R., Gioia R., Jahnke A., Temme C., Dachs J., Herckes P., Di Guardo A., Jones K.C. PAHs in air and seawater along a North-South Atlantic transect: Trends processes and possible sources. *Environ. Sci. Technol.* 2008, no. 42, pp. 1580-1585.
2. Bezrodnikh Yu.P., Deliya S.V., Lavrushin V.Yu., Yunin E.A., Poshibaev V.V., Pokrovskii B.G. Gas seeps in the North Caspian water area. *J Lithology and Mineral Resources.* 2013, no. 48(5), pp. 373-383.
3. Nemirovskaya I.A. *Neft' v okeane (zagriznenie i prirodnye potoki)* [Oil in the ocean (pollution and natural flow)]. Moscow, Nauchnyi mir Publ., 2013. 432 p. (in Russian)
4. Kvenvolden K.A., Cooper S.K. Natural seepage of crude oil into the marine environment. *GeoMar. Letters.* 2003, no. 23, pp. 140-146.
5. Tolosa I., de Mora S.J., Fowler S.W., Villeneuve J.P., Bartocci J., Cattini Ch. Aliphatic and aromatic hydrocarbons in marine biota and coastal sediments from the Gulf and the Gulf of Oman. *Marine Pollution Bulletin.* 2006, no. 50(12), pp. 1619-1633.
6. Nemirovskaya I.A., Brekhovskikh V.F. Hydrocarbons in bottom sediments of the marginal filter of the Volga River. *Doklady Akademii nauk [Doklady Earth Sciences]*. 2006, no. 406(1), pp. 97-102.
7. Nemirovskaya I.A., Brekhovskikh V.F. Origin of hydrocarbons in the particulate matter and bottom sediments of the northern shelf of the Caspian Sea. *Okeanologiya [Oceanology]*. 2008, no. 48(1), pp. 43-53.
8. Nemirovskaya I.A., Kozina N.V., Lisitzin A.P. Origin of hydrocarbons in the contemporary sediments of the Caspian Sea. *Doklady Akademii nauk [Doklady Earth Sciences]*. 2014, no. 459(2), pp. 1559-1564.
9. Ostrovskaya E.V., Monakhov S.K., Kashin D.V., Nepomenko L.F., Popova N.V., Tatarnikov V.O. *Zagriznjajushhie veshchestva v vodah Severnogo Kaspija* [Pollutants in waters of the Northern Caspian]. *Problemy kachestva vod Nizhnej Volgi i Severnogo Kaspija* [Waters quality problems in the Lower Volga and the Northern Caspian]. Moscow, Russian Academy of Agricultural Sciences Publ., 2013, pp. 200-238. (in Russian)
10. Li P., Cao J., Diao X., Wang B., Han Q., Zheng P., Li Yu. Spatial distribution sources and ecological risk assessment of polycyclic aromatic hydrocarbons in surface seawater from Yangpu Bay China. *Marine Pollution Bulletin.* 2015, no. 93, pp. 53-60.
11. Al-Hejje M.M., Hussain N.A., Al-Saad H.T. Total Petroleum Hydrocarbons (TPHs) n-alkanes and Polynuclear Aromatic Hydrocarbons (PAHs) in water of Shatt Al-Arab River – part 1. *Global Journal of Biology Agriculture and Health Sciences.* 2015, no. 4(1), pp. 88-94.
12. Ololade I.A., Lajide L., Amoo I.A. Spatial trends of petroleum hydrocarbons in water and sediments. *Central European Journal of Chemistry.* 2009, no. 7(1), pp. 83-89.
13. Shreadah M., Moneim M., Said T., Fathallah E., Mahmoud M. PAHs in Seawater of the Semi-Closed Areas along the Alexandria Coast of Egyptian Mediterranean Sea. *Journal of Environmental Protection.* 2013, no.4(11), pp. 1307-1317. doi: 10.4236/jep.2013.411152
14. Ya M.L., Wang X.H., Wu Y.L., Ye C.X., Li Y.Y. Enrichment and partitioning of polycyclic aromatic hydrocarbons in the sea surface microlayer and subsurface water along the coast of Xiamen Island China. *Marine Pollution Bulletin.* 2015, no. 78(12), pp. 110-117.
15. Stortini A.M., Martellini T., Del Bubba L., Lepri L., Capodaglio G., Cincinelli A. n-Alkanes PAHs and surfactants in the sea surface microlayer and sea water samples of the Gerlache Inlet sea (Antarctica). *Microchemical Journal.* 2009, no. 92(1), pp. 37-43.
16. Ostrovskaya E.V., Monakhov S.K., Kashin D.V., Nepomenko L.F., Popova N.V., Tatarnikov V.O. *Zagriznenie donnyh otlozhenij Severnogo Kaspija* [Pollution of bottom sediments of the Northern Caspian]. *Problemy kachestva vod Nizhnej Volgi i Severnogo Kaspija* [Waters quality problems in the Lower Volga and the Northern Caspian]. Moscow, Russian Academy of Agricultural Sciences Publ., 2013, pp. 239-260. (in Russian)
17. Volkman J.K., Holdsworth D.G., Neill G.P., Bavor Jr., H.J. Identification of natural anthropogenic and petroleum hydrocarbons in aquatic environments. *Science of the Total Environment.* 1992, no.112, pp. 203-219.
18. CCME (Canadian Council of the Ministers of the Environment). Canadian Environmental Quality Guidelines Winnipeg, 2001. Available at: <http://stts.ccme.ca/en/index.html>. (accessed 24.08.2015).
19. Rovinsky F.Ya., Teplitskaya T.A., Alexeeva T.A. *Fonovyi monitoring policiklicheskikh aromatischeskikh uglevodorodov* [Background Monitoring of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons]. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 1988, 224 p. (in Russian)
20. Beg M.U., Saeed T., Al-Muzaini S., Beg K.R., Al-Bahloul M. Distribution of petroleum hydrocarbon in sediment from coastal area receiving industrial effluents in Kuwait. *Ecotoxicology and Environmental Safety.* 2003, no. 54, pp. 47-55.
21. Tehrani G.M., Hashim R., Sulaimani A.H., Sany B.T., Salleh A., Jazani R.Kh., Savari A., Barandousi R. Distribution of total petroleum hydrocarbons and polycyclic aromatic hydrocarbons in Musa Bay sediments (Northwest of the Persian Gulf). *Environmental Protection Engineering.* 2013, no. 39(1), pp.116-128.
22. Nemirovskaya I.A. Hydrocarbons in the water and bottom sediments of a region with continuous petroleum contamination. *Geokhimiya [Geochemistry International]*. 2007, no. 45(7), pp. 638-651. (in Russian)
23. Dahle S., Savinov V., Klungsoyr J., Boitsov S., Plotitsyna N., Zhilin A., Savinova T., Petrova V. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in the Barents Sea sediment: Small changes over the recent 10 years. *Marine Biology Research.* 2009, no. 5(1), pp. 101-108.
24. Yunker M.B., Macdonald R.W., Vingarzan R., Mitchell R.H., Goyette D., Sylvestre S. PAHs in the Fraser River basin: a critical appraisal of PAH ratios as indicators of PAH source and composition. *Organic Geochemistry.* 2002, N33, pp. 489-515.



25. Boev A.G., Matveev A.Ya. Estimation of the oil volume spilled into water at production site "Nefjtjanye kamni" by plans of multifrequent radar imaging. Radiofizika

i radioastronomiya [Radiophysics and radioastronomy]. 2005, no. 2(11), pp. 178-188. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Елена В. Островская* - кандидат географических наук, заместитель директора, ФГБУ «Каспийский морской научно-исследовательский центр», тел. +7(8512) 30-25-45, ул. Ширяева, 14, Астрахань, Россия, e-mail: eostrovskaya@mail.ru, kaspnmiz@mail.ru

Евгений В. Колмыков – ведущий инженер по охране окружающей среды, отдел экологии, ООО «ЛУКОЙЛ-Нижневолжскнефть», Астрахань, Россия.

Оксана И. Холина - научный сотрудник, лаборатория гидрохимии и экологии, ФГБУ «Каспийский морской научно-исследовательский центр», Астрахань, Россия

Татьяна С. Пронина - младший научный сотрудник, лаборатория гидрохимии и экологии, ФГБУ «Каспийский морской научно-исследовательский центр», Астрахань, Россия.

Мария В. Войнова – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, лаборатория гидрохимии и экологии, ФГБУ «Каспийский морской научно-исследовательский центр», Астрахань, Россия.

Критерии авторства

Татьяна С. Пронина и Мария В. Войнова провели обработку и первичный анализ экспедиционных материалов, провели расчеты и подготовили табличный материал. Евгений В. Колмыков проанализировал данные спутникового мониторинга. Оксана И. Холина подготовила обзор литературных источников по теме исследования. Елена В. Островская составила план исследования, проанализировала данные, написала рукопись и несет ответственность за плагиат.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 15.12.2015

AUTHOR INFORMATION

Affiliations

Elena Ostrovskaya* - PhD in Geography, Deputy Director, FSBI "Caspian Marine Scientific Research Center", phone: +7 (8512) 30-25-45, Shiryayeva St. 14, Astrakhan, Russia, e-mail: eostrovskaya@mail.ru, kaspnmiz@mail.ru

Evgeniy V. Kolmykov - lead engineer for environment protection, the Department of Ecology, LLC "LUKOIL-Nizhnevolzhskneft", Astrakhan, Russia.

Oksana I. Kholina – research officer, the laboratory of hydrochemistry and ecology, FSBI "Caspian Marine Scientific Research Center", Astrakhan, Russia.

Tatiana S. Pronina - junior research officer, the laboratory of hydrochemistry and ecology, FSBI "Caspian Marine Scientific Research Center", Astrakhan, Russia.

Maria V. Voinova – PhD in biology, senior research officer, the laboratory of hydrochemistry and ecology, FSBI "Caspian Marine Scientific Research Center", Astrakhan, Russia.

Contribution

Tatyana S. Pronina and Maria V. Voinova treated and preliminarily analysed monitoring data, made calculations, figures and tables. Evgeniy V. Kolmykov analysed data from the satellite monitoring. Oksana I. Kholina prepared the literature review on the study topic. Elena V. Ostrovskaya planned the whole study, analysed data, prepared the manuscript and takes the responsibility for plagiarism.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Received 15.12.2015



Геоэкология / Geoeology

Оригинальная статья / Original article

УДК 550.361, 621.482

DOI: 10.18470/1992-1098-2016-1-149-158

КОМПЛЕКСНОЕ ОСВОЕНИЕ ГЕОТЕРМАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

¹Алибек Б. Алхасов, ²Джамиля А. Алхасова*,

¹Расул М. Алиев, ¹Арсен Ш. Рамазанов

¹лаборатория энергетики, Институт проблем геотермии
Дагестанского научного центра РАН, Махачкала, Россия

²лаборатория комплексного освоения возобновляемых источников энергии,
Институт проблем геотермии Дагестанского научного центра РАН,
Махачкала, Россия, alkhassova.dzhamilya@mail.ru

Резюме. Цель. Разработка энергоэффективных технологий освоения гидрогеотермальных ресурсов разного энергетического потенциала. **Методы.** Оценка эффективности предложенных технологий осуществлена с привлечением физико-математических, термодинамических и оптимизационных методов расчета и физико-химических экспериментальных исследований. **Результаты.** Предложена технология комплексного освоения низкопотенциальных геотермальных ресурсов с использованием теплового и водоресурсного потенциалов на различные цели. Обоснована возможность эффективного освоения геотермальных ресурсов путем строительства бинарных ГеоЭС с использованием простаивающих нефтяных и газовых скважин. Показана перспективность геотермально-парогазовых технологий, позволяющих с высокой эффективностью использовать термальные воды низкого энергетического потенциала (80 – 100 °С) для выработки электроэнергии. Показана перспективность комплексной переработки высокотемпературных геотермальных рассолов Тарумовского геотермального месторождения. Утилизация тепловой энергии осуществляется в бинарной ГеоЭС на сверхкритическом цикле Ренкина с низкокипящим рабочим агентом. Отработанный рассол с низкой температурой из ГеоЭС поступает на химзавод, где извлекаются основные химические компоненты – карбонат лития, магнезия жженая, карбонат кальция и поваренная соль. Далее отработанная вода используется на различные водохозяйственные цели. Электроэнергия, вырабатываемая в бинарной ГеоЭС, используется для извлечения химических компонентов. **Выводы.** Реализация предложенных технологий будет способствовать наиболее эффективному освоению гидрогеотермальных ресурсов Северокавказского региона. Комплексное освоение ресурсов Тарумовского месторождения позволит полностью обеспечить потребности России в карбонате лития и поваренной соли.

Ключевые слова: геотермальная энергия, бинарная геотермальная электростанция, термальная вода, температура, геотермальная скважина, минерализация, извлечение, карбонат лития.

Формат цитирования: Алхасов А.Б., Алхасова Д.А., Алиев Р.М., Рамазанов А.Ш. Комплексное освоение геотермальных ресурсов // Юг России: экология, развитие. 2016. Т.11, N1. С.149-158. DOI: 10.18470/1992-1098-2016-1-149-158

INTEGRATED EXPLORATION OF GEOTHERMAL RESOURCES

¹Alibek B. Alkhasov, ²Dzhamilya A. Alkhasova*,

¹Rasul M. Aliyev, ¹Arsen Sh. Ramazanov

¹Laboratory of Energy, Institute for Geothermal Research, Dagestan scientific
center RAS, Makhachkala, Russia

²Laboratory of integrated development of renewable energy sources,
Institute for Geothermal Research, Dagestan scientific center RAS,
Makhachkala, Russia, alkhassova.dzhamilya@mail.ru

Abstract. The aim. The aim is to develop the energy efficient technologies to explore hydro geothermal resources of different energy potential. **Methods.** Evaluation of the effectiveness of the proposed technologies has been carried out with the use of physical and mathematical, thermodynamic and optimization methods of calculation and the physical and chemical experimental research. **Results.** We propose the technology of integrated exploration of low-grade geothermal resources with the application of heat and water resource potential on various purposes. We also argue



for the possibility of effective exploration of geothermal resources by building a binary geothermal power plant using idle oil and gas wells. We prove the prospect of geothermal steam and gas technologies enabling highly efficient use of thermal water of low energy potential (80 - 100 ° C degrees) to generate electricity; the prospects of complex processing of high-temperature geothermal brine of Tarumovsky field. Thermal energy is utilized in a binary geothermal power plant in the supercritical Rankine cycle operating with a low-boiling agent. The low temperature spent brine from the geothermal power plant with is supplied to the chemical plant, where the main chemical components are extracted - lithium carbonate, magnesium burning, calcium carbonate and sodium chloride. Next, the waste water is used for various water management objectives. Electricity generated in the binary geothermal power plant is used for the extraction of chemical components. **Conclusions.** Implementation of the proposed technologies will facilitate the most efficient development of hydro geothermal resources of the North Caucasus region. Integrated exploration of the Tarumovsky field resources will fully meet Russian demand for lithium carbonate and sodium chloride.

Keywords: geothermal energy, binary geothermal power plant, thermal water, temperature, geothermal well, mineralization, extraction, lithium carbonate.

For citation: Alkhasov A.B., Alkhasova D.A., Aliyev R.M., Ramazanov A.Sh. Integrated exploration of geothermal resources. *South of Russia: ecology, development*. 2016, vol. 11, no. 1, pp. 149-158. (in Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2016-1-149-158

ВВЕДЕНИЕ

В использовании возобновляемых источников энергии (ВИЭ) во многих странах достигнуты значительные успехи [1-5]. Геотермальные технологии являются важной составляющей в освоении возобновляющих энергетических ресурсов. Потенциал изученных геотермальных ресурсов мира составляет 200 ГВт электрической и 4400 ГВт тепловой мощности. Около 5,4 % этого потенциала используется для выработки электроэнергии и 1,2 % – для получения тепла. Последние годы характеризуются увеличением объемов и расширением областей использования геотермальных ресурсов. В энергетическом балансе ряда стран геотермальные технологии становятся доминирующими, а доля геотермальной энергетики в мировом энергетическом балансе неуклонно растет.

Экономический потенциал геотермальных ресурсов России составляет 115 млн. т у.т./год, использование которых может составить до 10 % в общем балансе энергоснабжения. Общая установленная электрическая мощность ГеоЭС России составляет 82 МВт, а тепловая мощность энергоустановок прямого использования геотермального тепла – 310 МВт. Одной из причин такого низкого уровня развития геотермальной энергетики является отсутствие широкого спектра передовых технологий, которые могут быть эффективно использованы при освоении геотермальных ресурсов разного энергетического потенциала. Разработка конкретного геотермального место-

рождения или участка должна сопровождаться подбором наиболее эффективной технологической схемы с учетом многих факторов: горно-геологических и гидрогеолого-геотермических характеристик месторождения, физико-химических показателей геотермального теплоносителя, а также экономических, экологических, социальных, строительных, ландшафтно-географических, климатических и других [6].

Перспективным регионом для масштабного освоения геотермальной энергии является Северокавказский, где простирается Восточно-Предкавказский артезианский бассейн (ВПАБ) площадью более 200 тыс. км², представляющий собой огромную чашу, заполненную мезозойско-кайнозойской осадочной толщей. На большей части бассейна в его вертикальном разрезе выделяются три термоводоносных яруса, изолированные друг от друга мощными водонепроницаемыми глинистыми породами.

В верхнем ярусе температура воды в зависимости от глубины залегания колеблется от 25 до 60 °С, минерализация варьирует в пределах 0,5 – 1,5 г/л. Скважины фонтанируют с избыточным давлением 0,1 – 0,35 МПа. Прогнозные эксплуатационные ресурсы со средней температурой 40 °С составляют более 1,5 млн. м³/сут. В среднем ярусе коллекторы содержат мощную водонапорную систему термальных вод с минерализацией 5 – 35 г/л, температурой 70 – 130 °С и дебитами скважин 500 – 5000 м³/сут при избыточных давлениях 0,3 – 1,5



МПa. Потенциальные эксплуатационные ресурсы яруса составляют 1 млн. м³/сут. Нижний ярус сложен породами мелового, юрского и триасового периодов. К нему приурочены высокоминерализованные термы хлоридно-натриевого и кальциевого состава с минерализацией 60 – 210 г/л и температурами 130 – 220 °C и выше. Газовый фактор в этих водах доходит до 10 м³/м³ и более. Термальные воды являются промышленным гидроминеральным сырьем с высоким содержанием лития, рубидия, цезия, йода, брома, бора, калия, магния и стронция. Потенциальные ресурсы геотермальных вод и рассолов нижнего яруса составляют 2,6 млн. м³/сут [7].

В регионе хорошо изучены геотермальные месторождения, залегающие на глубинах от 300 до 3500 м. Температура в глубоких резервуарах достигает 180 °C и выше. На Северном Кавказе около 500 тыс. человек используют геотермальные ресурсы для теплоснабжения в коммунально-бытовом секторе, сельском хозяйстве и промышленности, доля геотермальной энергии в общем балансе энергопотребления региона составляет менее 1 %. Эксплуатация большинства геотермальных месторождений ведется на низком уровне. Зачастую после потребителя термальные воды сбрасываются с температурой 50 – 60 °C. Полезно используется примерно одна пятая теплового потенциала термальной воды. Объемы добываемых вод значительно уступают утвержденным запасам. Выведенные ресурсы по Северному Кавказу используются по водоре-

сурсному потенциалу на 15 % и теплоэнергетическому потенциалу на 19 %. При масштабном освоении геотермальных ресурсов геотермальное электро- теплоснабжение на Северном Кавказе может составить до 50 % от общего потребления энергии.

Низкопотенциальные воды (НПВ) перспективны для отопления, хозяйственно-питьевого и горячего водоснабжения, а также использования на различные технологические нужды. В этих условиях стоит задача по эффективной утилизации тепла таких вод с использованием теплонасосных технологий теплоснабжения. Высокая экономическая эффективность низкопотенциальных геотермальных ресурсов достигается при комплексном их освоении с использованием теплового потенциала на энергетические нужды, а самой воды на различные водохозяйственные цели.

Прямое использование геотермальных ресурсов на теплоснабжение в большинстве случаев связано с сезонной эксплуатацией скважин, добывающих термальную воду, что приводит к снижению теплоотбора на месторождениях и ухудшению экономических показателей геотермального производства. При освоении геотермальной энергии необходимо стремиться к максимально эффективной разработке термоводозаборов, чего можно достичь при постоянной эксплуатации скважин на дебитах соответствующих эксплуатационным запасам и срабатывании температуры отработанной воды до максимально возможного низкого значения.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В регионе имеется значительное количество скважин, пробуренных на артезианские воды с температурой 50 – 60 °C. Только на Махачкалинском месторождении таких скважин насчитывается более трех десятков. Минерализация воды большинства скважин не превышает 1 – 3 г/л. В настоящее время многие из них по разным причинам выведены из эксплуатации.

На рис. 1 приведена блок-схема комплексного освоения ресурсного потенциала простаивающих скважин. В отопительный период тепловой потенциал воды используется в системе низкотемпературного напольного отопления и для нагрева воды в системе горячего водоснабжения. Охлажденная в

теплообменниках вода поступает на блок химводоочистки, и далее на потребление. В межотопительный период часть термальной воды из скважины, которая использовалась в системе напольного отопления, поступает в скважины-теплообменники для восстановления теплового поля вокруг них, а охлажденная в скважинах вода поступает на химводоочистку. В отопительный период, тепло регенерированное в горной породе используется в системе напольного отопления с тепловым насосом. Предлагаемая технология позволяет перевести скважины на режим круглогодичной эксплуатации, полностью использовать их водоресурсный потенциал на водохозяйственные цели и мак-



симальным образом утилизировать тепловой потенциал.

Наиболее перспективным использованием геотермальной энергии является преобразование ее в электрическую энергию, где достигается круглогодичная эксплуатация геотермальных скважин. Гидрогеотермальные ресурсы региона температурой выше 100 °С пригодны для производства электроэнергии. Характерными особенностями таких ресурсов является высокая минерализация, повышенное газосодержание, склонность к солеотложению при изменении термобарических условий и высокая коррозионная агрессивность к конструкционным материалам. Электроэнергия, с использованием таких ресурсов, вырабатывается в бинарных ГеоЭС.

Гидрогеотермальные ресурсы ВПАБ оцениваются до 10000 МВт тепловой и 1000

МВт электрической мощности. Для их масштабного освоения необходимо строить высокодебитные скважины большого диаметра с привлечением огромных капиталовложений, что не реально на современном этапе экономического развития региона.

В ближайшей перспективе наиболее оптимальным является освоение части этих ресурсов с использованием существующих простаивающих скважин на выработанных газонефтяных месторождениях. Только в Северном Дагестане имеется более 1000 простаивающих скважин, пробуренных на глубины от 2000 до 5000 м. Большинство из этих скважин могут быть успешно использованы для добычи термальной воды в системах по выработке электроэнергии в бинарных ГеоЭС.

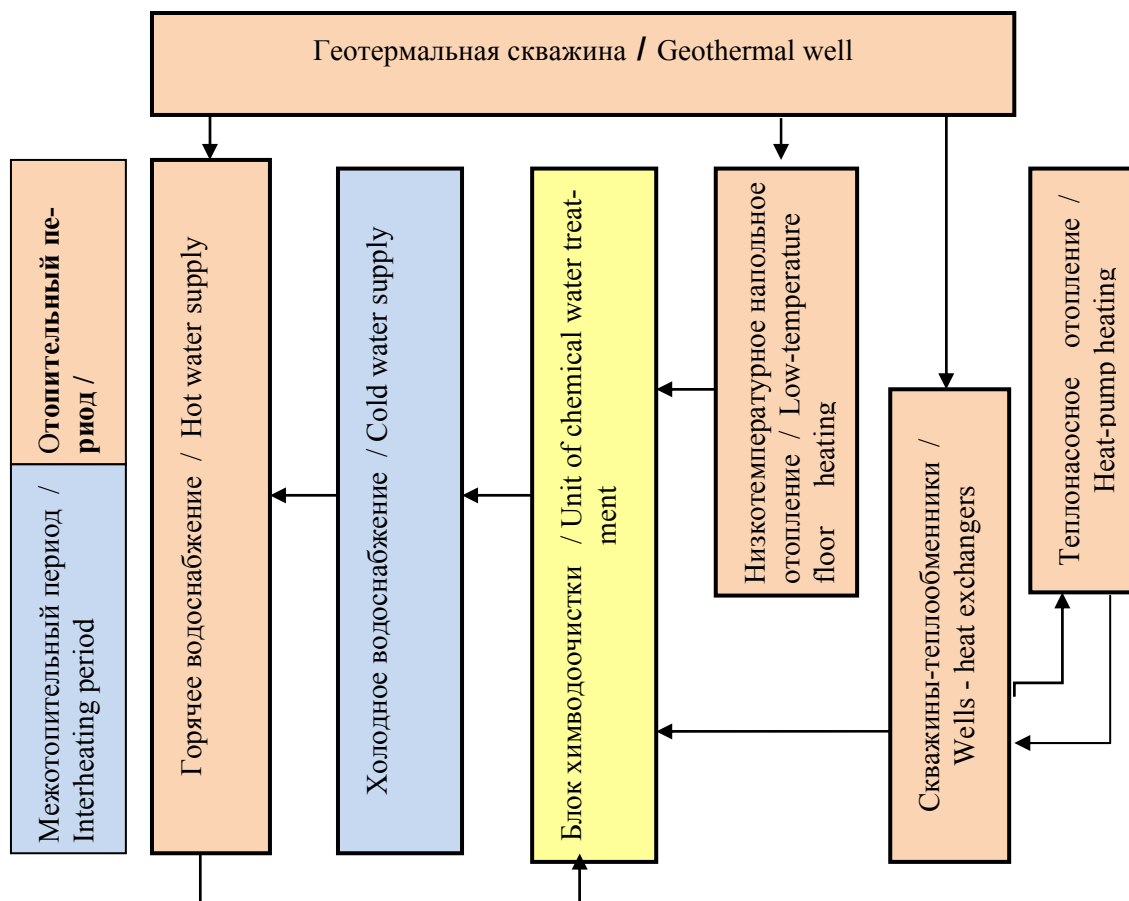


Рис. 1. Блок-схема комплексного использования
низкопотенциальной термальной воды
Fig.1. Flow-chart of the integrated use of low-grade thermal water



Затраты на строительство геотермальных скважин составляют значительную часть на геотермальную энергетическую систему, капвложения в геотермальную циркуляционную систему (ГЦС) из двух скважин могут достигать до 90 % в общих затратах. Реконструкция простаивающих скважин для добычи термальной воды позволит значительно сократить капвложения на строительство геотермальных энергоустановок. В бинарной ГеоЭС первичный теплоноситель, циркулирующий в контуре ГЦС с простаивающими скважинами, используется для нагрева и испарения низкокипящего рабочего агента, циркулирующего во вторичном контуре паросиловой установки (ПСУ). В ПСУ реализуется цикл Ренкина.

Главной целью при создании бинарной ГеоЭС является получение максимальной полезной мощности при оптимальных экономических показателях, которая достигается оптимизацией конструктивных и режимных параметров первичного (ГЦС) и вторичного (ПСУ) контуров [6].

В ВПАБ имеется ряд перспективных площадей с простаивающими скважинами, которых можно перевести на добычу термальной воды. Для этих площадей проведены оценочные расчеты по строительству бинарных ГеоЭС. Использование всего фонда простаивающих скважин позволит получить общую полезную мощность ГеоЭС более 300 МВт [8].

В пределах ВПАБ имеются значительные ресурсы среднепотенциальных термальных вод (80...100 °С), которые используются крайне неэффективно. На геотермальных месторождениях скважины, добывающие такие воды, эксплуатируются только в холодное время года для отопления различных объектов.

Эффективное освоение среднепотенциальных вод осуществимо в комбинированных геотермально-парогазовых энергоустановках (ГПЭ), имеющих преимущества и возобновляемых источников и ископаемых топлив [9, 10]. В ГПЭ выхлопные газы газотурбинной электростанции (ГТЭС) используются для испарения и перегрева рабочего агента, циркулирующего в контуре ГеоЭС. Нагрев рабочего агента в ГеоЭС до температуры испарения осуществляется за счет термальной воды.

Перспективным месторождением для строительства комбинированной ГПЭ является Тернаирское месторождение, где имеются готовые к эксплуатации геотермальные скважины, которые в настоящее время простаивают по различным причинам. Оценочные расчеты показывают, что использование среднепотенциальных ресурсов месторождения позволит построить комбинированную ГПЭ мощностью до 60 МВт, что решит значительные энергетические, экономические и социально-экологические проблемы г. Махачкалы.

Наиболее перспективными для освоения являются высокотемпературные минерализованные геотермальные рассолы, залегающие в мезозойских отложениях глубокого залегания. Рассмотрена возможность комплексного освоения высокопараметрических ресурсов Тарумовского геотермального месторождения. Месторождение, расположенное вблизи одноименного поселка в Северном Дагестане, является уникальным объектом разведки высокопараметрических парогидротерм осадочных бассейнов. После получения аварийного фонтана из скважины № 1 и последующей ее ликвидации было решено разведать Тарумовскую площадь с целью изучения возможности строительства ГеоЭС и химического комбината для утилизации перегретых рассолов редких металлов. В начале 80-тых годов прошлого столетия объединение «Дагнефть» пробурило пять скважин (№№ 2,3,4,5,6), из которых №№ 3 и 5 были ликвидированы по техническим причинам. Скважины 2, 4 и 6 являются самыми глубокими (5500 м) в мире специально пробуренными на термальные воды. Разведаны меловые и юрские отложения и опробованы водоносные горизонты на глубинах 5385-5479, 5382-5388, 5421-5427 м. Из этих интервалов во всех трех скважинах были получены фонтаны однотипной паротермальной воды с высоким содержанием ценных элементов – лития, рубидия, цезия, йода, брома, бора, калия, магния и стронция.

Наиболее водообильным является VI пласт средней юры, проницаемая часть которого представлена песчаным коллектором. Химический, микрокомпонентный и газовый состав термальных вод продуктивной толщи однотипен и аналогичен составу вод скважины № 1. Общая минерализация достигает до 200 г/л. В солевом составе пре-



обладают ионы хлора и натрия. Количество растворенного газа достигает до $4.5 \text{ м}^3/\text{м}^3$. Главной составной частью растворенных газов являются углеводороды, сумма которых достигает до 87 объемных процентов. Температура на глубине 5500 м достигает 198°C , что соответствует температурному градиенту $0.034^\circ\text{C}/\text{м}$. Месторождение характеризуется аномально высоким пластовым давлением (АВПД), полученное расчетным путем пластовое давление равно 71 МПа. Дебиты скважин через штуцер диаметром 42 мм составляют 1000 – 1600 $\text{м}^3/\text{сут}$. Результаты исследования скважины № 6 показали, что при работе через эксплуатационную колонну (ЭК) и насосно-компрессорные трубы (НКТ) дебит на самоизливе с динамическим давлением на устье $P_{\text{дин}} = 7 \text{ МПа}$ достигает 7000 $\text{м}^3/\text{сут}$. При этом устьевая температура воды за время эксплуатации скважины в течение 2-х часов достигала до 170°C , что свидетельствует о возможности эффективного использования продукции скважины для получения электроэнергии.

Расчетными исследованиями установлено, что при снижении динамического уровня у устья скважины № 6 до 1 МПа дебит высокотемпературного рассола, изливающейся из эксплуатационной колонны увеличивается до 12000 $\text{м}^3/\text{сут}$, температура рассола также увеличивается и стабилизируется на уровне 195°C .

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Оценочные показатели комплексной переработки высокотемпературных рассолов скважины № 6 приведены в табл. 1, из которых следует о высокой эффективности предлагаемой технологии. Стоимость получаемой продукции составляет до 4.25 млрд. руб/год. Потребность в карбонате лития, оксиде магния, карбонате кальция и пищевой соли в России достаточно высокая. Завоз по импорту пищевой соли в Россию в 2012 году составил 548500 т, в том числе в Ростовскую область – 49900 т, Краснодарский край – 48300 т [12]. Потребности Республики Дагестан в соли составляют до

Технология полного извлечения всех химкомпонентов из геотермальных рассолов в данной работе не рассматривается, она подробно приведена в работе [11]. Освоение ресурсов предполагается по схеме, где тепловой потенциал высокотемпературной воды используется для получения электроэнергии в бинарной ГеоЭС. Отработанный рассол с низкой температурой из ГеоЭС поступает на химзавод, где извлекаются основные химические компоненты (карбонат лития, магnezия жженная, карбонат кальция и поваренная соль), далее вода используется на различные водохозяйственные цели. Преимуществом данной системы является полное использование теплового потенциала и извлечение основных химкомпонентов высокопараметрических геотермальных ресурсов, отсутствие необходимости в обратной закачке, исключающих значительные капитальные затраты на строительство нагнетательных скважин и насосной станции и эксплуатационных затрат на их обслуживание.

Технологическая схема переработки геотермальных рассолов Тарумовского месторождения с получением карбоната лития, магnezии жженной, карбоната кальция и поваренной соли приведена на рис. 2. Производство ценных неорганических материалов обеспечивается электроэнергией, вырабатываемой на ГеоЭС, чем достигается полная автономия производства и независимость от внешних условий.

40000 т в год. На оксид магния в стране имеется большой спрос в стекольной промышленности, строительной индустрии для производства магнезиальных вяжущих материалов, сельском хозяйстве для производства комбикормов. Осажденный CaCO_3 , который имеет высокую чистоту и тонкодисперсный состав, используется в резиновой промышленности, в производстве пластиков, принтерных чернил, зубной пасты, а также в органическом синтезе, металлургии, производстве стекла и стройиндустрии.

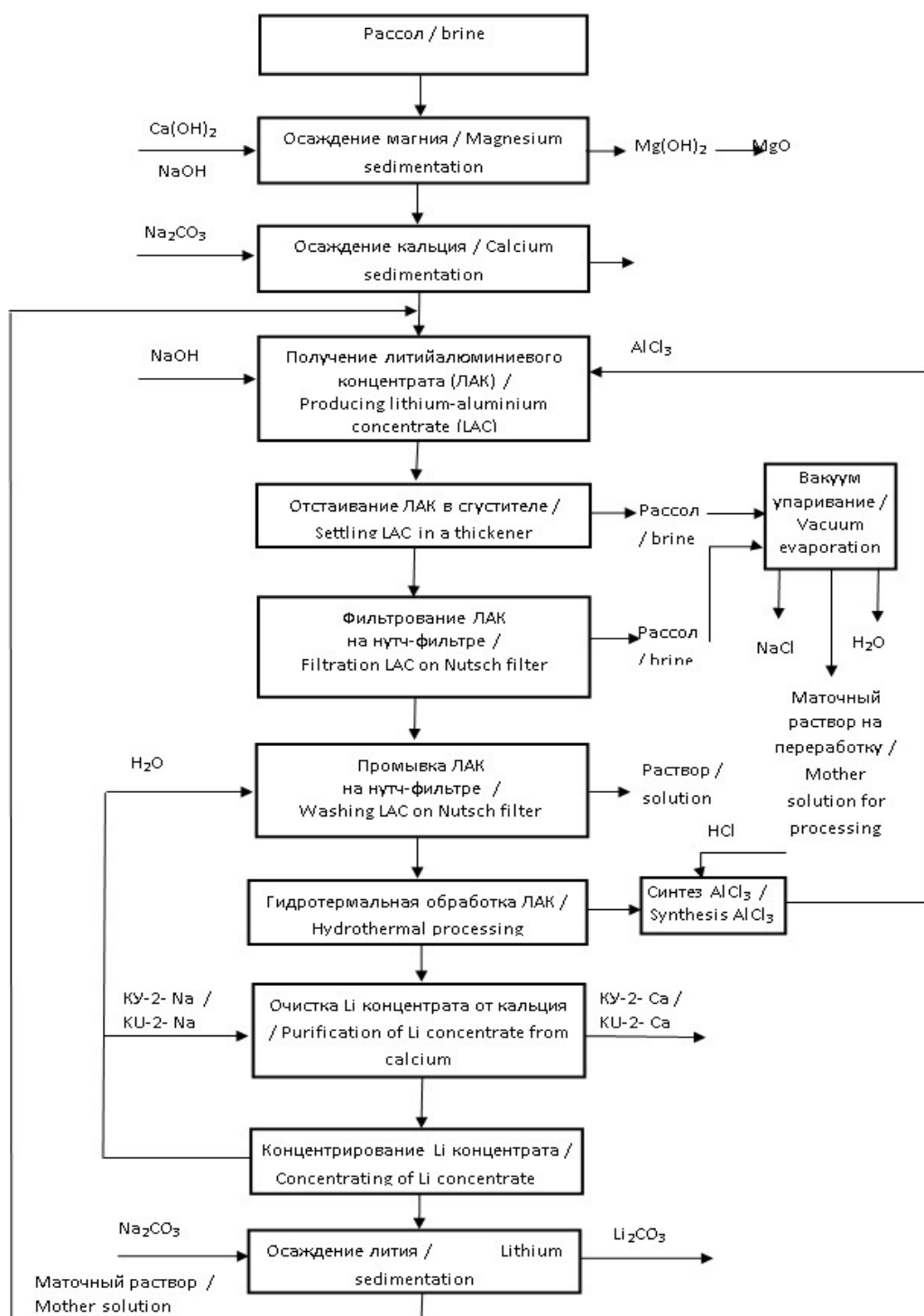


Рис. 2. Технологическая схема переработки геотермальных рассолов
Тарумовского месторождения

Fig. 2. Technological scheme of processing geothermal brines of the
Tarumovsky field

Потребности только Каспийского завода по производству листового стекла мощностью 600 тонн в сутки, применяюще-

го самые современные технологии стекольной индустрии, в карбонате кальция и оксиде магния составляют 30 и 10 тыс. т в год



соответственно. Производство карбоната лития, оксида магния, карбоната кальция и пищевой соли из отработанных в ГеоЭС

геотермальных рассолов будет способствовать импортозамещению этих продуктов.

Таблица 1

Параметры и показатели переработки высокотемпературных рассолов скважины № 6 Тарумовского месторождения

Table 1

Parameters and indicators of high-temperature processing of brines of the well-hole number 6 in the Tarumovsky field

Наименование параметра, продукции Name of parameter and products	Количество Amount	Стоимость продукции, руб./год Cost of product rub./year
Дебит скважины, м ³ /сут / Well flow rate m ³ /day	12000	-
Температура рассола на устье скважины, °C / Wellhead temperature of brine, °C	195	-
Мощность ГеоЭС на сверхкритическом цикле, МВт / GeoPP capacity on supercritical cycle, mW	15.4	-
Годовая выработка электроэнергии, кВт·ч / Annual electric power production, kW h	135·10 ⁶	337·10 ⁶
Карбонат лития (Li ₂ CO ₃), т/год / Lithium carbonate (Li ₂ CO ₃), t/year	4380	578·10 ⁶
Магнезия жженая (MgO), т/год / Magnesia (MgO), t/year	5690	239·10 ⁶
Соль пищевая (NaCl), т/год / Food salt (NaCl), t/year	583000	2157·10 ⁶
Карбонат кальция (CaCO ₃), т/год / Calcium carbonate (CaCO ₃), t/year	103806	934·10 ⁶

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение отметим, что энергетические технологии на основе геотермальных ресурсов должны стать важным составляющим стратегического развития Северокавказского региона. Наиболее эффективным направлением освоения высокотемпературных геотермальных рассолов является их комплексная переработка с преобразованием тепловой энергии в электроэнергию в бинарной ГеоЭС и последующим извлечением из отработанного рассола различных химических компонентов. Тарумовское геотермальное месторождение, являющееся одним из богатейших как в теплоэнергетическом отношении, так и по содержанию редкометалльного сырья, все эти годы находится в консервации. Хотя такое положение обусловлено множеством объективных и субъективных факторов, целесообразность его расконсервации и освоения не вызывает со-

мнения. Воды месторождения являются комплексным полезным ископаемым на хлорид натрия, бром, йод, бор, литий, рубидий, цезий, стронций, калий, не говоря уже о растворенных газах и теплоэнергетическом потенциале. Создание комплексных энергетических технологий освоения высокопотенциальных минерализованных геотермальных ресурсов Северокавказского региона обусловлено тем, что в них в промышленно значимых концентрациях содержатся ионы редкоземельных элементов, прежде всего, ионы лития основными потребителями солей которого являются атомная, стекольная, электрохимическая, фармацевтическая и другие отрасли промышленности. В настоящее время для обеспечения потребностей промышленности карбонат лития закупается за рубежом. Разведанные запасы Тарумовского месторождения термальных вод



позволят ежегодно получать более 4000 т карбоната лития и тем самым полностью обеспечить не только потребности России, но и экспортировать его в объеме до 2500 т,

Благодарность: Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России. Уникальный идентификационный номер проекта RFMEFI60414X0120.

что существенно улучшить экономическую структуру региона.

Acknowledgement: This study has been supported by the Russian Ministry of Education. Unique project identification number - RFMEFI60414X0120.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Фортов В.Е., Попель О.С. Энергетика в современном мире. Долгопрудный: ИД «Интеллект», 2011. 168 с.
2. Алхасов А.Б. Возобновляемая энергетика / 2-е изд. перераб. и доп. под ред. Фортова В.Е. М.: Физматлит, 2012. 256 с.
3. Томаров Г.В., Никольский А.И., Семенов В.Н. Тенденции и перспективы развития геотермальной энергетики // Теплоэнергетика. 2012. N11. С. 26-35.
4. Rybach L. Status and Prospects of Geothermal Energy // Proc. World Geothermal Congress-2010. Bali, Indonesia. 2010.
5. Bertani R. Geothermal Power Generation in the World 2005 – 2010 Update Report // Proc. World Geothermal Congress-2010. Bali, Indonesia. 2010.
6. Алхасов А.Б. Геотермальная энергетика: проблемы, ресурсы, технологии. М.: Физматлит, 2008. 376 с.
7. Курбанов М.К. Геотермальные и гидроминеральные ресурсы Восточного Кавказа и Предкавказья. М.: Наука, 2001. 260 с.
8. Алхасов А.Б., Алхасова Д.А. Перспективы освоения геотермальных ресурсов Восточного Предкавказья // Юг России: экология, развитие. 2013. Т. 8, N3. С. 17-27. DOI:10.18470/1992-1098-2013-3-17-26
9. Алхасов А.Б., Алхасова Д.А. Перспективные технологии освоения геотермальных ресурсов // Известия РАН. Энергетика. 2014. N5. С. 144-157.

10. Алхасова Д.А., Алхасов Б.А. Использование сред-непотенциальных геотермальных ресурсов для выработки электроэнергии // Материалы II Международной конференции «Возобновляемая энергетика: проблемы и перспективы», Махачкала, 2010. С. 233-238.
11. Алхасов А.Б., Алхасова Д.А., Рамазанов А.Ш., Каспарова М.А. Перспективы комплексного освоения высокопараметрических геотермальных рассолов // Теплоэнергетика. 2015. N6. С. 11-17.
12. Маркетинговый отчет «Рынок поваренной соли в России 2008-2012 гг. и прогноз до 2020 года» компании TEBIZ GROUP URL: <http://tebiz.ru/news-mi/news-marketsalt-1.php> (дата обращения: 20.11.2015)
13. Алхасов А.Б. Использование геотермальной энергии для выработки электроэнергии // Известия РАН. Энергетика. 2010. N1. С.59-72.
14. Алхасов А.Б., Алхасова Д.А. Электроэнергетическое освоение геотермальных ресурсов осадочных бассейнов // Теплоэнергетика. 2011. N2. С. 59-66.
15. Алхасов А.Б., Каймаразов А.Г. Современное состояние и перспективы освоения низкопотенциальных геотермальных ресурсов Восточного Предкавказья // Юг России: экология, развитие. 2012. Т. 7, N4. С. 7-18. DOI:10.18470/1992-1098-2012-4-7-18

REFERENCES

1. Fortov V.E., Popel O.S. *Energiya v sovremennom mire* [Energy in the world today]. Dolgoprudny, Intellect Publ., 2011. 168 p. (in Russian)
2. Alkhasov A.B. *Vosobnovlyayemaya energetika* [Renewable energy]: 2nd ed. Ed. V.E. Fortov. Moscow, Fizmatlit Publ., 2012. 256 p. (in Russian)
3. Tomarov G.V., Nikolsky A.I., Semyonov V.N. Trends and prospects of geothermal energy development. *Teploenergetika* [Thermal Engineering]. 2012, no. 11, pp. 26-35. (in Russian)
4. Rybach L. Status and Prospects of Geothermal Energy. Proc. World Geothermal Congress-2010. Bali, Indonesia, 2010.
5. Bertani R. Geothermal Power Generation in the World 2005 – 2010 Update Report. Proc. World Geothermal Congress-2010. Bali, Indonesia, 2010.
6. Alkhasov A.B. *Geotermal'naya energiya: problemy, resursy i tekhnologiya* [Geothermal energy: problems,

- resources, and technology]. Moscow, Fizmatlit Publ., 2008. 376 p. (in Russian)
7. Kurbanov M.K. *Geotermal'nye i gidromineral'nye resursy Vostochnogo Kavkaza i Predkavkaz'ya* [Geothermal and hydromineral resources of the Eastern Caucasus and Ciscaucasia]. Moscow, Nauka Publ., 2001. 260 p. (In Russian).
8. Alkhasov A.B., Alkhasova D.A. Prospects for the development of geothermal resources of the Eastern Ciscaucasia. *Yug Rossii: ekologiya, rasvitiye* [South of Russia: ecology, development]. 2013, vol. 8, no. 3, pp. 17-27. (in Russian) DOI:10.18470/1992-1098-2013-3-17-26
9. Alkhasov A.B., Alkhasova D.A. Advanced technology of geothermal resources development. *Izvestiya RAN. Energetika* [Proceedings of the Russian Academy of Sciences. Power Engineering]. 2014, no. 5, pp. 144-157. (in Russian)
10. Alkhasova D.A., Alkhasov B.A. *Ispol'zovanie sred-nepotentsial'nykh geotermal'nykh resursov dlya vyrabotki*



elektroenergii [Using of middle-enthalpy geothermal resources for power generation]. *Materialy II Mezhdunarodnoi konferentsii «Vozobnovlyаемая energetika: problemy i perspektivy»*, Makhachkala, 2010 [Proceedings of the II International Conference "Renewable Energy: Problems and Prospects", Makhachkala, 2010]. Makhachkala, 2010. pp. 233-238. (in Russian)

11. Alkhasov A.B., Alkhasova D.A., Ramazanov A.S., Kasparova M.A. Prospects for the development of high-parametrical geothermal brines. *Teploenergetika* [Thermal Engineering], 2015, no. 6, pp. 11-17. (in Russian)

12. Marketing Report "Salt Market in Russia 2008- 2012 and Forecast up to 2020 ". TEBIZ GROUP Company. (in Russian) Available at: <http://tebiz.ru/news-mi/news-marketsalt-1.php>. (accessed 20.11.2015)

13. Alkhasov A.B. The use of geothermal energy for electricity generation. *Izvestiya RAN. Energetika* [Proceedings of the Russian Academy of Sciences. Power Engineering]. 2010, no. 1, pp.59-72. (in Russian)

14. Alkhasov A.B., Alkhasova D.A. Electric power development of geothermal resources of sedimentary basins. *Teploenergetika* [Thermal Engineering]. 2011, no. 2, pp. 59-66. (in Russian)

15. Alkhasov A.B., Kaymarazov A.G. Current state and prospects of low-temperature geothermal resources development in the East Ciscaucasia. *Yug Rossii: ekologiya, razvitiye* [South of Russia: Ecology, development]. 2012, vol. 7, no.4, pp. 7-18. (in Russian) DOI:10.18470/1992-1098-2012-4-7-18

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Алибек Б. Алхасов - директор Института проблем геотермии ДНЦ РАН, доктор технических наук, профессор, Махачкала, Россия.

Джамиля А. Алхасова* - старший научный сотрудник Института проблем геотермии ДНЦ РАН, кандидат технических наук.

367030, Махачкала, пр. И. Шамиля, 39А, Институт проблем геотермии ДНЦ РАН, e-mail: alkhasova.dzhamilya@mail.ru

Расул М. Алиев - главный научный сотрудник Института проблем геотермии ДНЦ РАН, доктор технических наук, профессор, Махачкала, Россия.

Арсен Ш. Рамазанов - главный научный сотрудник Института проблем геотермии ДНЦ РАН, доктор химических наук, профессор, Махачкала, Россия.

Критерии авторства

Алибек Б. Алхасов – постановка задачи. Джамиля А. Алхасова – проведение расчетов по определению термодинамической эффективности преобразования тепловой энергии в электрическую в бинарной ГеоЭС. Расул М. Алиев – сбор и представление информации по геотермальным месторождениям. Арсен Ш. Рамазанов – проведение экспериментальных исследований по извлечению химических компонентов из геотермальных рассолов.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 18.12.2015

AUTHOR INFORMATION

Affiliations

Alibek B. Alkhasov - director of the Institute for Geothermal Research, Dagestan scientific center RAS, Doctor of Technical Sciences, Professor. Makhachkala, Russia.

Dzhamilya A. Alkhasova* - senior researcher of the Institute for Geothermal Research, DSC RAS, Candidate of Technical Sciences.

39A, I.Shamil pr., Makhachkala, 367030, Institute for Geothermal Research, Dagestan scientific center RAS, e-mail: alkhasova.dzhamilya@mail.ru

Rasul M. Aliyev - chief researcher of the Institute for Geothermal Research, Dagestan scientific center RAS, Doctor of Technical Sciences, Professor. Makhachkala, Russia.

Arsen Sh. Ramazanov - chief researcher of the Institute for Geothermal Research, Dagestan scientific center RAS, Doctor of Chemistry, Professor. Makhachkala, Russia.

Contribution

Alibek B. Alkhasov - statement of the problem. Dzhamilya A. Alkhasova – performing calculations of the thermodynamic efficiency of converting thermal energy into electrical energy in a binary geothermal power plant. Rasul M. Aliyev - collection and reporting of information on the geothermal field. Arsen Sh. Ramazanov - experimental studies on the extraction of chemical components from geothermal brines.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Received 18.12.2015



ЛАНДШАФТНАЯ ЭКОЛОГИЯ

Ландшафтная экология / Landscape ecology

Оригинальная статья / Original article

УДК 911.3:630

DOI: 10.18470/1992-1098-2016-1-159-169

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ИЗУЧЕНИЮ ГЕОСИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЯ ПРИДНЕСТРОВЬЯ

¹Борис. И. Кочуров*, ²Николай А. Марунич

¹Институт географии Российской академии наук, Москва, Россия, info@ecoregion.ru

²кафедра «Общепрофессиональных дисциплин и информационных систем»,
Приднестровский государственный университет имени Т.Г. Шевченко,
Тирасполь, Республика Молдова

Резюме. Цель. Определить оптимальную технологию хозяйствования, отвечающую задачам энергоэффективного природопользования, в лесных геосистемах Приднестровья методами энергетического подхода. Ввести эколого-экономическую оценку эффективности восстановления лесных геосистем в энергорублях Приднестровья. **Методы.** Для энергетической оценки лесных геосистем использовались методики российских ученых (А.С. Миндрин и А.В. Позднякова, К.А. Шуркиной, М.М. Ивановой, Т.Ш. Фузеллы), измененные и адаптированные под специфические региональные условия Приднестровья. **Результаты.** Методом энергетического подхода и используя эколого-экономическую оценку в энергорублях Приднестровья установлено, что технология лесовосстановления №3 является наименее энергоемкой и, как следствие, наиболее энергоэффективной из всех применявшихся в Приднестровье. Помимо этого, учитывая специфику самой технологии, она сохраняет лесную среду в практически неизменном состоянии, таким образом, сохраняя биоразнообразие лесного фитоценоза, данная технология отражает экономические и экологические интересы, то есть, определена, как технология рационального природопользования. **Заключение.** Проведенные исследования позволили установить значительный рост энергоемкости человеческой деятельности на примере одного из лесохозяйственных предприятий Приднестровья. Предложенная технология восстановления с использованием лесной среды материнских насаждений и элементов естественного возобновления сопутствующих пород и кустарников (технология № 3) восстанавливает лесные экосистемы Республики по природному типу, с сохранением биоразнообразия и естественной среды лесного фитоценоза, является направлением эффективного природопользования, способного лечь в основу модели восстановления лесных геосистем республики и соседних стран и регионов (в том числе, России).

Ключевые слова: энергетический подход, рациональное природопользование, энергоемкость, энергорубль Приднестровья.

Формат цитирования: Кочуров Б.И., Марунич Н.А. Энергетический подход к изучению геосистем и технологий лесовосстановления Приднестровья // Юг России: экология, развитие. 2016. Т.11, N1. С.159-169. DOI: 10.18470/1992-1098-2016-1-159-169

ENERGY APPROACH IN THE STUDY OF GEOSYSTEMS AND TECHNOLOGIES OF REFORESTATION IN TRANSNISTRIA

¹Boris I. Kochurov*, ²Nikolay A. Marunych

¹Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia, info@ecoregion.ru

²Department of general professional disciplines and information systems,
T.G. Shevchenko Pridnestrovian State University, Tiraspol, Moldova



Abstract. The aim is to determine the optimal technology management that meets the challenges of energy-efficient nature management in forest ecosystems of Transnistria by means of the energy approach. As well as to introduce ecological and economic "energy rouble" based assessment of the effectiveness of the restoration of forest geosystems in Transnistria. **Methods.** For the energy assessment of forest geosystems we have used techniques by Russian scientists (A.S. Mindrin and A.V. Pozdnyakov, K.A. Shurkina, M.M. Ivanova, T.Sh. Fusella), modified and adapted to the specific regional conditions of Transnistria. **Results.** By using the energy approach and the ecological and economic "energy rouble" based assessment in Transnistria it has been found that reforestation technology number 3 is the least energy-intensive and, as a consequence, the most energy-efficient of all applied in Transnistria. In addition, taking into account the specificity of the technology, it helps the forest environment remain in almost unchanged condition, thus preserving biodiversity, forest communities. This technology reflects the economic and environmental interests, that is, it can be defined as technology of environmental management. **Conclusions.** The studies have allowed to significantly increase the energy intensity of human activity on the example of one of the forest enterprises of Transnistria. The proposed recovery technology with the use of the forest environment of parent plants and the elements of the natural regeneration (technology number 3) restores forest ecosystems naturally, preserving biodiversity and habitat forest communities. Thus, it is the direction of the effective environmental management capable to provide the basis for the recovery model of forest geosystems in the republic as well as neighboring countries and regions (including Russia).

Keywords: energy approach, environmental management, energy intensity, energy rouble of Transnistria.

For citation: Kochurov B.I., Marunich N.A. Energy approach in the study of geosystems and technologies of reforestation in Transnistria. *South of Russia: ecology, development*. 2016, vol. 11, no. 1, pp. 159-169. (in Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2016-1-159-169

ВВЕДЕНИЕ

При рассмотрении современного состояния окружающей среды, можно со всей уверенностью отметить, что нарастающий экологический кризис на Земле в значительной мере детерминирован энергетической проблемой. При этом плотность потребления энергии весьма неоднородна на различных территориях: от десятка тысяч Дж/км² в год до значений, сопоставимых с количеством поступающей солнечной радиации на поверхность Земли.

За последние 100 лет мировое потребление энергии выросло более чем в 14 раз (рис.1).

К 1950 году прошлого столетия энергозатраты на планете достигли $1,5 \cdot 10^{20}$ Дж/год. С 1953 по 1972 гг. ежегодный прирост энергопотребления был равен приросту валового мирового продукта и составил 4,5 %. С 1950 по 1983 гг. среднее душевое потребление энергоресурсов удвоилось и достигло $68 \cdot 10^{20}$ Дж/год, то есть мировая экономика росла вдвое быстрее, чем численность населения. На протяжении последующих 15 лет потребление энергии росло медленнее - $73 \cdot 10^{20}$ Дж/год в 1999 г. Несмотря на призывы к энергосбережению люди образно «купаются в энергии»: за 100 лет удельные затраты энергии увеличились в 8-10 раз. Все это говорит о необходимости широкого введения в практику энергоэффективных технологий [3-6].

Следует отметить, что не только энергопотребление общества растет вместе с нагрузкой на природные системы. Сами энергоресурсы продаются по ценам, в которые не закладывается труд самой природы – природная рента. Поэтому важно оценить вклады природы и общества в производство энергоресурсов и материальных благ. Универсальной единицей измерения этих вкладов является энергия. Энергия имеет стоимость, величина которой определяется разницей между количеством энергии, затрачиваемой на её изъятие из среды и на доставку к месту потребления и количеством энергии, используемой непосредственно для удовлетворения общественных потребностей. Чем больше эта разница, тем больше получаемый доход [3].

Широко распространенные денежные оценки природных ресурсов неадекватно отражают их реальную стоимость, поскольку в них, прежде всего не учитывается вклад накоплений возобновляемых источников. В условиях дефицита энергоресурсов и роста экологических последствий их использования необходимо введение экологической составляющей в экономическую оценку, приведение разнородных эколого-экономических показателей к одному эквиваленту - не денежному, а энергетическому [5,7].

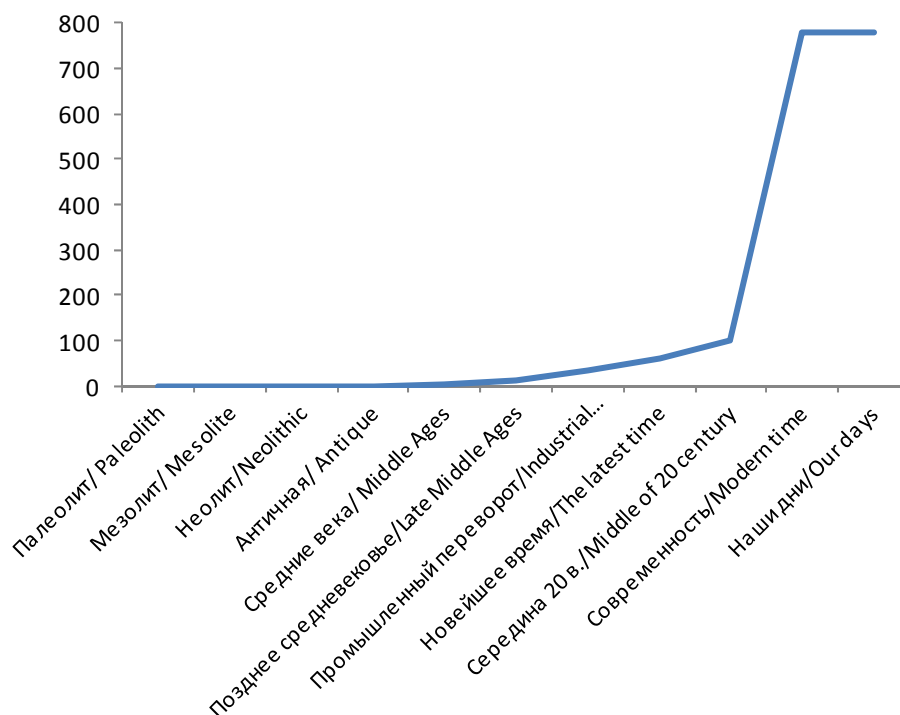


Рис. 1. Исторический рост энергопотребления на Земле: Е-уровень энергопотребления (экса Дж=10¹⁸ Дж) [1, 2].

Fig. 1. Historical growth of energy consumption in the world: E - power consumption (exa Joule = 10¹⁸ J)

Такой эколого-энергетический подход позволяет не только сравнивать вклады природы с вкладами человека в какой-либо товар, но и определять энергетические потоки в различных системах (агро-, эко-, урбосистемах и др.), сравнивать их по эффективности использования ресурсов. С его помощью можно эффективно оценивать различные варианты новых и старых технологий, устойчивость функционирования любых природных и природно-хозяйственных систем [5].

Суть метода эколого-энергетической оценки заключается в оценке технологий, ресурсов, экологической емкости и т.д., в единых энергетических показателях джоулях. Джоуль выступает как неизменная константа оценки он не подвержен колебаниям и изменениям цен на рынке, является универсальной единицей для оценки и сравнения энергии.

Проблема оценки биоресурсов в Приднестровской Молдавской Республике

(ПМР) стоит достаточно остро, биоресурсы и экологическая емкость геосистем Республики, в частности лесных экосистем Приднестровья не оценены в достаточной степени, а без всесторонней оценки сложно и практически невозможно сохранить естественное биоразнообразие Республики в условиях все увеличивающихся антропогенных нагрузок [8, 9].

Лесное хозяйство Приднестровья, как и сам лесной фитоценоз, по сей день остаются в зависимости от природно-климатических условий, а прямые и косвенные затраты антропогенной энергии, в том числе и труд человека, выступают в роли своего рода дополнения, позволяющего восстановить, то что было разрушено человеком.

При проведении эколого-энергетического анализа как природной, так и социально-экономической составляющих лесной геосистемы необходимо оценить по-



токи вещества, энергии и информации, поступающей из окружающей среды.

Основными оцениваемыми параметрами при эколого-энергетической характеристике лесной экосистемы определены: солнечная энергия, поступающая на изучаемую территорию, энергетический потенциал почвенного плодородия, потенциальная энергия выпадающих осадков. Необходимо также учитывать изменение продуктивности экосистемы и биоразнообразия (видов флоры и фауны обитающих в пределах экосистемы). Данные параметры позволяют оценить степень измененности природных систем, определить антропогенную нагрузку, рассчитать биологическую продуктивность и в целом, экологическую емкость рассматриваемой территории.

Деятельность лесного хозяйства, его эффективность зависит не только от рационального использования ресурсов, но и от применяемых технологий. Лесопользование, как и любая сфера практической деятельности, считается эффективной, если мы имеем результат, отвечающий не только экономическим, но и экологическим требованиям.

Лесной фонд ПМР занимает площадь 27514 га, что составляет 7,6% территории Республики, или 0,049 га леса на душу населения. Леса в Приднестровье распределяются неравномерно. Наибольшая лесистость территории на севере в Каменском районе – 16,3%. В центральной зоне (Дубоссарский район) лесистость составляет 10,5 %. Наиболее безлесный Слободзейский район, расположенный на юге республики, имеет лесистость 4% [10].

Леса в Приднестровье находятся под сильным влиянием антропогенных воздействий. Повсеместно наблюдается выпадение основных лесобразующих пород (в особенности дуб черешчатый) и ухудшение состояния лесной среды. Только из-за недоступности на отдельных участках еще сохранился естественный лес. Леса в ПМР относятся к I группе (выполняющие природоохранные функции) и представлены в основном лиственными породами, площадь которых составляет 82 %, хвойные породы занимают 18%. Около трети площади (29%) лиственных пород составляют насаждение дуба. Главная порода лесов Приднестровья – дуб черешчатый – в силу разных причин и в

первую очередь вмешательства человека в естественную лесную среду уступил свое место менее ценным породам: липе, ясеню и грабу. Таким образом, проблема лесовосстановления стоит в Республике очень остро и является актуальной, как для лесного хозяйства, так и для науки в целом [11].

Существующая методология организации лесохозяйственных предприятий предполагает истощительное природопользование, которое ведет к потере дубовых насаждений и как результат разрушению природных геосистем. В структуре современных лесных хозяйств нет механизмов, предусматривающих единый подход к управлению и восстановлению лесных массивов. Какие-то мероприятия по восстановлению лесных геосистем ведутся, но не по единой методике и, как правило, далеко не эффективно, так как не учитывают ландшафтные, экологические и биологические особенности геосистемы в целом. Деятельность лесохозяйственного предприятия не должна быть разрушительной по отношению к геосистеме и экологической обстановке на территории, на базе которой данное предприятие работает и по сути лесная геосистема является отдельно взятым организованным лесохозяйственным предприятием, энергетический вклад которой в производство конечной продукции является определяющим, а конечная продукция для республики это не только древесина, а в первую очередь полноценные восстановленные по природному типу ландшафты и лесные фитоценозы.

Однако рост энергоемкости процессов хозяйственной деятельности предприятий лесного хозяйства по истине взрывоподобен. Вполне можно считать, что вклад последствий производства и потребления энергии их в деградацию окружающей среды едва ли не основной. Это предполагает создание новых технологий, которые должны обеспечивать не только разумный уровень прибыльности предпринимательства и благосостояния общества, но, главным образом, высокую эффективность природопользования, особенно в сфере энергоресурсов [12-16]. Предлагаемая энергоэффективная технология восстановления и хозяйствования в лесных геосистемах Приднестровья отвечает этим основным требованиям.



ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для энергетической оценки лесных геосистем нами использовались методики российских ученых (А.С. Миндрин и А.В. Позднякова, К.А. Шуркиной, М.М. Ивановой, Т.Ш. Фузеллы) измененные и адаптированные под специфические региональные условия Приднестровья [16–21].

На примере урочища «Калагур» Рыбницкого района Приднестровской Молдавской Республики были выбраны три наиболее распространенные технологии лесовосстановления, применявшиеся на территории Приднестровья: 1) технология №1 – сплошная механизированная обработка почвы с корчевкой пней после сплошной рубки материнского насаждения, механизированная

закладка культур дуба черешчатого двухлетними саженцами с механизированным уходом за культурами; 2) технология №2 – закладка культур дуба черешчатого посевом желудей (механизированная и ручную) с использованием лесной среды материнских насаждений и элементов естественного возобновления сопутствующих пород и кустарников и накоплением подроста дуба в насаждении; 3) технология №3 – закладка культур дуба черешчатого посадкой двухлетних саженцев (механизированная и ручную) с использованием лесной среды материнских насаждений и элементов естественного возобновления сопутствующих пород и кустарников.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты расчетов представлены в таблице 1.

Энергетические затраты по технологиям лесовосстановления, МДж/га

Таблица 1

Table 1

Energy costs of reforestation technologies, MJ / ha

Затраты энергии, МДж/га Energy consumption, MJ / ha	Технологии лесовосстановления Reforestation technologies		
	Технология лесовосстановления №1 Technology reforestation №1	Технология лесовосстановления №2 Technology reforestation №2	Технология лесовосстановления №3 Technology reforestation №2
Основные средства производства / The main means of production	4468651,79	21211,49	5945,37
Оборотные средства производства / Current means of production	6384,88	881,1	5498,25
Трудовые ресурсы / Workforce	184,03	246,17	15,45
Общие энергозатраты / Total power consumption	44752200,7	22338,76	11459,07

Графически результаты вычисления представлены на рисунке 2.

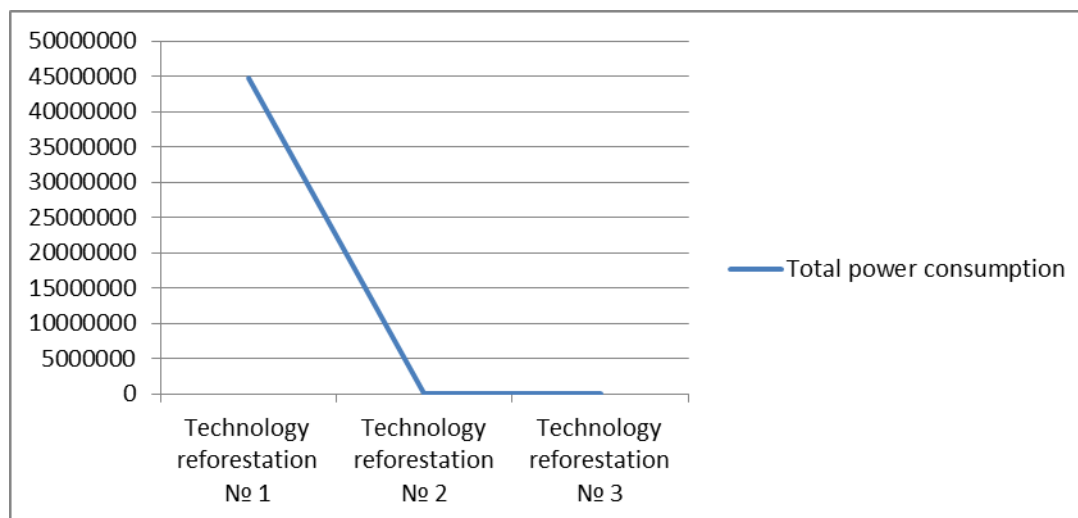


Рис. 2. Энергетические затраты по технологиям лесовосстановления, МДж/га
Fig. 2. Energy costs of reforestation technologies, MJ / ha

Анализируя результаты таблицы 1 и рисунка 2 можно сделать вывод, что гораздо менее энергоемкими являются технологии № 2 и № 3, помимо этого именно технологии лесовосстановления № 2 и № 3 меньше всего нарушают естественную материнскую среду лесного насаждения (степень механизации минимальная), то есть воздействие человека также минимально, что позволяет выдвинуть эти технологии, не нарушающие естественного сложения лесной среды, в способы эффективного природопользования. Конечно, в практике лесного хозяйства технология лесовосстановления № 3 наиболее предпочтительна.

Используя ниже перечисленные фактические данные, была рассчитана продуктивность технологий лесовосстановления:

1. Расчеты ожидаемого экономического эффекта от внедрения технологии, за эталон достигаемой продуктивности взят запас 75-летних естественных семенных насаждения дуба III бонитета из лесоустроительных материалов министерства сельского хозяйства и природных ресурсов Приднестровской Молдавской Республики.

2. Показатели средней плотности преобладающей древесной породы и удельной теплоты сгорания 1 м³ древесины дуба черешчатого определены по данным приведенных (табл.2 и 3).

Таблица 2

Плотность древесных пород

Table 2

Density of wood species

Порода дерева / Wood specie	Плотность, кг/м ³ Density, kg / m ³
Хвойные породы: / Softwood:	
Пихта / Fir	430
Ель / Spruce	420
Кедр / Cedar	510
Лиственница / Larch	545
Лиственные породы: /Hardwood:	
Береза / Birch	580
Вяз / Elm	620
Бук / Beech	650
Ясень / Ash	650
Дуб / Oak	630
Граб / Hornbeam	720



Таблица 3

Теплота сгорания древесных пород

Table 3

Combustion heat of wood species

Вид древесины Solid wood type	Количество теплоты на 1 кг, КДж The amount of heat per 1 kg, KJ
Ель / Spruce	16250
Сосна / Pine	15800
Дуб / Oak	15500
Граб / Hornbeam	15100
Липа / Linden	14400
Клен / Maple	14200

Это позволило по формуле энергоёмкости, предложенной А.С. Миндриным рассчитать энергоёмкость технологии лесовосстановления:

$$\Theta = E_k / E_p,$$

где: Θ – энергоёмкость; E_k - затраты энергии, МДж/га;
 E_p - содержание энергии в конечном продукте, МДж/га.

Результаты расчетов представлены в таблице 4.

Таблица 4

Энергоёмкость технологий лесовосстановления

Table 4

Energy intensity of reforestation technologies

	Технология лесовосстановления №1 Technology reforestation №1	Технология лесовосстановления №2 Technology reforestation №2	Технология лесовосстановления №3 Technology reforestation №3
Энергоёмкость Energy intensity	3,09	0,008	0,004

Результаты вычисления представлены графически на рисунке 3.

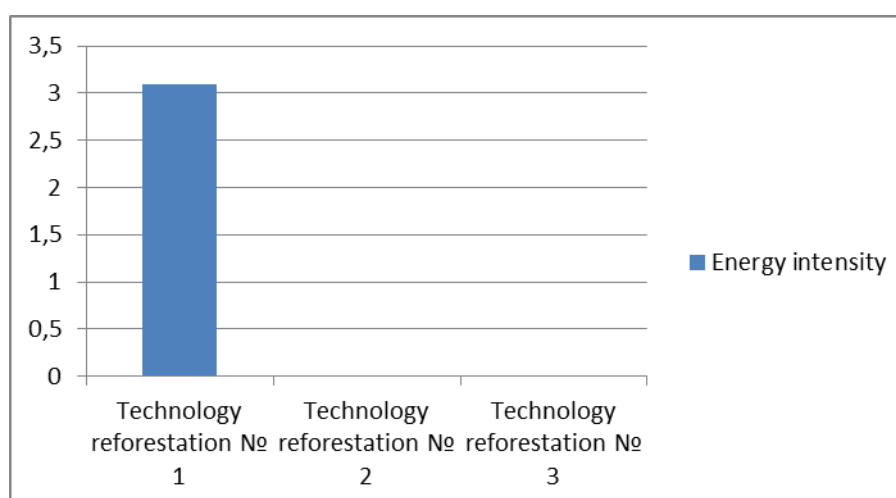


Рис. 3. Энергоёмкость технологий лесовосстановления

Fig. 3. Energy intensity of reforestation technologies



Анализируя результаты, представленные в таблице 4 и на рисунке 3, можно сделать заключение, что чем ниже показатель энергоемкости, тем выше энергоэффективность предложенной технологии. Установлено, что технология лесовосстановления № 3 является наименее энергоемкой и как следствие, наиболее энергоэффективной из всех применявшихся в Приднестровье. Помимо этого, учитывая специфику самой технологии, она сохраняет лесную среду в практически неизменном состоянии, таким образом, сохраняя биоразнообразие лесного фитоценоза, данная технология отражает экономические и экологические интересы, то есть, определена, как технология рационального природопользования.

В ходе энергетического анализа функционирования геосистем Приднестровья была выявлена необходимость введения в практику эколого-экономической составляющей «энергорубль ПМР»:

Номинал – инвариант: 1 копейка – 1000000,0 – джоулей; 3 копейки – 3000000,0 – джоулей; 5 копеек – 5000000,0 – джоулей; 10 копеек – 10000000,0 – джоулей; 20 копеек – 20000000,0 – джоулей; 50 копеек – 50000000,0 – джоулей; 1 рубль – 100000000,0 – джоулей; 3 рубля – 300000000,0 – джоулей; 5 рублей – 500000000,0 – джоулей; 10 рублей – 1000000000,0 – джоулей; 25 рублей

– 2500000000,0 – джоулей; 50 рублей – 5000000000,0 – джоулей; 100 рублей – 10000000000,0 – джоулей.

То есть, в одном «энергорубле ПМР», инвариант равен 100000000,0 Джоулей, что по нашим расчетам может соответствовать 2,5 кВт*ч электроэнергии, произведенной в Приднестровье (именно электроэнергия является видом энергии производимой в республике).

В итоге, любые затраты энергии на технологические процессы либо другие энергетические оценки функционирования геосистем мы можем перевести по номиналу в энергорубль ПМР» и если необходимо пересчитать по ниже приведенной формуле затраты в реальную валюту государства (с учетом курса валют на текущий момент возможно сделать перевод в любую мировую валюту).

$$Z = E/E_r * K * S,$$

где : Z – затраты в реальной валюте на текущий момент времени, рубль ПМР;

E – затраты энергии на процесс, технологию и т.д. в Джоулях, Дж;

E_r – инвариант одного «энергорубль ПМР» (100000000,0 Джоулей), Дж;

K – количество киловатт электроэнергии в одном «энергорубль ПМР», кВт*ч;

S – стоимость одного кВт*ч электроэнергии рублей ПМР, рубль ПМР.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования позволили установить значительный рост энергоемкости человеческой деятельности на примере одного из лесохозяйственных предприятий Приднестровской Молдавской Республики.

Предложенная технология восстановления с использованием лесной среды материнских насаждений и элементов естественного возобновления сопутствующих пород и кустарников (технология № 3, механизированная и ручная) восстанавливает лесные экосистемы Республики по природному типу с преобладающей породой дуб черешчатый, с сохранением биоразнообразия и естественной среды лесного фитоценоза, с более рациональным использованием природной ренты является направлением эффективного

природопользования, способного лечь в основу модели восстановления лесных геосистем республики и соседних стран и регионов (в том числе, России).

Эта же технология по сравнению с другими применявшимися технологиями лесовосстановления в республике дает в среднем прибыль в размере $25049560,66 \cdot 10^5$ Джоулей или по предложенной системе расчетов 25049,56 «энергорублей ПМР» на 1 га восстановленного лесного фитоценоза.

Предлагаемая энергоэффективная технология восстановления и хозяйствования в лесных геосистемах Приднестровья отвечает основным требованиям новых технологий будущего мира.



БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бибииков С.Н. Некоторые аспекты палеоэкологического моделирования // Советская археология. 1969. N4. С.13-17.
2. Бойден С. Западная цивилизация с биологической точки зрения: очерки по биоистории // Диалектика социального и природного в развитии человека и его отношениях с миром. М., 1990. Вып. 1. С. 521
3. Поздняков А.В. Концептуальные основы решения проблемы устойчивого развития. Томск: Спектр, 1995. 150с.
4. Фузелла Т.Ш. Современное энергопотребление издержки и перспективы // Научная перспектива. 2012, N10. С. 5-8.
5. Иванова М.М. Эколого-энергетический анализ процессов восстановления лесов Томской области (на примере сосны обыкновенной) // Вестник Томского государственного университета. 2010, N336. С. 187-191.
6. Одум Г., Одум Ю. Энергетический базис человека и природы. М.: Прогресс. 1978. 379 с.
7. Поздняков А.В. Синергетика – современная научная парадигма и методология исследования сложных самоорганизующихся структур. URL: <http://pozdneyakov.tut.su/Public/st0205.htm> (дата обращения: 05.11.2015).
8. Марунич Н.А. Перспективная модель восстановления и функционирования лесных экосистем Приднестровья, разработанная с использованием эколого-энергетического анализа // Материалы международной научной конференции «Природные и антропогенно трансформированные экосистемы приграничных территорий в пост чернобыльский период», Чернигов, 2014, С. 121-123.
9. Марунич Н.А. Эколого-энергетический анализ при построении перспективной модели восстановления и функционирования лесных экосистем с антропогенным воздействием // Материалы 65-ой международной научно-практической конференции «Научное сопровождение инновационного развития агропромышленного комплекса: теория, практика, перспектива». Рязань, 2014, С. 167-170.
10. Сотников В.В. Современное состояние лесного фонда, проблемы лесной отрасли ПМР. Экологические проблемы. Приднестровье: Полиграфист, 2010. С. 48-56.
11. Маяцкий И.Н. Технология восстановления насаждений с преобладанием дуба. Экологические проблемы Приднестровья: Бендеры. 2010. С. 79-94.
12. Кочуров Б.И., Смирнов В.А. Эффективность регионального природопользования. Региональные соотношения «население – территория - ресурсы - экономика». Креативная активность населения. Добродетели народа. // Экономические стратегии. 2007, N3(53). С. 32-44.
13. Кочуров Б.И., Лобковский В.А., Смирнов А.Я. Эффективность регионального природопользования: методические подходы // Проблемы региональной экологии. 2008, N3, С. 61-70.
14. Кочуров Б.И., Лобковский В.А., Смирнов А.Я., Лобковская Л.Г., Беляева Л.Н., Яковенко Н.В. Развитие экотерриторий и культуры природопользования в условиях финансового кризиса // Вестник Международной академии наук. Специальный выпуск, 2009, С. 26-29.
15. Кочуров Б.И., Соколов А.Н. Критерии сравнения эффективности энергоресурсов, «пределы роста», или экономика «кротких» // Проблемы региональной экологии. 2013. N1, С. 115-123.
16. Кочуров Б.И., Марунич Н.А. Эколого-энергетический анализ технологий лесовосстановления // Экология урбанизированных территорий. 2013, N1, С.112-117.
17. Марунич Н.А. Практическое применение оптимальной энергоэффективной технологии лесовосстановления // Проблемы региональной экологии. 2013, N5, С. 219-222.
18. Марунич Н.А. Энергетическая оценка технологий восстановления лесных экосистем // Сборник научных статей второй международной научно-практической конференции «Проблемы устойчивого развития регионов республики Беларусь и сопредельных стран». Могилев, 2012, С. 245-247.
19. Марунич Н.А. Энергетическая оценка ожидаемого хозяйственно-экономического эффекта технологий лесовосстановления в районе бассейна реки Днестр // Материалы международной конференции «Управление бассейном трансграничного Днестра в условиях нового бассейнового договора». Кишинев, 2013, С. 242-244.
20. Марунич Н.А. Разработка и использование информационных систем для автоматизации эколого-энергетического анализа с целью поиска энергосберегающих технологий рационального природопользования // Сборник материалов VI Республиканской научно-практической конференции с международным участием «Строительство - как фактор формирования комфортной среды жизнедеятельности», Бендеры, 2015, С.12-16.
21. Марунич Н.А. Разработка и использование научного программного обеспечения для автоматизации методов эколого-энергетического анализа в оценке функционирования агро- и экосистем // IV Международная экологическая научная конференция «Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства», Краснодар, 2015. С. 727-728.



REFERENCES

1. Bibikov S.N. Some aspects of the Paleo ecological modeling. *Sovetskaya arkheologiya* [Soviet archeology]. 1969. no. 4. pp.13-17. (in Russian)
2. Boyden S. *Zapadnaya tsivilizatsiya s biologicheskoi tochki zreniya: ocherki po bioistorii* [Western civilization from the biological point of view: Essays on bioistorii]. *Dialektika sotsial'nogo i prirodnogo v razvitii cheloveka i ego otnosheniyakh s mirom* [The dialectic of social and natural in man and his relationship with the world development]. Moscow, 1990, iss. 1. pp. 521. (in Russian)
3. Pozdnyakov A.V. *Kontseptual'nye osnovy resheniya problemy ustoichivogo razvitiya* [Conceptual bases of solving the problem of sustainable development]. Tomsk, Spectrum Publ., 1995. 150 p. (in Russian)
4. Fuzella T.Sh. Modern energy costs and prospects. *Nauchnaya perspektiva* [Science Perspective]. 2012, no. 10. pp. 5-8. (in Russian)
5. Ivanova Marina M. Ecological-energy analysis of reforestation processes in Tomsk region. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta* [Tomsk State University Journal]. 2010, no. 336. pp. 187-191. (in Russian)
6. Odum G., Odum Yu. *Energeticheskii bazis cheloveka i prirody* [Energy basis of man and nature]. Moscow, Progress Publ., 1978. 379 p. (in Russian)
7. Pozdnyakov A.V. Synergetics - the modern scientific paradigm and methodology of complex self-organizing structures. Available at: <http://pozdnyakov.tut.su/Public/st0205.htm> (accessed 05.11.2015).
8. Marunich N.A. *Perspektivnaya model' vostanovleniya i funktsionirovaniya lesnykh ekosistem Pridnestrov'ya, razrabotannaya s ispol'zovaniem ekologo-energeticheskogo analiza* [The long-term recovery model and functioning of forest ecosystems Pridnestrovien designed using eco-energy analysis]. *Materialy mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii «Prirodnye i antropogenno transformirovannye ekosistemy prigranichnykh territorii v post chernobyl'skii period»*, Chernigov, 2014 [Proceedings of the international scientific conference "Natural and anthropogenic transformed ecosystems of border areas in the post Chernobyl period", Chernigov, 2014]. Chernigov, 2014, pp. 121-123. (in Russian)
9. Marunich N.A. *Ekologo-energeticheskii analiz pri postroenii perspektivnoi modeli vostanovleniya i funktsionirovaniya lesnykh ekosistem s antropogennym vozdeistviem* [Environmental and energy analysis in the construction of a prospective model of forest ecosystem restoration and operation of the anthropogenic influence]. *Materialy 65-oi mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Nauchnoe soprovozhdenie innovatsionnogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa: teoriya, praktika, perspektiva»*. Ryazan', 2014 [Proceedings of the 65th international scientific-practical conference "Scientific support of innovative development of agricultural complex: theory, practice, prospects", Ryazan, 2014]. Ryazan, 2014, pp. 167-170. (in Russian)
10. Sotnikov V.V. *Sovremennoe sostoyanie lesnogo fonda, problemy lesnoi otrasli PMR* [The current state of the forest fund, forest industry issues of the Pridnestrovian Moldavian Republic]. *Ecological problems of Pridnestrovien*, Poligrafist Publ., 2010. pp. 48-56.
11. Mayatskiy I.N. *Tekhnologiya vosstanovleniya nasazhdenii s preobladaniem duba* [Technology of the recovering the plantings with prevalence of the oak]. *The Ecological problems Pridnestrov'ya: Poligrafist*. Ecological problems of Pridnestrovien. Poligrafist Publ., 2010. pp. 79-94.
12. Kochurov B.I., Smirnov V.A. Efficiency of regional nature. "- The territory - resources - Economy people" regional relations. The creative activity of the population. The virtues of the people. *Ekonomicheskie strategii* [Economic strategies]. 2007, no. 3(53). pp. 32-44. (in Russian)
13. Kochurov B.I., Lobkovskiy V.A., Smirnov A.Ya. Effectiveness of regional nature: methodological approaches. *Problemy regional'noi ekologii* [Regional Environmental Issues]. 2008, no. 3, pp. 61-70. (in Russian)
14. Kochurov B.I., Lobkovskiy V.A., Smirnov A.Ya., Lobkovskaya L.G., Belyaeva L.N., Yakovenko N.V. Development ekoterritory culture and nature in the financial crisis. *Vestnik Mezhdunarodnoi akademii nauk* [Herald of the International Academy of Sciences]. 2009, Special Issue, pp. 26-29. (in Russian)
15. Kochurov B.I., Sokolov A.N. Criteria for comparing the efficiency of energy resources, "limits to growth", or the economy, "the meek". *Problemy regional'noi ekologii* [Regional Environmental Issues 2013, no. 1. pp. 115-123. (in Russian)
16. Kochurov B.I., Marunich N.A. Environmental and energy analysis technology reforestation. [Ecology of Urban Areas]. 2013, no. 1, pp.112-117. (in Russian)
17. Marunich N.A. The practical application of optimal energy-efficient technologies reforestation. *Problemy regional'noi ekologii* [Regional Environmental Issues]. 2013, no. 5, pp. 219-222. (in Russian)
18. Marunich N.A. *Energeticheskaya otsenka tekhnologii vosstanovleniya lesnykh ekosistem* [Energy assessment of forest ecosystem restoration techniques]. *Sbornik nauchnykh statei vtoroi mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii "Problemy ustoichivogo razvitiya regionov respublik Belarus' i sopredel'nykh stran" Mogilev, 2012* [collection of scientific papers of the second international scientific-practical conference "Problems of sustainable development of regions of the Republic of Belarus and the neighboring countries", Mogilev, 2012]. Mogilev, 2012, pp. 245-247. (in Russian)



19. Marunich N.A. Energeticheskaya otsenka ozhidamogo khozyaistvenno-ekonomicheskogo effekta tekhnologii lesovosstanovleniya v raione basseina reki Dnestr [Energy estimate of the expected economic effect of reforestation in the region of the Dniester River basin technologies]. *Materialy mezhdunarodnoi konferentsii «Upravlenie basseinom transgraničnogo Dnestra v usloviyakh novogo basseinovogo dogovora»*, Kishinev, 2013 [Proceedings of the international conference «Pool management transboundary Dniester River Basin under the new contract», Kishinev, 2013]. Kishinev, 2013, pp. 242-244. (in Russian)
20. Marunich N.A. Razrabotka i ispol'zovanie informatsionnykh sistem dlya avtomatizatsii ekologo-energeticheskogo analiza s tsel'yu poiska energosberegayushchikh tekhnologii ratsional'nogo prirodopol'zovaniya [Development and use of information systems for the automation of ecological and energy analysis in order to find energy-efficient environmental management technologies]. *Sbornik materialov VI Respublikanskoj nauchno-prakticheskoi konferentsii s*

- mezhdunarodnym uchastiem «Stroitel'stvo - kak faktor formirovaniya komfortnoi sredy zhiznedeyatel'nosti»*, Bendery, 2015 [The collection of materials VI Republican scientific-practical conference with international participation «Construction as a factor of liveability», Bender, 2015]. Bender, 2015. pp.12-16. (in Russian)
21. Marunich N.A. Razrabotka i ispol'zovanie nauchnogo programmnogo obespecheniya dlya avtomatizatsii metodov ekologo-energeticheskogo analiza v otsenke funktsionirovaniya agro- i ekosistem [The development and use of scientific software for the automation of methods of ecological and energy analysis in the evaluation of the functioning of agro-ecosystems]. *IV Mezhdunarodnaya ekologicheskaya nauchaya konferentsiya «Problemy rekul'tivatsii otkhodov byta, promyshlennogo i sel'skokhozyaistvennogo proizvodstva»*, Krasnodar, 2015 [IV International Ecological Conference «Problems of reclamation of waste household, industrial and agricultural production», Krasnodar, 2015]. Krasnodar, 2015. pp. 727-728. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Принадлежность к организации

Борис И. Кочуров* - доктор географических наук, профессор, ведущий научный сотрудник, Институт географии РАН, Старомонетный пер. д. 29, Москва, 119017 Россия. E-mail: info@ecoregion.ru

Николай А. Марунич - соискатель, Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко, Тирасполь, Молдова.

Критерии авторства

Борис И. Кочуров собрал фактический материал, проводил анализ данных, написал и правил рукопись.
Николай А. Марунич собрал фактический материал, написал и правил рукопись.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 07.12.2015

AUTHOR INFORMATION

Affiliations

Boris I. Kochurov* - doctor of geographical sciences, professor, leading research fellow, Institute of geography, Russian Academy of Sciences, 29, Staromonetny lane. Moscow, 119017 Russia.
E-mail: info@ecoregion.ru

Nicholay A. Marunich - competitor Pridnestrovian State University names T.G. Shevchenko, Tiraspol, Moldova.

Contribution

Boris I. Kochurov, gathered factual information, carried out the data analysis, wrote and corrected the manuscript. Nicholay A. Marunich, gathered factual material, wrote and corrected the manuscript.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Received 07.12.2015



МЕДИЦИНСКАЯ ЭКОЛОГИЯ

Медицинская экология / Medical ecology
Обзорная статья / Review article
УДК 575.2 (578.53)
DOI: 10.18470/1992-1098-2016-1-170-177

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ВИРУСА ГРИППА ТИПА А

¹Иван А. Соболев*, ¹Ольга Г. Курская, ¹Кирилл А. Шаршов,
¹Елена А. Прокопьева, ¹Александр Ю. Алексеев,
²Алимурад А. Гаджиев, ¹Александр М. Шестопалов.

¹лаборатория экспериментального моделирования и патогенеза инфекционных заболеваний,
Научно-исследовательский институт экспериментальной
и клинической медицины, Новосибирск, Россия, sobolev_i@hotmail.com
²кафедра экологии, Институт экологии и устойчивого развития
Дагестанского государственного университета, Махачкала, Россия

Резюме. Цель. Рассмотреть механизмы изменчивости вируса гриппа. **Обсуждение.** Грипп представляет собой одну из наиболее значимых проблем, стоящих перед современной системой здравоохранения. Характер заболеваемости гриппом обуславливает ряд проблем социального и экономического характера: смертность в группах риска, резкое повышение нагрузки на персонал учреждений системы здравоохранения и снижение трудовых ресурсов. Особенности генома вируса гриппа позволяют этому патогену ежегодно вызывать сезонные эпидемии, несмотря на профилактические мероприятия (вакцинация) и наличие специфических лекарственных препаратов. **Заключение.** Изменчивость генома вируса гриппа обеспечивается антигенным дрейфом, антигенным шифтом и рекомбинацией. Эти механизмы позволяют вирусу на протяжении долгого времени оставаться высоко-контагиозным инфекционным агентом, способным поражать большое количество видов-хозяев и наносить значительный вред в результате эпидемий и пандемий.

Ключевые слова: вирус гриппа, изменчивость, антигенный дрейф, антигенный шифт, гемагглютинин, нейраминидаза, эволюция.

Формат цитирования: Соболев И.А., Курская О.Г., Шаршов К.А., Прокопьева Е.А., Алексеев А.Ю., Гаджиев А.А., Шестопалов А.М. Изменчивость вируса гриппа типа А // Юг России: экология, развитие. 2016. Т.11, N1. С.170-177. DOI: 10.18470/1992-1098-2016-1-170-177

VARIABILITY OF THE INFLUENZA A VIRUS

¹Ivan A. Sobolev*, ¹Olga G. Kurskaya, ¹Kirill A. Sharshov, ¹Elena A. Prokopyeva,
¹Alexander Yu. Alekseev, ²Alimurad A. Gadzhiev, ¹Alexander M. Shestopalov

¹Laboratory of experimental modeling and pathogenesis of infectious diseases,
Research Institute of Experimental and Clinical Medicine,
Novosibirsk, Russia, sobolev_i@hotmail.com

²Department of ecology, Institute of Ecology and Sustainable Development,
Dagestan State University, Makhachkala, Russia

Abstract. Aim. To investigate the mechanisms of variability of the influenza virus. **Discussion.** Influenza is one of the most significant problems facing the health care system. Human influenza causes a number of social and economic problems: mortality in high-risk groups, increasing in the load on personnel agencies health and reduced manpower. Features of the influenza virus genome enable the pathogen to cause seasonal epidemics each year, despite the preventive measures (vaccination) and using of specific antiviral drugs. **Conclusion.** Variability of the influenza virus genome is provided by antigenic drift, antigenic shift and recombination. This mechanisms of the variability of



influenza virus that allow to remain a highly contagious infectious agent able to infect a large number of host species and cause significant problems as a result of epidemics and pandemics.

Keywords: Influenza virus, variability, antigenic drift, antigenic shift, hemagglutinin, neuraminidase, evolution.

For citation: Sobolev I.A., Kurskaya O.G., Sharshov K.A., Prokopyeva E.A., Alekseev A.Yu., Gadzhiev A.A., Shestopalov A.M. Variability of the influenza A virus. *South of Russia: ecology, development*. 2016, vol. 11, no. 1, pp. 170-177. (in Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2016-1-170-177

ВВЕДЕНИЕ

Вирусы гриппа относятся к семейству *Orthomyxoviridae* (вирусы с РНК-геномом негативной полярности) [1] и, исходя из антигенных отличий внутренних белков (нуклеопротеина и матричного белка), подразделяется на три типа: А, В и С. Вирус гриппа типа А был выделен от птиц, а также людей и других млекопитающих. Вирусы гриппа типов В и С циркулируют преимущественно в человеческой популяции, но известны случаи обнаружения этих вирусов у морских млекопитающих (грипп типа В у тюленей), собак и свиней (грипп типа С) [2-5]. В отличие от вирусов гриппа типов А и В, грипп типа С обнаруживается редко и вызывает более легкую форму заболевания, в основном у детей [6, 7].

Большинство эпидемий и все известные пандемии (эпидемия, охватывающая значительные географические области,

включающие в себя несколько стран; возникает, когда в человеческую популяцию попадает вирус с белком НА, к которому в популяции отсутствуют антитела [8]) были вызваны вирусом гриппа типа А, т.к. именно он обладает наибольшей антигенной изменчивостью и способен инфицировать широкий спектр хозяев. Вирус гриппа типа В характеризуется меньшей степенью антигенной изменчивости, которая иногда приводит к эпидемиям. Вирус гриппа типа С наиболее антигенно стабилен и обнаруживается редко, в основном в легкой форме.

Исходя из того, что вирус гриппа типа А является наиболее распространенным, изменяется наиболее динамично и обладает всеми присущими вирусам гриппа механизмами изменчивости – именно этот тип вируса далее будет рассмотрен более подробно.

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ГРИППА

Сегментированный геном вируса гриппа А состоит из восьми сегментов РНК, кодирующих от 12 до 14 белков, из которых два гликозилированных поверхностных гликопротеина – гемагглютинин (НА) и нейраминидаза (НА) являются основными антигенами вируса гриппа, т.е. мишенями для иммунной системы организма-хозяина. Именно эти белки принимают участие в прикреплении вируса и в освобождении вирусных частиц с поверхности клетки-хозяина.

Природным резервуаром вируса гриппа типа А являются дикие водоплавающие птицы, именно среди них циркулирует значительное количество антигенно различных вариантов вируса [9]. Вирус гриппа типа А подразделяется на субтипы исходя из комбинаций поверхностных гликопротеинов – гемагглютинина и нейраминидазы. Известно о выделении от диких водоплавающих птиц 16 субтипов гемагглютинина и 9 субтипов нейраминидазы [9, 10]. Кроме того, у летучих мышей был обнаружен вирус гриппа

типа А с уникальной комбинацией гемагглютинина и нейраминидазы, которые были выделены в отдельные субтипы N17 и N10 соответственно [11]. Циркулирующие среди животных вирусы гриппа иногда способны инфицировать другие виды, что может приводить как к локальным вспышкам заболеваемости, так и, в случае адаптации патогена к новому хозяину и при приобретении способности распространяться в новой популяции – к возникновению эпидемий и пандемий.

Можно выделить три механизма изменчивости вируса гриппа – антигенный дрейф (посредством накопления мутаций), антигенный шифт (посредством реассортации) и рекомбинация.

Рекомбинация как механизм изменчивости вируса гриппа подразделяется на негомологичную и гомологичную. Негомологичная рекомбинация происходит между разными сегментами РНК вируса гриппа. Так, считается, что в результате негомоло-



гичной рекомбинации между сегментами HA и NP низкопатогенного птичьего вируса гриппа H7N3 в 2002 году в Чили возник высокопатогенный вариант вируса [12]. Позже, в Британской Колумбии также был обнаружен вариант вируса гриппа AH7N3, возникший в результате негомологичной рекомбинации. Исследования *in vitro* на куриных эмбрионах показали наличие негомологичной рекомбинации, зачастую обуславливающей повышение вирулентности вируса гриппа [13, 14]. Гомологичная рекомбинация сегментов генома вируса гриппа (рекомбинация между одинаковыми сегментами различных вариантов вируса) на данный момент не доказана однозначно [15]. Но существуют исследования, позволяющие предположить наличие этого механизма изменчивости вируса гриппа. В Китае от павших кур были выделены три изолята вируса гриппа H9N2, которые были дифференцированы методом бляшек. После определения первичных последовательностей всех сегментов генома вируса, было показано, что все гены PA всех трех изолятов мозаичны и произошли от вирусов H9N2 и H5N1 [16].

Возможность возникновения антигенного сдвига обеспечивается сегментированным геномом вируса гриппа. Антигенный сдвиг представляет собой частный случай реассортации и характеризуется формированием нового варианта вируса гриппа с новой комбинацией поверхностных гликопротеинов [17]. Новый вариант вируса формируется в результате реассортации сегментов генома двух «родительских» вирусов при ко-инфекции в одном организме-хозяине. Теоретически, при реассортации двух вирусов гриппа возможно возникновение 256 (2⁸) комбинаций. При антигенном сдвиге популяция, в которой начинает циркулировать сформировавшийся в результате антигенного сдвига вирус, оказывается иммунно наивной к его антигенам, что зачастую вызывает тяжелые эпидемии и пандемии.

Птицы, как природный резервуар вируса гриппа – предоставляют этому патогену неограниченные возможности для изменчивости посредством антигенного сдвига. Часто одна птица оказывается инфицирована несколькими вирусами гриппа, что создает условия для реассортации и, как следствие, генерации новых вариантов вируса гриппа, потенциально способных к преодо-

лению межвидового барьера передачи патогена [18].

Иногда, в результате реассортации между вирусами гриппа, возможен переход генетического материала вируса гриппа птиц к вирусу гриппа, циркулирующему в человеческой популяции. На данный момент известно всего о трех, вызвавших пандемии в человеческой популяции, субтипах геммагглютинина (H1, H2 и H3) из 16 известных у птиц.

Т.к. свиньи могут быть инфицированы как птичьими вирусами гриппа, так и человеческими – именно их было предложено считать промежуточными хозяевами, в которых наиболее вероятно реассортация (и следовательно антигенный сдвиг) вируса гриппа с последующей циркуляцией в человеческой популяции [19].

Наиболее заметно проявляется антигенный сдвиг при возникновении пандемий вируса гриппа. В прошедшем 20 веке исследователи выделяют несколько пандемий гриппа – в 1918 году («испанский грипп» H1N1), в 1957 году («азиатский грипп» H2N2), в 1968 году («гонконгский грипп» H3N2) и в 1977 году («русский грипп» H1N1) [20]. В 21 веке пока была только одна пандемия – в 2009 году в человеческой популяции начал циркулировать новый вариант вируса гриппа - H1N1pdm09.

Две пандемии вируса гриппа типа А в 20-м веке: 1957 (субтип H2N2) и 1968 (субтип H3N2) [21], а также пандемия 2009 г. возникли в результате реассортации между вирусами гриппа А, циркулирующими в человеческой популяции и в популяциях других видов-хозяев. Показано, что сегменты генома HA, NA и PB1 пандемического вируса гриппа H2N2 1957 г. и HA с PB1 пандемического вируса H3N2 1968 г. произошли от птичьих вирусов гриппа, а остальные сегменты генома, вероятно, произошли от пандемического вируса гриппа 1918 г. [22].

С другой стороны, точно не известно происхождение «испанского гриппа» H1N1 1918 г., вызвавшего на данный момент наиболее значительную и разрушительную пандемию. Возможно, в случае с «испанским гриппом» произошел прямой переход вируса от птиц к человеку в результате реассортации, но более вероятно, что попаданию вируса в человеческую популяцию предшествовала циркуляция в популяции промежуточных хозяев (свиньи) [23].



В 2009 году произошла первая пандемия вируса гриппа в 21 веке – в марте и апреле в Мексике начали регистрироваться случаи заболевания людей новым вариантом вируса гриппа А (H1N1), который перешел в человеческую популяцию от свиней [24]. Этот новый вариант вируса гриппа является ярким примером изменчивости в результате антигенного шифта. Пандемический вирус гриппа H1N1pdm09 характеризуется такой комбинацией сегментов генома, которая ранее не встречалась не только у вирусов, циркулирующих среди людей, но и у вирусов, циркулирующих среди свиней. Сегменты NA и M принадлежат к Евразийской линии свиных вирусов гриппа (попали от птиц в популяцию свиней в 1979 году). Сегменты NA, NP и NS принадлежат к классическим свиным вирусам гриппа, циркулирующим среди свиней с 1918 года. PB2 и PA – принадлежат к тройным реассортантам вирусов гриппа свиней (имеют птичье происхождение и перешли к свиньям в 1998 году). Сегмент генома PB1 характерен для тройных реассортантов свиных вирусов гриппа, к которым попал от вируса гриппа человека в 1998 (к человеку этот вариант PB1 попал от птичьего вируса гриппа в 1968 году) [25]. Тот факт, что все сегменты генома пандемического вируса 2009 года произошли от свиных вирусов гриппа, позволяет предположить, что новый вариант вируса, сформировавшийся в результате антигенного шифта, мог какое-то время циркулировать в популяциях свиней, оставаясь незамеченным и только потом попасть в человеческую популяцию.

Вирусы гриппа, вызвавшие пандемии, являются наиболее значительными примерами результатов антигенного шифта. Но антигенный шифт не всегда приводит к появлению пандемических вариантов вируса – большая часть новых вариантов остается неизвестной для исследователей, какие-то вирусы обнаруживаются в результате рутинного мониторинга за вирусом гриппа у разных хозяев, а часть вирусов меняют свои характеристики и приобретают возможность преодолевать межвидовой барьер, вызывая локальные вспышки заболеваемости. Так, хотя вспышки высокопатогенного вируса птичьего гриппа H5N1 среди домашней птицы известны с 1959 года, [26] только в 1997 году был обнаружен вариант высокопатогенного вируса гриппа птиц H5N1, спо-

собный преодолевать межвидовой барьер и инфицировать людей (из 18 заболевших – погибли 6). Сегменты генома, кодирующие внутренние белки этого вируса, принадлежали к вирусу гриппа H9N2, выделенному от перепелов, а ген нейраминидазы был обнаружен в вирусе гриппа H6N1, выделенном от чирков [27]. С 1997 года постоянно обнаруживаются новые варианты гриппа H5N1, в которых показана реассортация для всех сегментов кроме NA, который остается неизменным (за исключением антигенного дрейфа).

Антигенный дрейф представляет собой изменение антигенных характеристик вируса гриппа, обусловленное постепенным накоплением мутаций в поверхностных гликопротеинах (гемагглютанине и нейраминидазе), в результате чего происходит отклонение вируса от иммунного ответа организма хозяина [28, 29]. Одна из причин высокой изменчивости вируса гриппа связана с РНК-зависимой РНК-полимеразой: этот фермент совершает ошибки в процессе репликации, а у вируса гриппа и в клетках млекопитающих нет механизмов для их исправления. В целом, вирус гриппа обладает высоким уровнем генетической изменчивости [30], но именно поверхностные гликопротеины изменяются наиболее динамично, т.к. подвергаются селективному давлению со стороны нейтрализующих антител организма хозяина [9]. Изменчивость поверхностных гликопротеинов, приводит к тому, что те вирусы гриппа, которые не нейтрализуются или слабее нейтрализуются антителами хозяина, сохраняются естественным отбором как более приспособленные [28, 29].

Гемагглютинин как основной антиген вируса гриппа характеризуется более высоким, чем в случае нейраминидазы, темпом изменчивости. При этом большая часть мутаций в NA, которые можно отнести к антигенному дрейфу, происходит по ограниченному числу позиций. Выделяется 5 (A, B, C, D и E) т.н. «антигенных сайтов» или «антигенных детерминант» - наиболее вариабельных эпитопов, аккумуляция замен в которых обычно приводит к изменению антигенных свойств вируса. К антигенным сайтам относится ограниченное число позиций в аминокислотной последовательности гемагглютинина [31-33]:

A - 122, 124, 126, 130–133, 135, 137, 138, 140, 142–146, 150, 152, 168



В - 128, 129, 155–160, 163–165, 186–190, 192–194, 196–198
С - 44–48, 50, 51, 53, 54, 273, 275, 276, 278–280, 294, 297, 299, 300, 304, 305, 307–312
D - 96, 102, 103, 117, 121, 167, 170–177, 179, 182, 201, 203, 207–209, 212–219, 226–230, 238, 240, 242, 244, 246–248
Е - 57, 59, 62, 63, 67, 75, 78, 80–83, 86–88, 91, 92, 94, 109, 260–262, 265

Примечательно, что процесс антигенного дрейфа в основном более выражен у вируса гриппа человека (вероятно, не только по причине выраженного иммунного ответа, но также из-за вакцинации населения), менее выражен у вируса гриппа свиней и лошадей, и наименее заметен у вируса гриппа птиц [34–37].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Особенности эпидемиологии гриппа во многом объясняются строением вирусного генома и свойствами вирусных белков. Высокая степень изменчивости генома посредством накопления отдельных мутаций позволяет вирусу уклоняться от специфического иммунитета и, вследствие этого, вызывать ежегодные эпидемии, а сегментированность генома лежит в основе процесса реассортации, который, в результате антигенного шифта, может приводить к появлению новых вариантов вируса, в том числе наиболее опасных для человеческой популяции пандемических штаммов.

Периодический характер эпидемий гриппа обусловлен постоянным уклонением вируса от иммунного прессинга (в том числе вакцинного происхождения) со стороны организма-хозяина, что обеспечивается высокой степенью изменчивости поверхностных гликопротеинов вируса гриппа. Антигенный дрейф оказывает значительное влияние на эффективность вакцинации от гриппа. Совместная циркуляция антигенно-различных вариантов создает дополнительные сложности для рекомендаций по составу вакцины [38]. Влияние антигенного дрейфа на эффективность вакцинации можно проиллюстрировать примерами. Так, в Европе и США в сезоне 1997 – 1998 гг. были зарегистрированы вспышки тяжелого заболевания, так как новый дрейфовый вариант A/Sydney/05/97 (H3N2) значительно отличался от вакцинного штамма, и поствакцинальный иммунитет оказался неэффективным. Во время сезона 2003 – 2004 гг. циркулировал штамм A/Fujian/411/2002(H3N2), в то время как в состав вакцины входил антигенно отличный от него штамм A/Panama/2007/99(H3N2) [39]. Именно по этой причине необходимы постоянный контроль пула циркулирующих

в человеческой популяции вирусов гриппа и ежегодный пересмотр состава вакцины, чтобы обеспечить наибольшее соответствие вакцинных штаммов вирусам, циркулирующим среди населения [39, 40].

Очевидно, что в настоящее время, кроме мониторинга изменчивости вируса гриппа, циркулирующего в человеческой популяции (для отслеживания дрейфовых вариантов вируса, способных уклоняться от иммунного ответа) необходим постоянный надзор за вирусами гриппа, циркулирующими среди различных хозяев. Контроль за вирусом гриппа, циркулирующим среди дикой птицы, необходим для мониторинга за появлением новых вариантов вируса в природном резервуаре, а среди домашней птицы - для отслеживания вируса гриппа, который может инфицировать контактирующих с птицами людей. Кроме того, важен надзор за циркуляцией вируса гриппа в популяциях потенциальных промежуточных хозяев (в первую очередь – свиней) для обнаружения вариантов вируса гриппа, способных инфицировать людей и успешно передаваться от человека к человеку, вызывая эпидемии и пандемии.

Современные методы исследования позволяют не просто осуществлять мониторинг за циркулирующими вариантами вируса гриппа, но и изучать патоген и исследовать взаимодействие между вирусом и организмом-хозяином на различных уровнях организации, оценивать изменения в геноме, приводящие к изменению свойств вируса и предсказывать их. Кроме того, благодаря обилию механизмов изменчивости и ее динамике, вирус гриппа является удобной моделью для изучения эволюционных процессов.



Благодарность: Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №14-04-32268.

Acknowledgment: This study was supported by a grant №14-04-32268 from the Russian Foundation for Basic Research.

REFERENCES

1. Pons M.W. Isolation of influenza virus ribonucleoprotein from infected cells. Demonstration of the presence of negative-stranded RNA in viral RNP. *Virology*. 1971, 46(1), pp. 149-160.
2. Tumova B., Pereira H.G. Antigenic relationship between influenza A viruses of human and animal origin. *Bulletin of the World Health Organization*. 1968, 38(3), pp. 415-420.
3. Kimura H., Abiko C., Peng G., et al. Interspecies transmission of influenza C virus between humans and pigs. *Virus Research*. 1997, 48(1), pp. 71-79.
4. Osterhaus A.D., Rimmelzwaan G.F., Martina B.E., et al. Influenza B virus in seals. *Science*. 2000, 288(5468), pp. 1051-1053.
5. Wright P.F., Neumann G., Kawaoka Y. Orthomyxoviruses. *Fields Virology*. 2007, pp. 1691-1740.
6. Matsuzaki Y., Katsushima N., Nagai Y., et al. Clinical features of influenza C virus infection in children. *The Journal of Infectious Diseases*. 2006, 193(9), pp. 1229-1235.
7. Hampson A.W. Influenza virus antigens and 'antigenic drift'. *Influenza. Perspectives in medical virology*. 2002, pp. 49-85.
8. Kilbourne E.D. Influenza pandemics in perspective. *Journal of the American Medical Association*. 1977, 237, pp. 1225-1228.
9. Webster R.G., Bean W.J., Gorman O.T., et al. Evolution and ecology of influenza A viruses. *Microbiological Reviews*. 1992, 56, pp. 152-179.
10. Fouchier R.A., Munster V., Wallensten A., et al. Characterization of a novel influenza A virus hemagglutinin subtype (H16) obtained from black-headed gulls. *Journal of Virology*. 2005, 79, pp. 2814-2822.
11. Tong S., Li Y., Rivailler P., et al. A distinct lineage of influenza A virus from bats. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2012, 109(11), pp. 4269-4274.
12. Suarez D.L., Senne D.A., Banks J., et al. Recombination resulting in virulence shift in avian influenza outbreak, Chile. *Emerging Infectious Diseases journal*. 2004, 10(4), pp. 693-699.
13. Khatchikian D., Orlich M., Rott R. Increased viral pathogenicity after insertion of a 28S ribosomal RNA sequence into the haemagglutinin gene of an influenza virus. *Nature*. 1989, 340, pp. 156-157.
14. Orlich M., Gottwald H., Rott R. Nonhomologous recombination between the hemagglutinin gene and the nucleoprotein gene of an influenza virus. *Virology*. 1994, 204, pp. 462-465.
15. Chare E.R., Gould E.A., Holmes E.C. Phylogenetic analysis reveals a low rate of homologous recombination in negative-sense RNA viruses. *Journal of General Virology*. 2003, pp. 2691-2703.
16. He C.Q., Xie Z.X., Han G.Z., et al. Homologous recombination as an evolutionary force in the avian influenza A virus. *Molecular Biology and Evolution*. 2009, 26, pp. 177-187.
17. Mc Hardy A.C., Adams B. The role of genomics in tracking the evolution of influenza A virus. *PLoS Pathogens*. 2009, 5(10). Available at: <http://journals.plos.org/plospathogens/article?id=10.1371/journal.ppat.1000566>. (accessed 10.12.2015)
18. Morens D.M., Taubenberger J.K., Fauci A.S. The persistent legacy of the 1918 influenza virus. *New England Journal of Medicine*. 2009, 361, pp. 225-229.
19. Ludwig S., Stitz L., Planz O., et al. European swine virus as a possible source for the next influenza pandemic. *Virology*. 1995, 212, pp. 555-561.
20. Taubenberger J.K., Morens D.M. Pandemic influenza – including a risk assessment of H5N1. *Scientific and Technical Review*. 2009, 28(1), pp. 187-202.
21. Lindstrom S.E., Cox N.J., Klimov A. Genetic analysis of human H2N2 and early H3N2 influenza viruses, 1957-1972: evidence for genetic divergence and multiple reassortment events. *Virology*. 2004, 328, pp. 101-119.
22. Reid A.H., Taubenberger J.K. The origin of the 1918 pandemic influenza virus: a continuing enigma. *Journal of General Virology*. 2003, 84, pp. 2285-2292.
23. Smith G.J., Bahl J., Vijaykrishna D., et al. Dating the emergence of pandemic influenza viruses. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*. 2009, 106, pp. 11709-11712.
24. Perez-Padilla R., de la Rosa-Zamboni D., Ponce de Leon S., et al. Pneumonia and respiratory failure from swine-origin influenza A (H1N1) in Mexico. *New England Journal of Medicine*. 2009, 361, pp. 680-689.
25. Garten R.J., Davis C.T., Russell C.A., et al. Antigenic and Genetic Characteristics of the Early Isolates of Swine-Origin 2009 A(H1N1) Influenza Viruses Circulating in Humans. *Science*. 2009, 325(5937), pp. 197-201.
26. Alexander D.J. An overview of the epidemiology of avian influenza. *Vaccine*. 2007, 25, pp. 5637-5644.
27. Webster R.G., Peiris M., Chen H., Guan Y. H5N1 outbreaks and enzootic influenza. *Emerging Infectious Diseases*. 2006, 12, pp. 3-8.
28. Treanor J. Influenza vaccine – outmaneuvering antigenic shift and drift. *The New England Journal of Medicine*. 2004, 350(3), pp. 218-220.
29. Boni M.F. Vaccination and antigenic drift in influenza. *Vaccine*. 2008, 26, pp. 8-14.
30. Chen R., Holmes E.C. Avian influenza virus exhibits rapid evolutionary dynamics. *Molecular biology and evolution*. 2006, 23, pp. 2336-2341.
31. Shih A.C., Hsiao T.C., Ho M.S., Li W.H. Simultaneous amino acid substitutions at antigenic sites drive influenza A hemagglutinin evolution // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2007, 104(15), pp. 6283-6288.



32. Smith D.J., Lapedes A.S., de Jong J.C., et al. Mapping the antigenic and genetic evolution of influenza virus. *Science*. 2004, 305, pp. 371-376.
33. Bush R.M., Fitch W.M., Bender C.A., Cox N.J. Positive selection on the H3 hemagglutinin gene of human influenza virus A. *Molecular Biology and Evolution*. 1999, 16, pp. 1457-1465.
34. Gorman O.T. Evolutionary processes in influenza viruses: divergence, rapid evolution, and stasis. *Current Topics in Microbiology and Immunology*. 1992, 176, pp. 75-97.
35. Ghendon Y. Introduction to pandemic influenza through history. *European Journal of Epidemiology*. 1994, 10, pp. 451-453.
36. de Jong J.C. Antigenic drift in swine influenza H3 haemagglutinins with implications for vaccination policy. *Vaccine*. 1999, 17, pp. 1321-1328.
37. Manuguerra J.C. Evidence for evolutionary stasis and genetic drift by genetic analysis of two equine influenza H3 viruses isolated in France. *Veterinary Microbiology*. 2000, 74, pp. 59-70.
38. Hay A.J. The evolution of human influenza viruses. *Philosophical transactions of the Royal Society of London*. 2001, 356, pp. 1861-1870.
39. Carrat F. Influenza vaccine: the challenge of antigenic drift. *Vaccine*. 2007, 25, pp. 6852-6862.
40. WHO recommendations on the composition of influenza virus vaccines. Available at: <http://www.who.int/influenza/vaccines/virus/recommendations/en/>. (accessed 10.12.2015)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Иван А. Соболев* – младший научный сотрудник, лаборатория экспериментального моделирования и патогенеза инфекционных заболеваний, Научно-исследовательский институт экспериментальной и клинической медицины, ул. Тимакова, 2, Новосибирск, 630117 Россия. E-mail: sobolev_i@hotmail.com

Ольга Г. Курская – кандидат биологических наук, научный сотрудник, лаборатория экспериментального моделирования и патогенеза инфекционных заболеваний, Научно-исследовательский институт экспериментальной и клинической медицины, Новосибирск, Россия.

Кирилл А. Шаршов – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, лаборатория экспериментального моделирования и патогенеза инфекционных заболеваний, Научно-исследовательский институт экспериментальной и клинической медицины, Новосибирск, Россия.

Елена А. Прокопьева – младший научный сотрудник, лаборатория экспериментального моделирования и патогенеза инфекционных заболеваний, Научно-исследовательский институт экспериментальной и клинической медицины, Новосибирск, Россия.

Александр Ю. Алексеев – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, лаборатория экспериментального моделирования и патогенеза инфекционных заболеваний, Научно-исследовательский институт экспериментальной и клинической медицины, Новосибирск, Россия.

Алимурад А. Гаджиев – кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии, Институт экологии и устойчивого развития Дагестанского государственного университета, Махачкала, Россия.

Александр М. Шестопалов – доктор биологических наук, профессор, заведующий лабораторией экспериментального моделирования и патогенеза инфекционных заболеваний, Научно-исследовательский институт экспериментальной и клинической медицины, Новосибирск, Россия.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Affiliations

Ivan A. Sobolev* – Junior Researcher of the Laboratory of experimental modeling and pathogenesis of infectious diseases, Research Institute of Experimental and Clinical Medicine, Timakova str, 2, Novosibirsk, 630117 Russia. E-mail: sobolev_i@hotmail.com

Olga G. Kurskaya – PhD, Researcher of the Laboratory of experimental modeling and pathogenesis of infectious diseases, Research Institute of Experimental and Clinical Medicine, Novosibirsk, Russia.

Kirill A. Sharshov – PhD, Senior Researcher of the Laboratory of experimental modeling and pathogenesis of infectious diseases, Research Institute of Experimental and Clinical Medicine, Novosibirsk, Russia.

Elena A. Prokopyeva – Junior Researcher of the Laboratory of experimental modeling and pathogenesis of infectious diseases, Research Institute of Experimental and Clinical Medicine, Novosibirsk, Russia.

Alexander Y. Alekseev – PhD, Senior Researcher of the Laboratory of experimental modeling and pathogenesis of infectious diseases, Research Institute of Experimental and Clinical Medicine, Novosibirsk, Russia.

Alimurad A. Gadzhiev - PhD, Assistant professor, Institute of Ecology and Sustainable Development, Dagestan State University, Makhachkala, Russia.

Alexander M. Shestopalov – Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Laboratory of experimental modeling and pathogenesis of infectious diseases, Research Institute of Experimental and Clinical Medicine, Novosibirsk, Russia.



Критерии авторства

Иван А. Соболев осуществил систематизацию и общий анализ данных. Ольга Г. Курская, Елена А. Прокопьева, Кирилл А. Шаршов и Александр Ю. Алексеев принимали участие в поиске и подборе литературных источников о пандемических вариантах вируса гриппа и высокопатогенном вирусе гриппа птиц. Алимурад А. Гаджиев принимал участие в подготовке рукописи к публикации и анализе данных. Александр М. Шестопалов инициировал работу, осуществлял общее руководство и принимал участие в анализе данных. Иван А. Соболев написал рукопись, корректировал ее до подачи в редакцию и несет ответственность за плагиат.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 11.12.2015

Contribution

Ivan A. Sobolev carried out the systematization and analysis of the overall data. Olga G. Kurskaya, Elena A. Prokopyeva, Kirill A. Sharshov and Alexander Y. Alekseev participated in the search and selection of data about pandemic influenza and highly pathogenic avian influenza. Alimurad A. Gadzhiev participated in the preparation of the manuscript for publication and data analysis. Alexander M. Shestopalov initiated this work, provided overall guidance and control of the project and participated in data analysis. Ivan A. Sobolev wrote the manuscript, corrected it prior to submission to the Editor and is responsible for avoiding plagiarism.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Received 11.12.2015



Медицинская экология / Medical ecology
Оригинальная статья / Original article
УДК 621.926.47+668.411+674.032.14+678.029
DOI: 10.18470/1992-1098-2016-1-178-192

ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЕ АНТИГЕЛЬМИНТНЫЕ ПРЕПАРАТЫ В РЯДУ БЕНЗИМИДАЗОЛОВ: СИНТЕЗ, СВОЙСТВА, ПРИМЕНЕНИЕ

¹Салават С. Халиков*, ²Иван А. Архипов, ²Анастасия И. Варламова,
³Марат С. Халиков, ⁴Юлия С. Чистяченко, ⁴Александр В. Душкин

¹лаборатория физиологически активных фторорганических соединений,
Институт элементоорганических соединений имени А.Н. Несмеянова РАН,
Москва, Россия, salavatkhalikov@mail.ru

²лаборатория фармакологии, токсикологии и терапии,
Всероссийский НИИ фундаментальной и прикладной паразитологии
животных и растений имени К.И. Скрябина РАН, Москва, Россия

³лаборатория гербологии, Всероссийский научно-исследовательский институт
фитопатологии, Большие Вяземы, Московская обл., Россия

⁴научная группа по механохимии лекарственных веществ, Институт химии
твёрдого тела и механохимии Сибирского отделения РАН, Новосибирск, Россия

Резюме. Цель. Изучить процессы механохимической модификации физико-химических и антигельминтных свойств бензимидазольных препаратов с целью изменения их водорастворимости и увеличения их эффективности. **Методы.** Используется технология твердофазной механической обработки субстанций с полисахаридами для получения супрамолекулярных комплексов, которые охарактеризованы комплексом физико-химических методов (ИК-спектроскопия, ДТА, РФА, растворимости и пр.) и исследованы на антигельминтное действие на лабораторных моделях и в опытах на овцах. **Результаты.** Препараты оказывали высокую эффективность на лабораторных моделях гельминтов и в опытах на овцах, спонтанно инвазированных нематодами желудочно-кишечного тракта при снижении дозировки субстанции в несколько раз. **Заключение.** Путем твердофазной механохимической обработки субстанций некоторых бензимидазольных антигельминтных препаратов с полисахаридами показана возможность получения экологически безопасных препаратов с улучшенной растворимостью, биодоступностью и увеличением биологической активности против нематод.

Ключевые слова: экологически безопасные антигельминтики, механохимия, полисахариды, супрамолекулярные комплексы, растворимость, эффективность, гельминты.

Формат цитирования: Халиков С.С., Архипов И.А., Варламова А.И., Халиков М.С., Чистяченко Ю.С., Душкин А.В. Экологически безопасные антигельминтные препараты в ряду бензимидазолов: синтез, свойства, применение // Юг России: экология, развитие. 2016. Т.11, N1. С.178-192. DOI: 10.18470/1992-1098-2016-1-178-192

ECOLOGICALLY SAFE BENZIMIDAZOLE-BASED ANTHELMINTIC DRUGS: SYNTHESIS, PROPERTIES, MEDICATION

¹Salavat S. Khalikov*, ²Ivan A. Arkhipov, ²Anastasia I. Varlamova,
³Marat S. Khalikov, ⁴Yulia S. Chistyachenko, ⁴Alexander V. Dushkin

¹Laboratory of physiologically active organofluorine compounds of A.N. Nesmeyanov Institute of Organoelement
Compounds of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia, salavatkhalikov@mail.ru

²Laboratory of Pharmacology, Toxicology and treatment, K.I. Scriabin All-Russian Research
Institute of Fundamental and Applied Parasitology of Animal and Plant, RAS, Moscow, Russia

³Department of herbology, All-Russian Research Institute of Phytopathology,
Big Vyazemy, Moscow region, Russia

⁴Research Group on mechano-chemistry of drugs, Institute of Solid State Chemistry and Mechanochemistry,
Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia

Abstract. The aim is to study the process of mechanochemical modification of the physico-chemical and anthelmintic benzimidazole properties of drugs to change their water solubility and increase their efficiency. **Methods.** We



have used the technology of solid phase mechanical processing of substances with polysaccharides to obtain the supramolecular complexes, which are characterized by a complex of physico-chemical methods (IR spectroscopy, DTA, XRF, solubility, etc.) as well as tested for anthelmintic effect in laboratory models and experiments on sheep. **Results.** The drug has a high efficiency in laboratory models of helminthes and in experiments on sheep infested spontaneously with nematodes of gastrointestinal tract lowering the dosages of substance. **Conclusion.** Solid phase mechanochemical processing of certain substances of benzimidazole anthelmintic drugs with polysaccharides shows the possibility of obtaining environmentally friendly products with improved solubility, bioavailability and increased biological activity against nematodes.

Keywords: eco-friendly anthelmintics, mechanochemistry, polysaccharide, supramolecular complexes, solubility, efficiency, helminths.

For citation: Khalikov S.S., Arkhipov I.A., Varlamova A.I., Khalikov M.S., Chistyachenko Yu.S., Dushkin A.V. Ecologically safe benzimidazole-based anthelmintic drugs: synthesis, properties, medication. *South of Russia: ecology, development*. 2016, vol. 11, no. 1, pp. 178-192. (in Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2016-1-178-192

ВВЕДЕНИЕ

За последние десятилетия произошло серьёзное обострение экологического кризиса [1]. Интенсификация сельского хозяйства, технический прогресс в промышленности, на транспорте привели к образованию диспропорций в окружающей среде, к деформации установившихся равновесий экосистем, к ухудшению экологической ситуации во всех сферах деятельности человека. Химизация сельскохозяйственного производства также приводит к загрязнению почвы, водоемов, воздуха, пищевых продуктов. В некоторых регионах и городах планеты создавалась напряженная экологическая ситуация [2].

Массовое применение антигельминтиков может также привести к загрязнению окружающей среды, а длительное их применение приводит к развитию штаммов паразитов, резистентных к действию препаратов. Для предотвращения этих явлений представлена информация по методам снижения экологического риска при применении антигельминтиков и способам предотвращения побочного действия и развития резистентности к их действию [3].

Гельминтозы относятся к особо опасным паразитарным болезням человека, животных и растений, вызываемых паразитическими червями-гельминтами [4]. По данным ВОЗ, каждый год приблизительно каждый человек на планете заражается одним из трёх основных видов гельминтов, что приводит к энтеробиозу (1,2 млрд чел.), анкилостомозу (900 млн.) и трихоцефалезу (до 700 млн.). Гельминтозы распространены от арктических широт до экватора. По числу больных заражение кишечными гельминтами

занимает третье место в мире, а общее число заболеваний и смертей от кишечных гельминтозов выше, чем от бактериальных, вирусных инфекций и других паразитарных болезней, вместе взятых. Пораженность населения России кишечными гельминтозами составляет в среднем около 2%, в южных районах страны она достигает 7—10%.

Известные методы лечения гельминтозов животных базируются на применении бензимидазольных антигельминтных препаратов, многие из которых, ввиду их плохой растворимости, часто не обеспечивают необходимую эффективность и для его достижения приходится использовать их повышенные дозировки [5].

Перспективным инновационным направлением в решении вопросов растворимости является создание эффективных препаратов на основе субстанций известных антигельминтиков путем получения супрамолекулярных комплексов этих субстанций с водорастворимыми полимерами, в частности, полисахаридами [6,7]. Улучшение фармакологических свойств инновационных препаратов достигается за счет их направленного транспорта (адресной доставки препаратов /Drug Delivery System (DDS)/) в заданную область, органы или клетки. В последние годы удельный вес таких разработок становится доминирующим [8].

Принципиальная возможность разработки средств DDS была нами показана на примере механохимической модификации субстанции контактного антигельминтика медамина с помощью яблочного пектина [9]. При этом было показано, что, изменяя растворимость субстанции медамина (8 мг/л) до



45 мг/л (комплекс медамин: пектин=1:9, условно названный нами «медапек»), можно добиться не только сохранения высокой активности против нематод, но и выявить новое свойство, не свойственное исходному медамину, а именно, медапек проявил высокую эффективность и хорошую переносимость на модели личинок эхинококкоза белых крыс, которая ближе всего отвечает соответствующей патологии человека. В связи с вышеизложенным, следует рассматривать

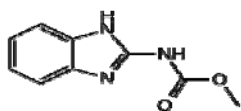
весьма актуальными исследования по модификации субстанции в ряду производных бензимидазолов- субстанций известных антигельминтиков (альбендазол, фенбендазол и др.).

Целью работы является поиск новых инновационных препаратов в ряду бензимидазольных антигельминтиков путем механохимической модификации их субстанций с водорастворимыми полимерами.

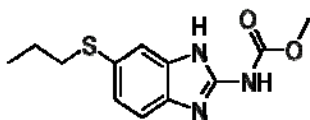
МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Продолжая наши исследования [6, 7], был расширен спектр бензимидазольных препаратов от карбендазима/carbendazime (БМК/ВМК) и альбендазола/albendazole (АБЗ/АВЗ) до фенбендазола/fenbendazole (ФБЗ/ФВЗ). А в качестве полимеров были также использованы медицинский полимер ПВП и полисахариды – арабиногалактан/arabinogalactane (АГ/АГ), гидроксипропилкрахмал/hydroxyethylstarch (ГЭК/НЕС).

Карбендазим /Carbendazime (БМК/ВМК)- метил-(1Н-бензимидазол-2-ил)-карбамат. Субстанция серии 230106 производство Changzhou Jialing Medicine Industry Co.Ltd (КНР). Брутто формула $C_9H_9N_3O_2$. Структурная формула:



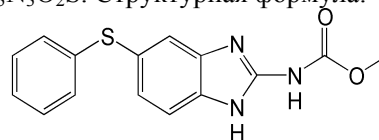
Альбендазол/Albendazole (АБЗ/АВЗ)- метил [5-(Пропилтио)-1Н-бензимидазол-2-ил]-карбамат. Субстанция серии 140823 производство Changzhou Jialing Medicine Industry Co.Ltd (КНР). Брутто формула $C_{12}H_{15}N_3O_2S$. Структурная формула:



ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Твердые дисперсии супрамолекулярных комплексов бензимидазолов с полимерами оценивали путем измерения их дисперсности на лазерном анализаторе

Фенбендазол/Fenbendazole (ФБЗ/ФВЗ)- метил [6-(фенилтио)-1Н-бензимидазол-2-ил]карбамат, Субстанция серии 60111706 производство Renzin Chemicals Ltd. (КНР). Брутто формула $C_{15}H_{13}N_3O_2S$. Структурная формула:



К ранее описанным [6] полисахаридам - арабиногалактан (АГ) / ТУ 9363-021-39094141-08, серия 02042013/ и гидроксипропилкрахмал (ГЭК) /марки 200/05 фармацевтической чистоты/ - был добавлен поливинилпирролидон/polyvinylpyrrolidone (ПВП/РВР) (ФСП 42-0345-4368-03) с молекулярной массой $M_w \approx 12$ кДа. Процесс механохимического комплексообразования проводили при совместной обработке компонентов в измельчителях-активаторах ударно-истирающего типа с регулируемой энергонапряженностью [7]. Полученные при этом супрамолекулярные комплексы исследовали путем анализа их дисперсности, водорастворимости, ИК-спектральных и термических характеристик, а также биологических исследований на лабораторных моделях и в опытах на овцах.

размеров частиц “SALD-7101” компании “Shimadzu”. Результаты анализа представлены в таблице 1.



Таблица 1

Дисперсность карбендазима (БМК), альбендазола (АБЗ) и их комплексов с полимерами

Table 1

Dispersity of carbendazim (BMC), albendazole (ABZ) and their complexes with polymers

Название образца / Объем нанодисперсии The name of the sample / Volume fraction of nano	Фракционный состав в процентах (до мкм) Fractional composition in percentage (up to microns)			
	25%	50%	75%	100%
Карбендазим (БМК) – исходная субстанция Carbendazim (BMC) - the original substance	5,2	8,6	14,6	50,0
Комплекс БМК:ПВП / 1,9%* Complex BMC: PVP / 1.9% *	0,65	1,6	3,0	19,0
Комплекс БМК:ГЭК=1:10 / 6,4* Complex BMC: HES = 1: 10 / 6.4 *	0,68	1,7	3,3	16,0
Комплекс БМК:АГ=1:10 / 20,1* Complex BMC: AG = 1: 10 / 20,1 *	0,20	1,0	1,7	5,5
Альбендазол (АЛБ) - исходная субстанция Albendazole (ALB) - the original substance	4,5	7,6	13,2	45,0
Комплекс АЛБ:ПВП / 2,1%* Complex ALB: PVP / 2.1%*	1,13	2,7	5,6	23,0
Комплекс АЛБ:ГЭК=1:10 / 1,5%* Complex ALB: HES = 1: 10 / 1.5% *	0,98	2,3	4,6	18,0
Комплекс АЛБ:АГ=1:10 / 1,9%* Complex ALB: AG = 1: 10 / 1.9% *	0,56	1,3	2,6	8,0

Из данных таблицы видно, что при совместной механохимической обработке субстанций карбендазима и альбендазола с полимерами образуются твердые дисперсии с наноразмерными частицами.

Анализ растворимости полученных супрамолекулярных комплексов, представленный в таблице 2, показал, что механохимические процессы позволяют увеличить растворимость карбендазима и альбендазола в десятки раз.

Таблица 2

Водорастворимость карбендазима (БМК), альбендазола (АБЗ) и их комплексов с полимерами

Table 2

The water solubility of carbendazim (BMC), albendazole (ABZ) and their complexes with polymers

Название образца The name of the sample	Способ обработки A method of processing	Концентрация субстанции, г/л Concentration of substance, g/L	Увеличение растворимости Increased solubility
Альбендазол (АЛБ) - исходная субстанция Albendazole (ALB) - the original substance	без обработки without treatment	0,003	-
Комплекс АЛБ:ПВП / 2,1%* Complex ALB: PVP / 2.1%*	Шар.мельница Ball mill LE-101	0,0117	3,9
Комплекс АЛБ:ГЭК=1:10 / 1,5%* Complex ALB: HES = 1: 10 / 1.5%*	-"-	0,094	31,3



Комплекс АЛБ:АГ=1:10 / 1,9%* Complex ALB: AG = 1: 10 / 1.9% *	-''-	0,174	58,0
Карбендазим (БМК) – исходная субстанция Carbendazim (BMC) - the original substance	без обработки without treatment	0,008	-
Комплекс БМК:ПВП / 1,9%* Complex BMC: PVP / 1.9% *	Шар.мельница Ball mill LE-101	0,010	1,3
Комплекс БМК:ГЭК=1:10 / 6,4* Complex BMC: HES = 1: 10 / 6.4*	-''-	0,015	1,9
Комплекс БМК:АГ=1:10 / 20,1* Complex BMC: AG = 1: 10 / 20.1*	-''-	0,172	21,5

ИК-спектральные исследования подтвердили, что в условиях механохимической обработки в мельницах деструкции исходных субстанций не происходит. На примере карбендазима (БМК) и арабиногалактана

(АГ) показано, что характеристичные сигналы БМК уширяются за счет равномерного распределения измельченных субстанций в порах полимеров (рис.1 и 2).

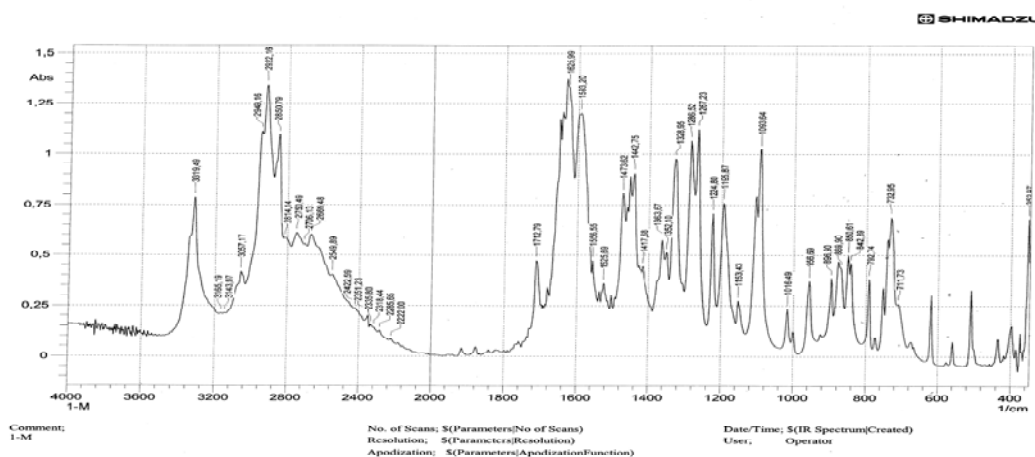


Рис.1. ИК-спектр карбендазима /БМК/ (образец без механообработки)
Fig.1. IR spectrum of carbendazim / BMC / (without machining)

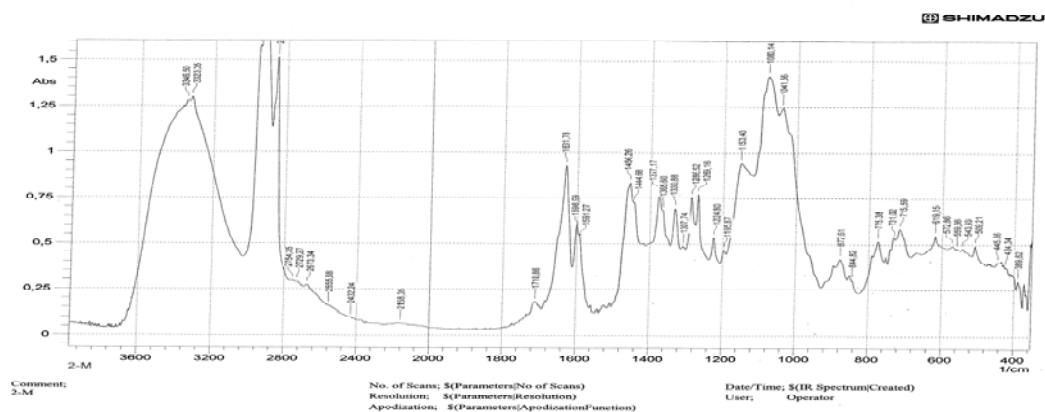


Рис.2. ИК-спектр комплекса БМК-АГ (1:10), полученного на мельнице LE-101 за 2ч.
Fig.2. IR spectrum of BMC-AG complex (1:10), obtained by the mill LE-101 for 2h



Данные термического и рентгенофазового анализа альбендазола и его комплекса с арабиногалактаном (рис.3 и рис.4) подтвердили образование комплексов в твердой дисперсии. Так, на рис.3 показано, что исходный альбендазол содержит до 15 мас.%

кристаллизационной воды и первый этап потери массы происходит при 180-250°C. Тогда как в комплексе АБЗ-АГ (1:10) разложение АБЗ происходит одновременно с АГ и низкотемпературный этап, характерный для АБЗ сохраняется.

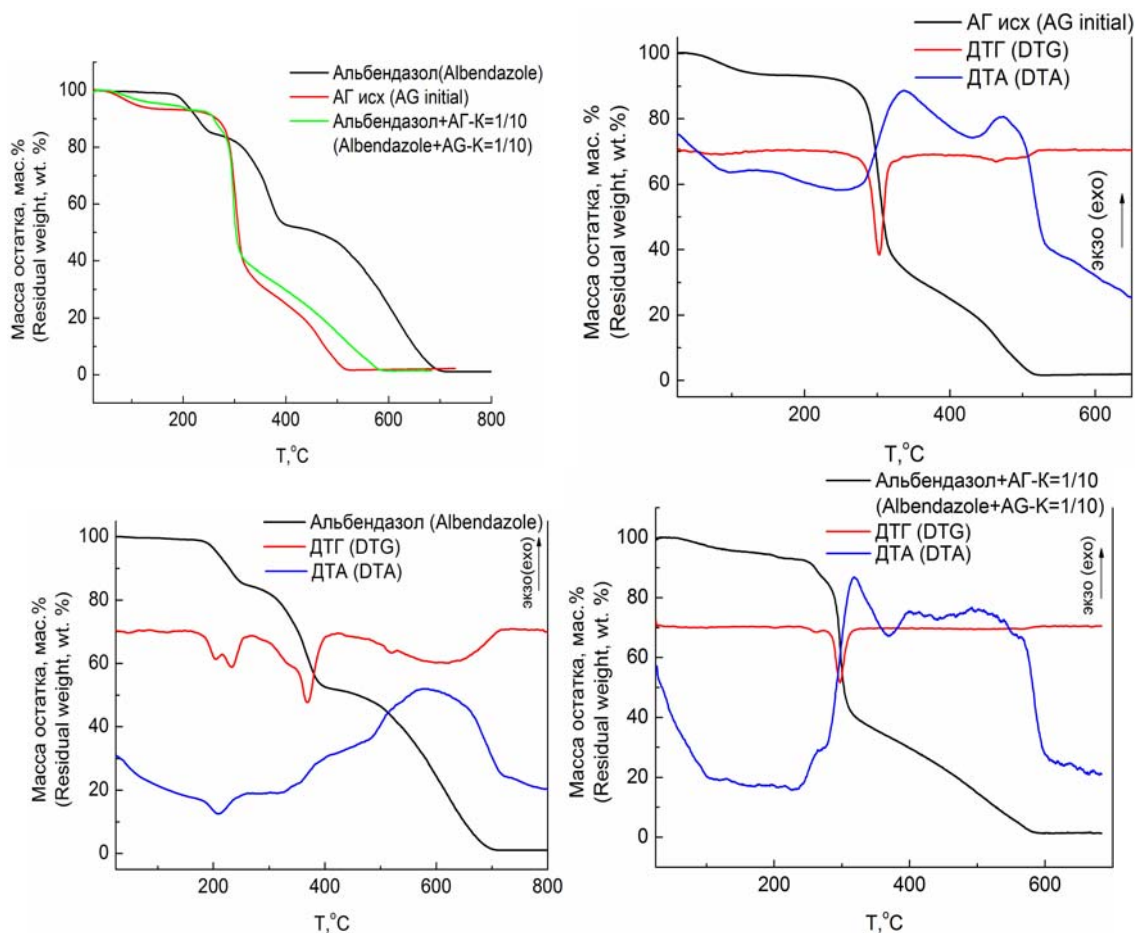
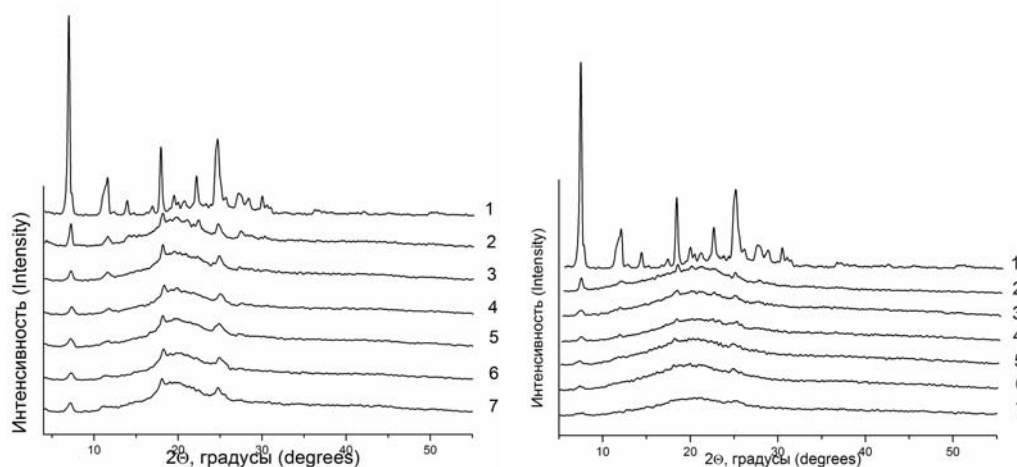


Рис.3. Данные термического анализа образцов альбендазола (АБЗ), арабиногалактана (АГ) и супрамолекулярного комплекса АБЗ/АГ (1/10), полученного в мельнице LE-101 за 8 часов

Fig.3. The data on thermal analysis of samples of albendazole (ABZ), arabinogalactan (AG) and supramolecular complex ABZ / AG (1/10) obtained by the mill LE-101 for 8h

По данным рентгенофазового анализа (рис.4) видно, что по мере совместной механической обработки рефлексы кристалличности альбендазола исчезают, что говорит о потере

кристалличности и равномерном распределении тонких дисперсий АБЗ (на молекулярном уровне) в порах полимера (АГ или ГЭК).



Рентгенограммы: 1 – альбендазол,
2 – альбендазол/АГ 1/5 физсмесь,
3 - альбендазол/АГ 1/5 ВМ 2ч,
4 - альбендазол/АГ 1/5 ВМ 4ч,
5 - альбендазол/АГ 1/5 ВМ 8ч,
6 - альбендазол/АГ 1/5 ВМ 16ч,
7 - альбендазол/АГ 1/5 ВМ 24ч

X-ray diffraction patterns: 1 – albendazole,
2 – albendazole /AG 1/5- mixture without
treatment,
3 - albendazole /AG 1/5 – mechanical
activation at Ball Mill (m/a BM) -2 h,
4 - albendazole /AG 1/5 -m/a BM 4h,
5 - albendazole /AG 1/5 -m/a BM 8h,
6 - albendazole /AG 1/5 -m/a BM 16h,
7 - albendazole /AG 1/5 -m/a BM 24h

Рентгенограммы: 1 – альбендазол,
2 – альбендазол/ГЭК 1/10 физсмесь,
3 - альбендазол/ГЭК 1/10 ВМ 2ч,
4 - альбендазол/ГЭК 1/10 ВМ 4ч,
5 - альбендазол/ГЭК 1/10 ВМ 8ч,
6 - альбендазол/ГЭК 1/10 ВМ 16ч,
7 - альбендазол/ГЭК 1/10 ВМ 24ч

X-ray diffraction patterns: 1 – albendazole,
2 – albendazole /HES 1/5- mixture without
treatment,
3 - albendazole /HES 1/5 – mechanical
activation at Ball Mill (m/a BM) -2 h,
4 - albendazole /HES 1/5 -m/a BM 4h,
5 - albendazole /HES 1/5 -m/a BM 8h,
6 - albendazole /HES 1/5 -m/a BM 16h,
7 - albendazole /HES 1/5 -m/a BM 24h

Рис.4. Свойства твердых дисперсий альбендазола с АГ и ГЭК
Fig.4. Properties of solid dispersions of albendazole with AG and HES

Таким образом, данные физико-химических исследований подтвердили образование супрамолекулярных комплексов типа «гость-хозяин» за счет водородных сил между функциональными группами лекарственного вещества (ЛВ) /БМК, АБЗ/ и полимеров, вандерваальсовых взаимодействий, сил гидрофобного взаимодействия, сил адгезии и пр.

На основе данных физико-химических исследований синтезированных комплексов, были выделены перспективные с точки зрения увеличения водорастворимости, как параметра ответственного за увеличение биодоступности, а также антигельминтной активности. Отобранные по этим критериям препараты были подвергнуты скринингу на лабораторных моделях.

Испытание на модели *Trichinella spiralis*. Изучение нематодоцидной активности супрамолекулярных комплексов альбендазола с полимерами проводили на лабораторной модели трихинеллеза на белых мышах, экспериментально инвазированных *T. spiralis*, в возрасте 1,5-2 месяцев в дозе 250 личинок на животное [10,11]. Животных заражали через рот введением суспензии с личинками с помощью шприца с канюлей. На 3-и сутки после заражения мышам подопытных групп (по 5 голов в каждой) вводили перорально однократно композиции альбендазола с полимерами (табл. 3). Мыши четвертой группы получали базовый препарат – альбендазол. Все препараты применяли в дозе 10 мг/кг. Животные контрольной



группы получали дистиллированную воду в соответствующих объемах.

Животных убивали декапитацией на 2-е сутки после введения препаратов. Нематодоцидную активность испытуемых препаратов учитывали по результатам гельминтологического вскрытия кишечника, взятия соскобов слизистой оболочки, переварива-

ния в растворе искусственного желудочного сока и подсчета под бинокулярной лупой. Учитывали обнаруженное при этом количество трихинелл. Учет эффективности препаратов проводили по типу «контрольный тест» с расчетом среднего количества обнаруженных нематод и интенсивности. Результаты представлены в таблице 3.

Таблица 3

Нематодоцидная эффективность межмолекулярных комплексов альбендазола с полимерами при трихинеллезе белых мышей в дозе 10 мг/кг (по препарату)

Table 3

Nematoid efficiency of albendazole intermolecular complexes with polymers at trichinosis of white mice at a dose of 10 mg/kg

Группа животных Animal group	Межмолекулярный комплекс, его состав, содержание ЛВ Intermolecular complex, its composition, the content of drug	Количество животных Number of animals	Обнаружено трихинелл при вскрытии, экз./гол. Trichinella found at autopsy, st. / ind.	Интенсивность, % Intens, %
Подопытная Experimental	Альбендазол/ПВП Albendazole/PVP (1/10), 9 %	5	0	100
Подопытная Experimental	Альбендазол/АГ Albendazole/AG (1/10), 9 %	5	0	100
Подопытная Experimental	Альбендазол/ГЭК Albendazole/HES (1/10), 9 %	5	6,3±0,9	97,47
Подопытная Experimental	Альбендазол (базовый) Albendazole (basic)	5	66,6±6,2	73,12
Контрольная Control	—	5	248,4±6,3	—

Из данных таблицы 3 видно, что комплексы альбендазола с АГ и ПВП обладали 100%-ной активностью, а межмолекулярный комплекс альбендазол : ГЭК = 1 : 10 оказал нематодоцидный эффект, равный 97,47 %. Эффективность базового препарата оказалась значительно ниже, о чем указывает обнаружение в кишечнике у мышей в среднем по 66,6±6,2 экз. трихинелл.

У животных контрольной группы обнаруживали в среднем по 248,4±6,3 трихинелл.

Таким образом, межмолекулярные комплексы альбендазола с АГ и ПВП в дозе 10 мг/кг (в пересчете на альбендазол 0,9

мг/кг) оказали 100%-ю эффективность при экспериментальном трихинеллезе мышей.

Изучение антигельминтной активности на модели *Hymenolepis papae*. Испытание на цестодоцидную активность композиций альбендазола с полисахаридами в сравнении с альбендазолом в равных дозах по 10 мг/кг проводили на белых мышах, экспериментально инвазированных *H. papae* [10,11]. Мышей заражали перорально с помощью шприца, снабженного специальной канюлей, из расчета 200 инвазионных яиц на животное. Для этого собранных от предшествующего заражения цестод *H. papae* растирали пестиком в ступке или разрушали в небольшом объеме водопроводной воды



посредством неоднократного насаживания в шприц с насаженной на него иглой-канюлей для перорального заражения. На 13-е сутки после заражения в желудок мышей разных групп вводили тестируемые препараты однократно в дозе 10 мг/кг в 1% крахмальном геле. Животным контрольной группы вводили крахмальный гель в соответствующих объемах. На 4-е сутки после введения препаратов мышей убивали декапитацией. Активность препаратов учитывали по резуль-

татам гельминтологического вскрытия кишечника. Извлеченных при вскрытии цестод подсчитывали. Учет эффективности препаратов проводили по типу «контрольный тест» с расчетом среднего количества обнаруженных цестод и интенсивности. Полученные результаты обработали статистически с использованием компьютерной программы Microsoft Excel, и они представлены в таблице 4.

Таблица 4

Цестодоцидная эффективность межмолекулярных комплексов альбендазола с полимерами при гименолепидозе белых мышей в дозе 10 мг/кг (по препарату)

Table 4

Cestodocidal efficiency intermolecular complexes with polymers albendazole at gimenolepidoze albino mice at the dose of 10 mg / kg (in preparation)

Группа животных Animal group	Межмолекулярный комплекс, его состав, содержание ЛВ Intermolecular complex, its composition, the content of drug	Количество животных Number of animals	Обнаружено гименолеписов, экз./гол Hymenolepiasis found, st. / ind	Интенсивность, % Intens, %
Подопытная Experimental	Альбендазол/ПВП Albendazole/ PVP (1/10), 9 %	5	2,5±0,4	90,64
Подопытная Experimental	Альбендазол/АГ Albendazole/ AG (1/10), 9 %	5	0	100
Подопытная Experimental	Альбендазол/ГЭК Albendazole/ HES (1/10), 9 %	5	20,4±2,6	23,60
Подопытная Experimental	Альбендазол (базовый) Albendazole (basic)	5	24,2±2,7	10,12
Контрольная Control	—	5	26,7±3,0	—

100%-ю эффективность при гименолепидозе мышей проявил супрамолекулярный комплекс альбендазол : АГ = 1 : 10. Препарат активен как против имагинальных, так и неполовозрелых цестод. При вскрытии кишечника мышей, получавших этот препарат, цестод не обнаруживали. После введения комплекса альбендазол : ПВП = 1 : 10 в кишечнике животных находили нежизнеспособных гименолеписов и единичные экземпляры подвижных цестод (90,64%-я эффективность). Комплекс альбендазол : ГЭК = 1 : 10 оказался недостаточно эффективным против изученных гельминтов. Активность его против цестод была равной 23,6 %. Базо-

вый препарат – альбендазол в испытанной дозе не проявил активности против *H. nana*. В кишечнике животных контрольной группы обнаруживали в среднем по 26,7±3,0 экз./гол. *H. nana*, из них 35 % составили неполовозрелые цестоды.

Изучение антигельминтной активности заявляемых межмолекулярных комплексов на модели *Fasciola hepatica*. Испытание на трематодоцидную активность (экспериментальный фасциоз белых крыс /доза заражения 20 адолескариев *Fasciola hepatica* на животное/) супрамолекулярных комплексов альбендазола с полимерами проводили в дозах по 10 мг/кг (по препарату). Результаты испытаний показали 95,2%-



ю эффективность комплексов альбендазол:АГ=1:10 и альбендазол:ПВП=1:10, тогда как эффективность базового альбендазола

составила 45,5 % (в дозе 10 мг/кг), т.е. в 2 раза ниже эффективности заявляемых нами препаратов (табл. 5).

Таблица 5

Эффективность супрамолекулярных комплексов альбендазола с полимерами при фасциолезе белых крыс в дозе 10 мг/кг /по препарату/- (лабораторная модель)

Table 5

Effectiveness of the albendazole supramolecular complexes with the polymers at fascioliasis of white rats at a dose of 10 mg/kg (laboratory model)

Группа животных Animal group	Межмолекулярный комплекс, его состав, содержание ЛВ Intermolecular complex, its composition, the content of drug	Количество животных Number of animals	Обнаружено фасциол при вскрытии, экз./гол Fasciolae found at autopsy, st. / ind.	Интенсивность, % Intens, %
Подопытная Experimental	Альбендазол/АГ Albendazole/ AG (1/10), 9 %	6	0,16	95,2
Подопытная Experimental	Альбендазол/ГЭК Albendazole/ HES (1/10), 9 %	6	0,16	95,2
Подопытная Experimental	Альбендазол (базовый) Albendazole (basic)	6	1,8±0,4	45,5
Контрольная Control	—	6	3,3±0,6	—

Данные лабораторных тестов (табл. №3-5) показали, что супрамолекулярный комплекс альбендазол:АГ=1:10 показал 100%-ную эффективность как против нематод *T. spiralis* и цестод *H. nana*, так и фасциол *F. Hepatica*, что подтверждает широкий спектр его антигельминтного действия.

Выявленная высокая эффективность на лабораторных моделях комплексов альбендазола с полисахаридами была подтверждена испытаниями в производственных опытах. Испытание разработанных нами межмолекулярных комплексов албендазола проводили в экспериментальном хозяйстве «Курилово» Подольского района Московской области на 45 помесных овцах разного возраста, спонтанно инвазированных нематодами и другими видами желудочно-кишечных стронгилят. Спонтанно инвазированных овец подбирали в опыт по результатам предварительных копроовоскопических исследований методом флотации и эфир-формалиновым методом. Овец разделили на 5 равноценных групп по 8-9 голов в каждой.

Животным первой группы вводили перорально однократно межмолекулярный комплекс состава альбендазол-АГ=1:10 (препарат №1) в дозе 1,0 мг/кг по ДВ. Овцы второй группы получали супрамолекулярный комплекс состава альбендазол-ПВП=1:10» (препарат №2). Овцы третьей и четвертой группы получали базовый препарат – альбендазол (субстанция, на основе которой приготовили стандартные лекарственные формы) в дозах 1 и 10 мг/кг, соответственно. Животные контрольной группы препарат не получали.

Эффективность препаратов учитывали по результатам копроовоскопических исследований методом флотации и эфир-формалиновым методом до и через 18 суток после дегельминтизации. Учет эффективности препаратов проводили по типу «контрольный тест» с расчетом среднего количества обнаруженных яиц нематод. Полученные результаты обработали статистически с использованием компьютерной программы Microsoft Excel, и они представлены в таблице 6.



Таблица 6
Эффективность супрамолекулярных комплексов альбендазола (АБЗ) с полимерами при нематодозах овец

Table 6
Efficiency of albendazole (ABZ) supramolecular complexes with polymers at nematodosis of sheep

Группа животных Animal group	Препараты Preparations	Доза по ДВ, мг/кг Dose, mg/kg	Число животных в группе Number of animals in group	Из них освобо-дилось от инва-зии, го-лов Freed from invasion	Обнаружено яиц нематод в г фекалий, экз. It found nematode eggs in faeces g, ind.		Экс-тенс-эф-фектив-ность Ex-tens, %	Сниже-ние ко-личества яиц нематод Reducing the num-ber of nematode eggs, %
					До опыта To experi-ence	После лечения After the ex-perience		
Нематодироз / Nematodiroz								
Подопытная Experimental	АБЗ/АГ ABZ/AG (1/10)	0,9	9	8	118,3±7,2	6,3±0,8	88,9	95,01
Подопытная Experimental	АБЗ/ПВП ABZ/PVP (1:10)	0,9	9	7	120,5±7,6	15,7±1,6	77,8	87,57
Подопытная Experimental	Альбендазол (базовый) Albendazole (basic)	1,0	9	0	122,0±7,5	117,3±7,6	0	7,13
Подопытная Experimental	Альбендазол (базовый) Albendazole (basic)	10,0	9	9	119,7±8,0	0	100	100
Конт роль Control	-	-	9	0	121,4±7,8	126,3±8,1	-	-
Другие желудочно-кишечные стронгилятозы / Other gastrointestinal strongylatosis								
Подопытная Experimental	АБЗ/АГ ABZ/AG (1/10)	0,9	9	9	131,2±8,3	0	100	100
Подопытная Experimental	АБЗ/ПВП ABZ/PVP (1:10)	0,9	9	8	129,6±7,8	7,6±0,8	88,9	94,32
Подопытная Experimental	Альбендазол (базовый) Albendazole (basic)	1,0	8	0	131,7±7,7	127,3±8,3	0	4,79
Подопытная Experimental	Альбендазол (базовый) Albendazole (basic)	10,0	8	8	132,4±8,2	0	100	100
Конт роль Control	-	-	8	0	130,3±8,7	133,7±8,4	-	-



Анализ данных таблицы №6 показал, что базовый препарат – альбендазол в дозе 10 мг/кг проявил 100%-ный эффект против нематодиров и других желудочно-кишечных стронгилят овец, а в дозе 1,0 мг/кг оказался практически неэффективным. Учитывая то, что супрамолекулярные комплексы «альбендазол/АГ» и «альбендазол/ПВП» испытаны в дозах 0,9 мг/кг по действующему веществу альбендазола эффективность межмолекулярный комплексов в 9,5 и 8,7 раз выше базового препарата при нематодирозе и в 10 раз выше при других желудочно-кишечных стронгилятозах овец. Животные хорошо переносили препараты, побочного их действия на организм не отмечали.

Таким образом, в производственных опытах на овцах, спонтанно инвазирован-

ных нематодами подотряда Strongylata, супрамолекулярные комплексы альбендазола проявили эффективность в 8,5-10 раз выше таковой базового препарата.

Аналогичные испытания в экспериментальном хозяйстве «Курилово» Подольского района Московской области были проведены и с композициями фенбендазола. Испытание проводили на 45 овцах, спонтанно инвазированных нематодирозами и другими видами желудочно-кишечных стронгилят. Овцам разных групп по 8-9 голов в каждой задавали однократно перорально комплексы фенбендазола в дозе 1,0 мг/кг по ДВ в сравнении с базовым препаратом фенбендазолом в дозах 1,0 и 10 мг/кг. Животные контрольной группы препарат не получали. Результаты испытаний представлены в таблице 7.

Таблица 7
Эффективность препаратов на основе фенбендазола (ФБЗ) при нематодозах овец

Table 7

Efficacy of drugs based on fenbendazole (FBZ) for sheep nematodes

Группа животных Animal group	Препараты Preparations	Доза по ДВ, мг/кг Dose , mg/k g	Число животных в группе Number of animals in group	Из них освобо-дилось от инва-зии, го-лов freed from invasion	Обнаружено яиц нематод в г фекалий, экз. It found nematode eggs in faeces g, ind.		Экс-тенс-эф-фек-тив-но-сть Ex-tens, %	Сниже-ние ко-личе-ства яиц нема-тод Reduc-ing the number of nem-atode eggs, %
					до опыта to experi-ence	после лечения after experi-ence		
Нематодироз / Nematodiroz								
Подопытная Experimental	ФБЗ/АГ FBZ/AG (1/10)	0,9	9	8	138,3±7,8	6,0	88,9	95,67
Подопытная Experimental	Фенбендазол (базовый) Fenbendazole (basic)	1,0	9	0	140,6±7,9	122,8±7,9	0	11,21
Подопытная Experimental	Фенбендазол (базовый) Fenbendazole (basic)	10,0	9	8	139,4±8,2	5	88,9	96,39
Конт роль Control	-	-	9	0	139,2±7,9	138,3±8,0	-	-
Другие желудочно-кишечные стронгилятозы / Other gastrointestinal strongylatosis								
Подо-	ФБЗ/АГ	0.9	9	9	144.3±8.63	0	100	100



пытная Experimental	FBZ/AG (1/10)							
Подопытная Experimental	Фенбендазол (базовый) Fenbendazole (basic)	1,0	9	0	142,7±9,2	125,2±8,5	0	12,70
Подопытная Experimental	Фенбендазол (базовый) Fenbendazole (basic)	10,0	9	9	143,4±8,4	0	100	100
Контроль Control	-	-	9	0	142,3±8,8	143,4±8,6	-	-

Спонтанно инвазированных овец подбирали в опыт по результатам предварительных копроовоскопических исследований фекалий методом флотации. Овец разделили на 5 равноценных групп по 8-9 голов в каждой. Животным первой группы вводили перорально однократно супрамолекулярный комплекс ФБЗ/АГ в дозе 1,0 мг/кг по ДВ. Овцы второй и третьей группы получали базовый препарат – фенбендазол (субстанция, на основе которой получен ком-

плекс) в дозах соответственно 1 и 10 мг/кг. Животные контрольной группы препарат не получали.

Эффективность препаратов учитывали по результатам копроовоскопических исследований фекалий методом флотации до и через 18 суток после дегельминтизации. Учет эффективности препаратов проводили по типу «контрольный тест» с расчетом среднего количества обнаруженных яиц нематод [12].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Путем расширения спектра исходных бензимидазолов, включенных в настоящую работу, подтверждена универсальность разработанной нами твердофазной механохимической технологии модификации свойств лекарственных веществ при их совместной обработке в измельчителях-активаторах с регулируемой энергонапряженностью. Высокая эффективность полученных супрамолекулярных комплексов подтверждена на лабораторных моделях и в производственных условиях. Экспериментальные данные подтвердили широкий спектр антигель-

минтной активности комплексов альбендазол/АГ и фенбендазол/АГ при нематодозах овец (95 %-я эффективность при нематодирозе и 100%-я эффективность против стронгилят других видов). Учитывая то, что комплексы альбендазол/АГ и фенбендазол/АГ испытаны в дозе 10 мг/кг (а по ДВ 1,0 мг/кг), то можно полагать, что их эффективность почти в 10 раз выше базовых препаратов (АБЗ и ФБЗ, соответственно). Животные хорошо переносили препараты, побочного их действия на организм не отмечали.

Благодарность: Работа выполнена при финансовой поддержке Российского Научного Фонда (проект №14-16-00026)

Acknowledgment: This research was supported by the Russian Science Foundation (project №14-16-00026)

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Спиридонов И.А. Мировая экономика. М.: Инфра-М, 2010. 272 с.
2. Соколов Э.М., Панарин В.М., Зуйкова А.А. Современные проблемы науки в области защиты окружающей среды. Тула: Изд-во ТулГУ, 2010. 400 с.
3. Успенский А.В. Актуальные проблемы ветеринарной паразитологии // Материалы докладов науч-
- ной конференции «Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями», Москва, 2004, вып. 5, С. 212-214.
4. Архипов И.А. Антигельминтики: фармакология и применение. М.: Изд-во РАСХН, 2009. 109 с.
5. De Jong W.I., Born P.I.A. Drug delivery and nanoparticles: Applications and hazards. Inter. J. Nanomedicine, 2008, vol. 3, no. 2, pp. 133-149.



6. Халиков С.С., Халиков М.С., Метелева Е.С., Гуськов С.А., Евсеенко В.И., Душкин А.В., Буранбаев В.С., Фазлаев Р.Г., Галимова В.З., Галиуллина А.М. Механохимическая модификация свойств антигельминтных препаратов // Химия в интересах устойчивого развития. 2011. Т. 19, №6. С. 699-703.
7. Душкин А.В., Сунцова Л.П., Халиков С.С. Механохимическая технология для повышения растворимости лекарственных веществ // Фундаментальные исследования. 2013. N1-2. С. 448-457.
8. De Jong W.I., Born P.I.A. Drug delivery and nanoparticles: Applications and hazards. Inter. J. Nanomedicine, 2008, vol. 3, no. 2, pp. 133-149.

9. Лебедева М.Н., Коваленко Ф.П., Джабарова В.И. Экспериментальное обоснование пригодности медапека в качестве препарата выбора для лечения эхинококкозов // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. 2004, N1, С.40-44.
10. Астафьев Б.А., Яроцкий Л.С., Лебедева М.Н. Экспериментальные модели паразитов в биологии и медицине. М.: Наука, 1989. С. 67-73.
11. Кротов А.И. Основы экспериментальной терапии гельминтозов. М.: Медицина, 1973. 272 с.
12. Pozio E. Trichinellosis in the European Union: ecology and economic impact // Parasitol. Today. 1998, vol. 14, no. 1, pp. 35-38.

REFERENCES

1. Spiridonov I.A. *Mirovaya ekonomika* [The world economy]. Moscow, Infra-M Publ., 2010. 272 p. (in Russian)
2. Sokolov E.M., Panarin V.M., Zuikova A.A. *Sovremennye problemy nauki v oblasti zashchity okruzhayushchei sredy* [Modern problems of science in the field of environmental protection]. Tula, Tula State University Publ., 2010, 400 p. (in Russian)
3. Uspenskii A.V. Aktual'nye problemy veterinarnoi parazitologii [Actual problems of veterinary parasitology]. *Materialy dokladov nauchnoi konferentsii «Teoriya i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami»*, Moskva, 2004 [Proceedings of the scientific conference "Theory and practice of struggle against parasitic diseases, Moscow, 2004]. Moscow, 2004, vol. 5, pp. 212-214 (in Russian)
4. Arkhipov I.A. *Antigel'mintiki: farmakologiya i primeneniye* [Antigelmintics: Pharmacology and application]. Moscow, Russian Academy of Agricultural Sciences Publ., 2009. 109 p. (in Russian)
5. De Jong W.I., Born P.I.A. Drug delivery and nanoparticles: Applications and hazards. Inter. J. Nanomedicine, 2008, vol. 3, no. 2, pp. 133-149.
6. Khalikov S.S., Khalikov M.S., Meteleva E.S., Guskov S.A., Evseenko V.I., Dushkin A.V., Buranbaev V.S., Fazlaev R.G., Galimova V.Z., Galiullina A.M. Mechanochemical modification of the properties of antihelminthic preparations. *Khimiya v interesakh*

- ustoichivogo razvitiya* [Chemistry for Sustainable Development]. 2011, vol. 19, no. 6, pp. 699-703. (in Russian)
7. Dushkin A.V., Suntsova L.P., Khalikov S.S. Mechanochemical technology for improving solubility of drugs. *Fundamental'nye issledovaniya* [Basic Investigations]. 2013, no. 1-2, pp. 448-457. (in Russian)
8. De Jong W.I., Born P.I.A. Drug delivery and nanoparticles: Applications and hazards. Inter. J. Nanomedicine, 2008, vol. 3, no. 2, pp. 133-149.
9. Lebedeva M.N., Kovalenko F.P., Dzhabarova V.I. Experimental study medapetka suitability as a drug of choice for treatment of echinococcosis. *Meditinskaya parazitologiya i parazitarnye bolezni* [Medical Parasitology and parasitic diseases]. 2004, no. 1, pp. 40-44. (in Russian)
10. Astaf'ev B.A., Yarotskii L.S., Lebedeva M.N. *Ekspperimental'nye modeli parazitov v biologii i meditsine* [Experimental models of parasites in Biology and Medicine]. Moscow, Nauka Publ., 1989, pp. 67-73. (in Russian)
11. Krotov A.I. *Osnovy eksperimental'noi terapii gel'mintozov* [Fundamentals of Experimental Therapeutics helminthiasis]. Moscow, Medicina Publ., 1973, 272 p. (in Russian)
12. Pozio E. Trichinellosis in the European Union: ecology and economic impact. *Parasitol. Today*. 1998, vol. 14, no. 1, pp. 35-38.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Салават С. Халиков* - ведущий научный сотрудник лаборатории физиологически активных фторорганических соединений Институт элементоорганических соединений им. А.Н. Несмечнова, доктор технических наук; тел.: +7(499)1359332; +7(926)7344999. Россия, 199911 Москва, ул. Вавилова, 28. E-mail: salavatkhalikov@mail.ru

Иван А. Архипов - заместитель директора, доктор ветеринарных наук, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Всероссийский

AUTHOR INFORMATION

Affiliations

Salavat S. Khalikov* - Doctor of Engineering Science, Leading Researcher of the Laboratory of physiologically active organofluorine compounds, Nesmeyanov Institute of Organoelement Compounds. tel.: +7(499)1359332; +7(926)7344999 28 Vavilova st., Moscow, 199911 Russia E-mail: salavatkhalikov@mail.ru

Ivan A. Arkhipov - Doctor of Veterinary Sciences, Deputy Director, Federal State Scientific Institution "K.I. Skryabin All-Russian Research Institute of Fun-



научно-исследовательский институт фундаментальной и прикладной паразитологии животных и растений имени К.И. Скрябина", Москва, Россия.

Анастасия И. Варламова - старший научный сотрудник, кандидат ветеринарных наук, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Всероссийский научно-исследовательский институт фундаментальной и прикладной паразитологии животных и растений имени К.И. Скрябина", Москва, Россия.

Марат С. Халиков - младший научный сотрудник отдела гербологии, Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии, Большие Вязьмы, Московская область, Россия.

Юлия С. Чистяченко - аспирант Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт твердого тела и механохимии СО РАН, Новосибирск, Россия.

Александр В. Душкин - зав. группой, доктор химических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт твердого тела и механохимии СО РАН, Новосибирск, Россия.

damental and Applied Parasitology of Animal and Plant", Moscow, Russia.

Anastasiya I. Varlamova - Candidate of Veterinary Sciences, Senior Researcher, Federal State Scientific Institution "K.I. Skryabin All-Russian Research Institute of Fundamental and Applied Parasitology of Animal and Plant", Moscow, Russia

Marat S. Khalikov - Junior Researcher at the Department of herbology, All-Russian Research Institute of Phytopathology, Big Vyazemy, Moscow Region, Russia.

Yulia S. Chistyachenko - postgraduate student of Federal State Institution of Science Institute of Solid State Chemistry and Mechanochemistry, SB RAS, Novosibirsk, Russia.

Alexander V. Dushkin - Doctor of Chemistry, head of the research group, Federal State Institution of Science Institute of Solid State Chemistry and Mechanochemistry, SB RAS, Novosibirsk, Russia.

Критерии авторства

Салават С. Халиков разработал основы технологии механохимической модификации антигельминтных препаратов; Иван А. Архипов предложил схему проведения и организовал антигельминтные испытания препаратов на основе альбендазола в лабораторных условиях и производственных испытаний; Анастасия И. Варламова ответственна за проведение испытаний препаратов на основе фенбендазола; Марат С. Халиков проводил экспериментальную часть работы по получению антигельминтных препаратов на основе альбендазола и фенбендазола; Юлия С. Чистяченко ответственна за получение и проведение анализа физико-химических свойств супрамолекулярных комплексов альбендазола и фенбендазола; Александр В. Душкин ответствен за модификацию лекарственных веществ методами механохимии.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Поступила 14.11.2015

Contribution

Salavat S. Khalikov, developed the basis for the technology of mechano-chemical modification of anthelmintic drugs; Ivan A. Arkhipov, proposed a scheme of work and organized anthelmintic experiments of albendazole-based drugs in the laboratory and production testing; Anastasiya I. Varlamova, responsible for the testing of fenbendazole-based drugs; Marat S. Khalikov, conducted the experimental part of the work on the production of anthelmintic drugs based on albendazole and fenbendazole; Yulia S. Chistyachenko, responsible for receiving and analyzing the physicochemical properties of supramolecular complexes of albendazole and fenbendazole; Alexander V. Dushkin, responsible for the modification of drugs by mechanochemistry methods.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Received 14.11.2015



КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Краткие сообщения / Brief reports

Оригинальная статья / Original article

УДК 574.213

DOI: 10.18470/1992-1098-2016-1-193-198

К ВОПРОСУ О ПРОСТРАНСТВЕННО – ДЕМОГРАФИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЕ И ОНТОГЕНЕЗЕ САРСАЗАНА ШИШКОВАТОГО [*HALOCNEMUM STROBILACEUM* (PALL.) BIEB.] В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ КАЛМЫКИЯ

¹Виктория Г. Лазарева*, ²Иван А. Горяев, ²Чингис С. Харитонов

¹кафедра экологии, землеустройства и природопользования, Ухтинский государственный университет, Ухта, Россия, lazareva-vg@yandex.ru

²кафедра ботаники, зоологии и экологии, Калмыцкий государственный университет, Элиста, Россия

Резюме. Целью исследований является изучение ценопопуляций *Halocnemum strobilaceum* на пухлых солончаках озера «Цаган Усн» (Яшкульский район, Республика Калмыкия). **Материал и методы.** В статье приведены данные по онтогенезу, демографической и пространственной структуре *H. strobilaceum* для практического и теоретического значения в связи с деградацией пастбищных угодий и вторичного засоления при водной мелиорации. Изучение ценопопуляций сарсазана проводилось согласно методике изучения пространственно-демографической структуры растительных фитоценозов (1950), сбора и гербаризации растений (1977), а также закладки площадок 3х3 метра. **Результаты.** Исследования позволили нам выявить шесть возрастных фаз *H. strobilaceum*: p, im, v, g₁, g₂-g₃, svg, s, и его онтогенетическое состояние: p – 5%, im – 5%, v – 5%, g₁ – 35%, g₂-g₃ – 35%, svg – 5%, s – 10%. В процессе исследований ценопопуляций сарсазана шишковатого было отмечено явление поливариантности онтоморфогенеза, которая проявляется в переходе отдельных особей из сенильного (s) возрастного состояния, в особое, сенильно-виргинильно-генеративное (svg). Кроме того, на этом этапе замечено появление новых побегов, габитуально схожих с вегетативными, способными к цветению на следующий год (состояние svg). Проведенный анализ онтогенеза особей *Halocnemum strobilaceum* показал преобладание молодых (g₁) и средневозрастных (g₂-g₃) генеративных фаз. **Заключение.** Таким образом, временное омоложение сарсазановых сообществ у озера «Цаган Усн» рассматривается нами как возникновение некоторых адаптаций к воздействию различных природных и антропогенных факторов. Такая способность *Halocnemum strobilaceum* быстро восстанавливать пространственно-демографическую структуру своих ценопопуляций свидетельствует о высоком эколого-биологическом потенциале этого вида-доминанта на пухлых солончаках.

Ключевые слова: *Halocnemum strobilaceum*, адаптация, ценопопуляция, онтогенез, поливариантность, габитуальность, пухлые солончаки, озеро «Цаган Усн», вторичное засоление.

Формат цитирования: Лазарева В.Г., Горяев И.А., Харитонов Ч.С. К вопросу о пространственно – демографической структуре и онтогенезе сарсазана шишковатого [*Halocnemum Strobilaceum* (Pall.) Bieb.] в условиях Республики Калмыкия // Юг России: экология, развитие. 2016. Т.11, N1. С.193-198. DOI: 10.18470/1992-1098-2016-1-193-198

ON THE PROBLEM OF SPATIAL DEMOGRAPHIC STRUCTURE AND ONTOGENESIS OF *HALOCNEMUM STROBILACEUM* [(PALL.) BIEB.] IN THE REPUBLIC OF KALMYKIA

¹Victoria G. Lazareva*, ²Ivan A. Goryaev, ²Chingis S. Kharitonov

¹Department of Ecology, Physical Planning and Environmental Management, Ukhla State Technical University, Ukhla, Russia, lazareva-vg@yandex.ru

²Department of Botany, Zoology and Ecology, Kalmyk State University, Elista, Russia



Abstract. The aim of research is to study coenopopulations of *Halocnemum strobilaceum* on soft salt marshes of the lake "Cagan USN" (Yashkul district, Republic of Kalmykia). **Materials and methods.** The article presents data on the ontogeny, demographic and spatial structure of *H. strobilaceum* for practical and theoretical use due to the degradation of pastures and secondary salinity in the water reclamation. Research on coenopopulations of *Halocnemum* has been carried out according to the methods of studying spatial and demographic structure of the plant phytocenoses (1950), plant collection and herbarization (1977), and making sites of 3x3 meters. **Results.** Research has allowed us to identify 6 age phases of *H. strobilaceum*: p, im, v, g₁, g₂-g₃, svg, s, and the ontogenetic state: p - 5%, im - 5%, v - 5%, g₁ - 35 %, g₂-g₃ - 35%, svg - 5%, s - 10%. During the research of coenopopulations of *Halocnemum strobilaceum* we have revealed the polyvariance ontomorphogenesis phenomenon, which is manifested in the transition of individuals from senile (s) age condition, in particular, to senile-virginal-generative (svg). In addition, at this stage, we have observed new shoots, habitually similar to vegetative, able to bloom the following year (the state svg). The analysis of ontogenesis of individuals of *Halocnemum strobilaceum* has showed the predominance of young (g₁) and middle-aged (g₂-g₃) generative phase. **Conclusion.** Thus, a temporary rejuvenation of *Halocnemum strobilaceum* communities at the lake of "Cagan USN" is considered by us as the occurrence of certain adaptations to the effects of different natural and anthropogenic factors. This ability of *Halocnemum strobilaceum* to quickly restore spatial demographic structure of its coenopopulations indicates the high ecological and biological potential of this kind of dominant on the soft salt marshes.

Keywords: *Halocnemum strobilaceum*, adaptation, coenopopulation, ontogeny, polyvariety, habituality, soft salt marshes, lake Cagan USN, secondary salinization.

For citation: Lazareva V.G., Goryaev I.A., Kharitonov Ch.S. On the problem of spatial demographic structure and ontogenesis of *Halocnemum Strobilaceum* [(Pall.) Bieb.] in the republic of Kalmykia. *South of Russia: ecology, development*. 2016, vol. 11, no. 1, pp. 193-198. (in Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2016-1-193-198

ВВЕДЕНИЕ

Сарсазан шишковатый [*Halocnemum strobilaceum* (Pall.) Bieb.] – средиземноморский вид, произрастающий в полупустынной и пустынной зонах Евразии. В Прикаспии. Он образует первый пояс вокруг соленых озер [1].

Изучение пространственно – демографической структуры и онтогенеза *H. strobilaceum* имеет практическое и теоретическое значение в связи с деградацией пастбищных угодий и вторичного засоления при

водной мелиорации. Соответственно знания онтогенеза и демографии ценопопуляций *H. strobilaceum* необходимы для понимания процессов восстановления в его естественных сообществах. В литературных источниках демография и онтогенез *H. strobilaceum* мало описаны. Наши исследования [1-3] проводились в условиях аридного климата Прикаспийской низменности с изучением его особенностей и роли в галофитных сообществах.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проводились в течение 2015 г., в окрестностях пересыхающего в летний период солёного озера «Цаган Усн» (Яшкульский р-н, Республика Калмыкия), близ которого проходят ветви канала Черноземельской оросительной системы (ЧООС) в

орошаемые поля. При выполнении исследований применялись методы изучения пространственно-демографической структуры растительных фитоценозов, сбора и гербаризации растений [4-6], закладки площадок 3x3 метра.

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

H. strobilaceum – полукустарничек [3], эвгалофит, образующий куртины до 2 метров с укореняющимися ветвями. Стебли цилиндрические, суккулентные с супротивными почечками. Семена 0,75 мм длиной бурого цвета. Цветки пазушные, тычинок 1, околоцветных листочков 3. Соцветие колосовидное, в дихазии сидят по 3 цветка [1;7]. Процесс вегетации и плодоношения продолжается с июля по август.

Жизненный цикл отдельной особи *H. strobilaceum* составляет 10 – 15 лет. Онтогенетический ряд у озера «Цаган Усн» представлен следующими возрастными фазами: проростка (p), имматурной (im), виргинильной (v), молодых генеративных (g₁), средне-возрастных (g₂-g₃), сенильно-виргинильных (svg), сенильных (s) особей.

Календарный возраст генеративной формы *H. strobilaceum* по Т.Е. Зенкиной



(2012 г.) [2] составляет примерно год. В молодом генеративном состоянии растение находится 1,5 – 2 года, затем наступает средневозрастное состояние, продолжающе-

ся 3 – 3,5 года, длительность жизни сильных особей 1 год. Морфология генеративной особи *H. strobilaceum* представлена на рисунке 1.

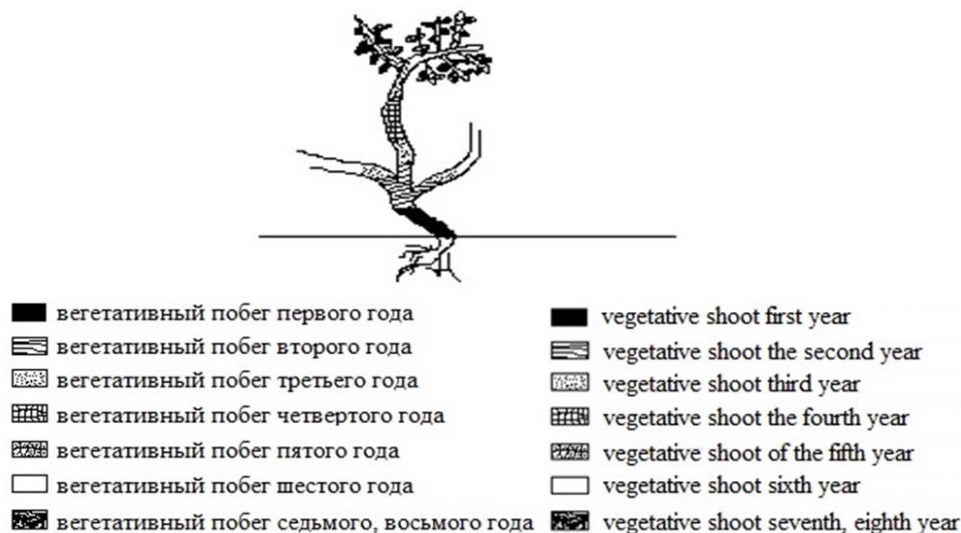


Рис. 1. Морфологическое строение генеративной особи *H. strobilaceum* на озере «Цаган Усн» (2015 г.)

Fig. 1. The morphological structure of generative individuals of *H. strobilaceum* on the lake Cagan USN (2015)

В процессе исследований ценопопуляций сарсазана шишковатого было отмечено явление поливариантности онтоморфогенеза, которая проявляется в переходе отдельных особей из сенильного (s) возрастного состояния, в особое, сенильно-виргинильно-генеративное (svg), представленное на рисунке 2. Кроме того, на этом

этапе замечено появление новых побегов, габитуально схожих с вегетативными, способными к цветению на следующий год (состояние svg) [2]. Подобное явление отмечается в популяциях, которые подверглись антропогенному воздействию со стороны ЧООС.

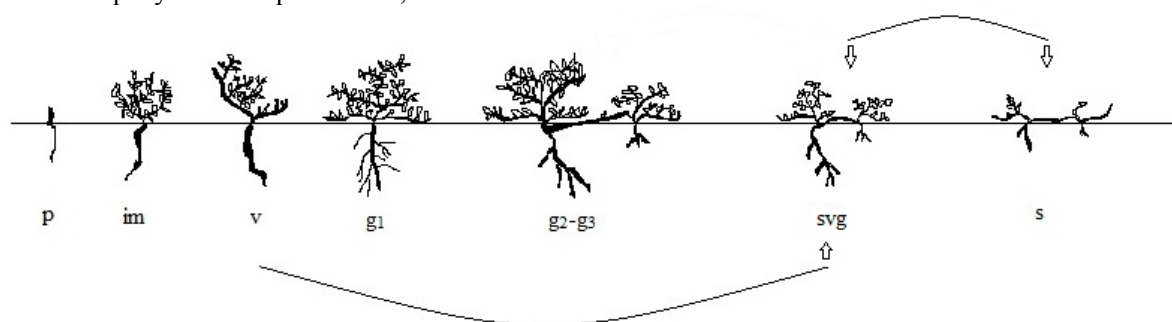


Рис. 2. Отмеченная поливариантность онтоморфогенеза *H. strobilaceum* озера «Цаган Усн»

p – проростки; im – имматурные; v – виргинильные; g₁ – молодые генеративные; g₂-g₃ – средневозрастные генеративные; svg – сенильно-виргинильно-генеративные; s – сенильные (стрелками обозначены переходы их одного онтогенетического состояния в другое)

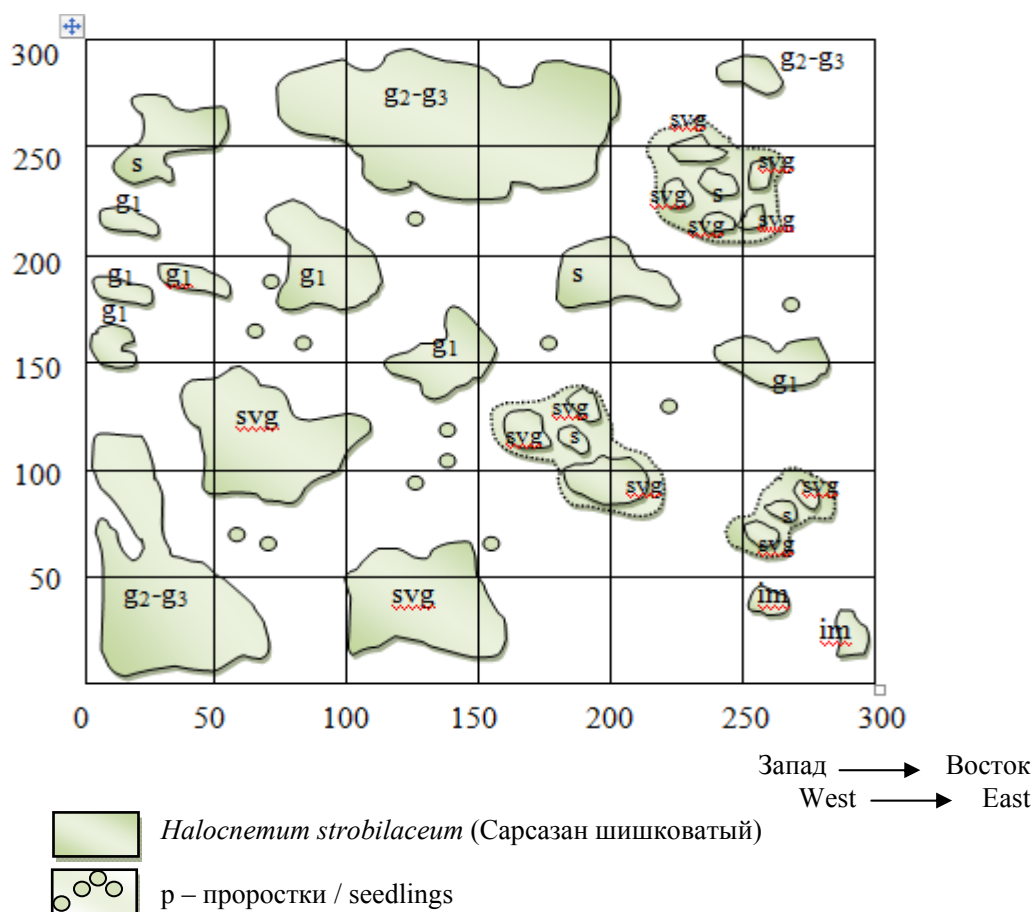
Fig. 2. Marked polyvariety of ontomorphogenesis of *H. strobilaceum* of the Cagan USN lake
p - seedlings; im - immature; v - virginal; g₁ - young generative individuals; g₂-g₃ - middle-age generative; svg - senile-virginal-generative; s - senile (arrows indicate the transitions from one ontogenetic state to another)



Вследствие этого зафиксировано засыпание части генеративного побега, ведущее к переходу от сенильного в сенильно-виргинильно-генеративное состояние, при котором часть куста отмирает, а другая часть продолжает развиваться как полноценная генеративная особь. Также нами был зарегистрирован переход от виргинильного в сенильно-виргинильно-генеративное состояние, в котором растение пропускает два этапа (g_1 , g_2 - g_3) своего онтогенетического развития. Это явление, на наш взгляд, обусловлено неблагоприятным воздействием окружающей среды. В связи с этим, особи *H. strobilaceum* пытаются продолжить все стадии жизненного цикла.

Таким образом, изучение пространственной и демографической структуры сарсазановой ценопопуляции на объекте исследования позволило нам выявить шесть возрастных фаз *H. strobilaceum*: p , im , v , g_1 , g_2 - g_3 , svg , s (рис. 3). Его онтогенетическое состояние представлено следующим образом: p – 5%, im – 5%, v – 5%, g_1 – 35%, g_2 - g_3 – 35%, svg – 5%, s – 10% (рис. 4).

В этой ценопопуляции наблюдается господство молодых и средневозрастных генеративных особей (g_1 , g_2 - g_3), занимающих 70% всей площади. Это свидетельствует о том, что изучаемое сарсазановое сообщество является зрелым.



im – имматурные особи / immature

g_1 – молодые генеративные особи / young generative individuals

g_2 - g_3 – средневозрастные-старые генеративные особи / middle-age generative

svg – сенильно-виргинильно-генеративные особи / senile-virginal-generative

s – сенильные особи / senile

Рис. 3. Горизонтальная проекция ценопопуляции *H. Strobilaceum*
Fig. 3. The horizontal projection of coenopopulations of *H. Strobilaceum*

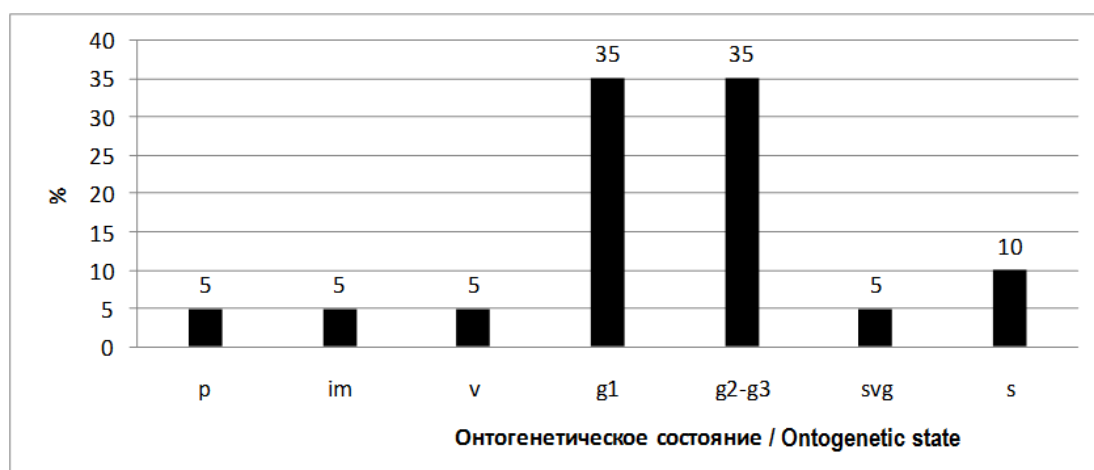


Рис. 4. Возрастной спектр популяции *H. Strobilaceum*
Fig. 4. The age range of the population of *H. Strobilaceum*

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный анализ онтогенеза особей *Halocnemum strobilaceum* показал преобладание молодых (g₁) и средневозрастных (g₂-g₃) генеративных фаз.

Считаем, что этот зафиксированный эффект временного омоложения сарсазановых сообществ от сенильного в сенильно-виргинильно-генеративное с возможностью плодоношения и от виргинильного в сенильно-виргинильно-генеративное состояние, связан с экотонностью местообитания и с созданием благоприятных климатических условий в 2015 г. для прорастания семян *H. strobilaceum*. Для этого года были характерны высокая температура воздуха 41 С–42 С в июле-августе, малое количество осадков 8,2–8,4 мм (Калмыцкий республиканский

центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды – филиал ФГБУ «Северо-Кавказской УГМС»), что способствовало подъёму солёных грунтовых вод, потребовало дополнительный полив орошаемых полей. В связи с этим временное омоложение сарсазановых сообществ у озера «Цаган Усн» рассматривается нами как адаптация к воздействию природных и антропогенных факторов [2].

Следовательно, способность *Halocnemum strobilaceum* быстро восстанавливать пространственно-демографическую структуру своих ценопопуляций свидетельствует о высоком эколого-биологическом потенциале этого вида-доминанта на пухлых солончаках.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бананова В.А., Лазарева В.Г. Атлас растений Северо-западного Прикаспия. Элиста: ЗАОр «АПП «Джангар», 2014. 266 с.
2. Зенкина Т.Е. Особенности онтогенеза Сарсазана шишковатого [*Halocnemum strobilaceum* (Pall.) Bieb., Chenopodiaceae] в условиях Нижнего Поволжья // Материалы международной научной конференции. Волгоград, 22–24 апреля 2012. Волгоград: Изд-во ВолГУ, 2012. С. 56–58.
3. Левина Ф.Я. Растительность полупустыни Северного Прикаспия ее кормовое значение. М.-Л.: 1964. 327 с.
4. Зенкина Т.Е., Сагалаев В.А. Пространственная и демографическая структура ценопопуляций сарсазана шишковатого (*Halocnemum strobilaceum* (Pall.) Bieb., Chenopodiaceae) в Республике Калмыкия // Вестник ВолГУ. Серия 11. Естественные науки. 2012. N1(3). С. 10–17.
5. Работнов Т.А. Вопросы изучения состава популяций для целей фитоценологии // Проблемы ботаники. Изд-во АН СССР. 1950. С. 465–483.
6. Скворцов А.К. Гербарий. Пособие по методике и технике. Москва: Наука, 1977. 201 с.
7. Лазарева В.Г., Горяев И.А. Формация сарсазана шишковатого (*Halocnemum strobilaceum* (Pall.) Bieb.), его демографическая и пространственная структура на соровых солончаках в окрестностях г. Астрахани // Материалы международной заочной научно-практической конференции «Научная дискуссия: инновации в современном мире», Москва, 15 октября, 2015. С. 6–14.



REFERENCES

1. Bananova V.A., Lazareva V.G. *Atlas rasteniy Severo-Zapadnogo Prikaspiya* [Atlas plant Northwestern Caspian]. Elista, Dzhangar Publ., 2014, 266 p. (in Russian)
2. Zenkina T.E. Osobennosti ontogeneza Sarsazana shishkovatogo [*Halocnemum strobilaceum* (Pall.) Bieb., Chenopodiaceae] v usloviyakh Nizhnego Povolzh'ya [Features ontogenesis (*Halocnemum strobilaceum* (Pall.) Bieb., Chenopodiaceae) under the Lower Volga]. *Materialy mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii. Volgograd, 22–24 aprelya 2012* [Proceedings of the international scientific conference. Volgograd, 22–24 April 2012]. Volgograd, Volgograd State University Publ., 2012, pp. 56–58. (in Russian)
3. Levina F.Ya. *Rastitelnost polypustyn Severol Zapadnogo Prikaspiya eoe cormovoe znachenye* [The vegetation of the Northern Caspian semidesert its fodder value]. Moscow, Leningrad, 1964. 327 p. (in Russian)
4. Zenkina T.E., Sagalaev V.A. Regional and demographical structure of cenopopulations of *Halocnemum strobilaceum* (Pall.) Bieb., *Chenopodiaceae* in the Republic of Kalmykia. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 11. Estestvennye nauki* [Science Journal of Volgograd State University. Natural sciences]. 2012, no. 1(3), pp.10–17. (in Russian)
5. Rabotnov T.A. *Voprosy izucheniya sostava populyatsii dlya tselei fitotsenologii // Problemy botaniki* [The study of the composition of the populations for the purpose of phytocenology. Botany problems]. AN SSSR Publ., 1950. pp.465–483. (in Russian)
6. Skvortsov A.K. *Gerbaryi. Posobie po metodike i tekhnike* [Herbarium. Manual on methods and techniques]. Moscow, Nauka Publ., 1977. 201 p. (in Russian)
- Lazareva V.G., Goryaev I.A. Formatsiya sarsazana shishkovatogo (*Halocnemum strobilaceum* (Pall.) Bieb.), ego demograficheskaya i prostranstvennaya struktura na sorovykh solonchakakh v okrestnostyakh g. Astrakhani [Formation *Halocnemum strobilaceum* (Pall.) Bieb. its demographic and spatial structure in the sor solonchaks around Astrakhan]. *Materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Nauchnaya diskussiya: innovatsii v sovremennom mire»*, Moskva, 15 oktyabrya, 2015 [Proceedings of the international correspondence scientific-practical conference "Scientific Debate: Innovation in the Modern World", Moscow, 15 October 2015]. Moscow, 2015, pp.6–14. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Виктория Г. Лазарева – кандидат биологических наук, доцент, ФГБОУ ВПО «Ухтинский государственный технический университет» кафедра экологии, землеустройства и природопользования, Россия 169300 Ухта, ул. Первомайская, 13.
e-mail: lazareva-vg@yandex.ru

Иван А. Горяев – аспирант кафедры ботаники, зоологии и экологии Калмыцкого государственного университета, Элиста, Россия.

Чингис С. Харитонов – аспирант кафедры ботаники, зоологии и экологии Калмыцкого государственного университета, Элиста, Россия.

Критерии авторства

Виктория Г. Лазарева автор концепции, анализа материала, корректировала рукопись до подачи в редакцию и несет ответственность за обнаружение плагиата или других неэтических проблем.

Иван А. Горяев и Чингис С. Харитонов ответственны за сбор и анализ полевого материала.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

AUTHOR INFORMATION

Affiliations

Victoria G. Lazareva - Cand. Sc. (Biology), Associate Professor, FSBEI HPE Ukhta State Technical University, Department of Environment, Physical Planning and Environmental Management. 13 Pervomayskaya st., Ukhta, 169300 Russia
e-mail: lazareva-vg@yandex.ru

Ivan A. Goryaev - graduate student of sub-department of botany, zoology and ecology, Kalmyk State University, Elista, Russia.

Chingis S. Kharitonov - graduate student of sub-department of botany, zoology and ecology, Kalmyk State University, Elista, Russia.

Contribution

Victoria G. Lazareva, author of the concept, conducted the analysis of the material, made corrections in the manuscript prior to submission to the editorial board and is responsible in case of detection of plagiarism or other unethical issues.

Ivan A. Goryaev and Chingis S. Kharitonov were responsible for the collection and analysis of field data.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 10.12.2015

Received 10.12.2015



Краткие сообщения / Brief reports
Оригинальная статья / Original article
УДК 611.013.537.63
DOI: 10.18470/1992-1098-2016-1-199-203

ВЛИЯНИЕ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ РАЗНОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ НА МОРФОЛОГИЧЕСКУЮ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ГОЛОВАСТИКОВ МАЛОАЗИАТСКОЙ ЛЯГУШКИ (*RANA MACROCNEMIS*) ПОСЛЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПЕРИОД РАЗВИТИЯ С НЕЙРУЛЫ ДО ВЫХОДА ИЗ ОБОЛОЧЕК

Инга Т. Гацалова

кафедра зоологии, биоэкологии и биотехнологии, Северо-Осетинский
государственный университет имени К.Л. Хетагурова,
Владикавказ, Россия, gatsalova.inga@yandex.ru

Резюме. Цель. Исследовать морфологическое разнообразие головастика малоазиатской лягушки после непрерывного воздействия магнитного поля разной интенсивности в период эмбрионального развития с нейрулы до выхода из яйцевых оболочек. **Методы.** Гипермагнитные условия создавали, увеличивая напряженность естественного магнитного поля. Гипомагнитные условия создавали, помещая чашку Петри с фрагментами кладки икры в контейнер (20,5x17x9) низкоуглеродистой стали. Снаружи контейнер был покрыт оболочкой из листовой меди. **Результаты.** У полученных в первом варианте опыта головастика малоазиатской лягушки, по сравнению с контролем, наблюдалось достоверное увеличение длины хвоста и длины тела. Во втором опыте у головастика наблюдалось увеличение длины хвоста и длины тела. В третьем варианте опыта по сравнению с контролем различий нет. В четвертом опыте наблюдается увеличение длины хвоста и длины тела. В пятом варианте опыта у головастика происходило увеличение длины хвоста и длины тела. **Выводы.** Влияние магнитных полей на период зародышевого развития со стадии нейрулы до выхода из яйцевых оболочек показал, что длина туловища является более стабильным признаком, длина хвоста увеличивается в опытах, и только в третьем опыте остается неизменным по сравнению с контролем. **Ключевые слова:** гипомагнитное поле, гипермагнитное поле, малоазиатская лягушка, эмбрионы, нейрула, длина туловища, длина хвоста, длина тела, высота хвоста.

Формат цитирования: Гацалова И.Т. Влияние магнитных полей разной интенсивности на морфологическую изменчивость головастика малоазиатской лягушки (*Rana Macrocnemis*) после воздействия на период развития с нейрулы до выхода из оболочек // Юг России: экология, развитие. 2016. Т.11, N1. С.199-203. DOI: 10.18470/1992-1098-2016-1-199-203

INFLUENCE OF MAGNETIC FIELDS OF VARYING INTENSITY ON THE MORPHOLOGICAL VARIABILITY OF LONG-LEGGED WOOD FROG LARVAE (*RANA MACROCNEMIS*) AFTER THE EXPOSURE PERIOD FROM NEURULA TO HATCHING

Inga T. Gatsalova

Department of Zoology, bio-ecology and biotechnology,
K.L. Khetagurov North Ossetian State University,
Vladikavkaz, Russia, gatsalova.inga@yandex.ru

Abstract. Aim. The aim is to study morphological diversity of long-legged wood frog larvae after continuous exposure to a magnetic field of varying intensity during embryonic development from neurula to leaving the egg membranes. **Methods.** We have created hypermagnetic conditions by increasing the tension of the natural magnetic field. Petri dish with fragments of laid eggs has been placed in a low carbon steel container (20,5x17x9). Outside, the container has been covered with a shell made of sheet copper. **Results.** *Rana macrocnemis*, obtained in the first experiment, compared with the control specie, showed a significant increase in tail and body length. The second experiment showed an increase in tail and body length. The third experiment, compared to the control specie, showed no difference. The fourth experiment showed an increase in tail and body length. The fifth experiment also showed an increase in tail and body length. **Conclusions.** The effect of magnetic fields on the embryonic development period



from neurula to hatching showed that the length of the trunk is a more stable feature, the tail length increases in the experiments, and only in the third experiment it remained unchanged compared to control species.

Keywords: hypomagnetic field, hypermagnetic field, long-legged wood frog, embryos, neurula, trunk length, tail length, body length, tail height.

For citation: Gatsalova I.T. Influence of magnetic fields of varying intensity on the morphological variability of long-legged wood frog larvae (*Rana Macrochemis*) after the exposure period from neurula to hatching. *South of Russia: ecology, development*. 2016, vol. 11, no. 1, pp. 199-203. (in Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2016-1-199-203

ВВЕДЕНИЕ

Известно, что магнитное поле Земли является необходимым фактором для нормальной жизнедеятельности организмов, и понижение или повышение природных показателей поля вызывает аномалии, как в эмбриогенезе, так и в постэмбриогенезе [1, 2].

Воздействие магнитных полей на водных животных вызывает дистрофию и снижение функциональной активности клеток [3]. Отклонение значений геомагнитного поля от нормальных ведет к изменению содержания в крови форменных элементов и к снижению количества белка, глюкозы в крови глюкозы [4]. Действие магнитных полей на ранний онтогенез различных биообъектов может приводить к изменениям физиологических и биохимических показателей и формированию фенотипов [5]. Действие слабых магнитных полей на биологические системы зависит частоты и амплитуды поля [6]. Влияние полей на ранние периоды эмбрионального развития рыб приводит к снижению размерно-массовых показателей, а также вызывает изменения и аномалии

морфологических признаков у молоди [5, 7]. Наибольшие морфометрические изменения вызываются при воздействии поля на отрезок эмбриогенеза от гаструляции до вылупления, меньшие эффекты характерны при обработке в предгаструляционный период и постэмбриогенезе [8].

Биологический прогресс и стабильность видов обусловлены совокупностью оптимальных факторов воздействующих на организмы, которые реагируют на любые отклонения от зоны оптимума. Реакция может быть в виде физиологических изменений, патологии, эволюционных вариаций. Самыми реактивными системами организма на воздействие магнитных аномалий считают: нервную, репродуктивную, сердечно-сосудистую [9].

Проведенные нами ранее опыты показали, что воздействие магнитного поля эмбриональное развитие амфибий приводит к уменьшению морфометрических показателей (длины тела, длины туловища, длины хвоста и высоты хвоста у корня) и повышает вариабельность бластомеров [10, 11].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для определения морфологической изменчивости головастика малоазиатской лягушки после воздействия магнитных полей разной интенсивности (ГрМП, ГпМП) на эмбриональный период развития с нейрулы до выхода из яйцевых оболочек поставили серию опытов. В первом опыте зародышей помещали в ГпМП (0,4 м/Тл) с нейрулы до выхода из яйцевых оболочек; во втором опыте – зародыши находились в ГрМП (11,5 м/Тл) средней интенсивности с нейрулы до выхода из яйцевых оболочек; в третьем опыте воздействие ГрМП (8 м/Тл) слабой интенсивности эмбрионы испытывали с нейрулы до выхода; в четвертом варианте опыта – зародыши развивались в вертикаль-

ном ГрМП (11,5 м/Тл) со стадии нейрулы до выхода из яйцевых оболочек; в пятом опыте зародыши находились в ГрМП (18 м/Тл) сильной интенсивности – с нейрулы до выхода из галерт. Эмбрионы развивались в отстоянной водопроводной воде до начала воздействия магнитных полей. Сразу после выклева головастика фиксировали в 10% растворе формалина. У фиксированных головастика измеряли следующие морфологические признаки: длину туловища, длину хвоста, длину тела и высоту хвоста. Статистическая обработка проведена с использованием программы «Stadia».

Изменение магнитных условий в опытах. Гипермагнитные условия (ги-



пермагнитное поле, ГрМП) создавали, увеличивая напряженность естественного магнитного поля. Для этого чашку Петри с фрагментами кладки размещали на равном расстоянии (9 см) между противоположными полюсами двух постоянных магнитов цилиндрической формы. Северный магнитный полюс был сверху, южный снизу чашки. При таком расположении магнитов величина магнитной индукции в зависимости от используемых магнитов составляла 8 м/Тл, 11,5 м/Тл, 18 м/Тл.

Гипомагнитные условия (гипомагнитное поле, ГМП) создавали следующим обра-

зом. Чашку Петри с фрагментами кладок икры помещали в контейнер (20,5x17x9) со стенками из низкоуглеродистой стали (марка 10864), толщиной 0,5 см. Снаружи контейнер был покрыт оболочкой, выполненной из листовой меди, предназначенной для экранирования от электрических полей. Значение напряженности магнитного поля Земли внутри контейнера составляло 0,4 м/Тл.

Измерения напряженности магнитного поля в разных вариантах опытов проведены научными сотрудниками «НОЦ ФГБОУ ВПО СОГУ имени К.Л. Хетагурова».

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Опыт №1. Влияние гипомагнитного поля ГМП (0,4 м/Тл) на зародыши малоазиатской лягушки со стадии нейрулы до выхода из оболочек. В первом опыте и в контрольной группе распределение частот всех исследованных признаков отличается от статистически нормального, кроме длины тела. В контроле и опыте все признаки по коэффициенту вариации изменчивы в слабой степени (C_v , до 10 %). У полученных в первом варианте опыта головастиков малоазиатской лягушки, по сравнению с контролем, наблюдалось достоверное увеличение длины хвоста, по длине туловища и высоте хвоста у корня различий нет. Сравнение медиан распределений по критериям Вилкоксона и Ван-дер-Вардена показало, что есть достоверные отличия ($P < 0,001$) по длине хвоста. По критериям Фишера и Стьюдента достоверных отличий по длине тела ($P > 0,05$) не установлено. По диагностированным признакам разброс значений по критерию Ансари - Бредли ($P > 0,05$) не показал достоверных отличий.

Опыт №2. Влияние гипермагнитного поля (ГрМП 11,5 м/Тл) средней интенсивности на зародыши малоазиатской лягушки со стадии нейрулы до выхода из оболочек. Во втором опыте и в контрольной группе распределение частот всех исследованных признаков отличается от статистически нормального, кроме длины тела. В контроле и опыте все признаки по коэффициенту вариации изменчивы в слабой степени (C_v , до 10 %). У полученных во втором варианте опыта головастиков малоазиатской лягушки, по сравнению с контролем, наблюдалось достоверное увеличение длины

хвоста и длины тела. Сравнение медиан распределений по критериям Вилкоксона и Ван-дер-Вардена показало, что есть достоверные отличия по длине хвоста ($P < 0,05$). По критерию Ансари - Бредли ($P > 0,05$) не обнаружено достоверных отличий. По длине тела не установлено отличий по Фишеру и Стьюденту ($P > 0,05$).

Опыт №3. Влияние гипермагнитного поля (ГрМП 8 м/Тл) слабой интенсивности на зародыши малоазиатской лягушки со стадии нейрулы до выхода из оболочек. В третьем опыте и в контрольной группе распределение частот всех исследованных признаков отличается от статистически нормального. В контроле и опыте все признаки по коэффициенту вариации изменчивы в слабой степени (C_v , до 10 %). У полученных в третьем варианте опыта головастиков малоазиатской лягушки, по сравнению с контролем, по длине хвоста, длины тела, по длине туловища и высоте хвоста у корня различий нет. Между дисперсиями признаков контрольных экземпляров и первого варианта опыта не обнаружены достоверные различия. Сравнение медиан распределений по критериям Вилкоксона и Ван-дер-Вардена показало, что есть достоверные отличия по длине хвоста. Сравнение медиан распределений по критериям Вилкоксона и Ван-дер-Вардена показало, что по исследованным признакам достоверных отличий по не выявлено ($P > 0,05$). По критерию Ансари - Бредли ($P > 0,05$) не обнаружено достоверных отличий.

Опыт №4. Влияние вертикального гипермагнитного поля (ГрМП 11,5 м/Тл) слабой интенсивности на зародыши ма-



лоазиатской лягушки со стадии нейрулы до выхода из оболочек. В четвертом опыте и в контрольной группе распределение частот всех исследованных признаков отличается от статистически нормального, кроме длины тела. В контроле и опыте все признаки по коэффициенту вариации изменчивы в слабой степени (C_v , до 10 %). По сравнению с контролем наблюдается увеличение длины хвоста и длины тела. Сравнение медиан распределений по критериям Вилкоксона и Ван-дер-Вардена показало, что есть достоверные отличия по длине хвоста ($P < 0,001$). По параметрическому критерию Ансари - Бредли ($P > 0,05$) не обнаружено достоверных отличий. По критерию Стьюдента длина тела ($P < 0,05$) достоверно отличается.

Опыт №5. Влияние гипермагнитного поля (ГрМП 18 м/Тл) сильной интенсивности, на зародыши малоазиатской лягушки со стадии нейрулы до выхода из

оболочек. В пятом опыте и в контрольной группе распределение частот всех исследованных признаков отличается от статистически нормального, кроме длины тела. В контроле и опыте все признаки по коэффициенту вариации изменчивы в слабой степени (C_v , до 10 %). У полученных в пятом варианте опыта головастиков малоазиатской лягушки, по сравнению с контролем, наблюдалось достоверное увеличение (рис. 1) длины хвоста и длины тела, по длине туловища и высоте хвоста у корня различий нет. Сравнение медиан распределений по критериям Вилкоксона и Ван-дер-Вардена показало, что есть достоверные отличия по длине туловища ($P < 0,05$) и длине хвоста ($P < 0,001$). По критерию Стьюдента обнаружены достоверные отличия по длине тела ($P < 0,05$). По критерию Стьюдента длина тела ($P < 0,05$) достоверно отличается.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Влияние магнитных полей на период зародышевого развития со стадии нейрулы до выхода из яйцевых оболочек показал, что длина туловища является более стабильным признаком, длина хвоста увеличивается в

опытах. И только в третьем опыте, где зародыши испытывали действие слабых магнитных полей (ГрМП 8 м/Тл) слабой интенсивности длина хвоста остается неизменным по сравнению с контролем.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ломаев Г.В., Емельянова М.С., Влияние вариаций магнитного поля Земли на эмбриональное развитие *G. Gallus* // Интеллектуальные системы в производстве. 2014. N1(23). С. 127-131.
2. Рябов Ю.Г., Ломаев Г.В., Емельянова М.С. Фактор геомагнитного поля в железобетонных сооружениях // Интеллектуальные системы в производстве. 2013. N2(22). С. 181-184.
3. Коломийцев А.К. Морфологические методы в изучении влияния магнитного поля на живые организмы // Известия ЮФУ. Технические науки. 1998. N4(10). С. 115-116.
4. Горбунова Е.Л., Сухова О.Р. Определение интенсивности магнитного поля земли и его влияния на организм животных в условиях свиноводческого хозяйства Увельского района челябинской области // Молочнохозяйственный вестник: сетевой журнал. 2014. N1(13). С. 13-19. URL: <http://molochnoe.ru/journal/ru/node/395> (дата обращения: 01.12.2015).
5. Крылов В.В., Изюмов Ю.Г., Чеботарева Ю.В. Влияние типичной магнитной бури и низкочастотных магнитных полей на *Rutilus rutilus* (L.) (сравнение экспериментальных данных). Том 1 «Экологическая физиология и биохимия водных организмов». Петрозаводск: Изд-во Карельского научного центра РАН, 2010а. 88 с.
6. Бинги В.Н. Магнитобиология: эксперименты и модели. М.: Изд-во МИЛТА, 2002. 592 с.
7. Крылов В.В., Чеботарева Ю.В. Инкубация икры плотвы *Rutilus rutilus* (L.) в переменном электромагнитном поле частотой 500 Гц вызывает аномалии осевого скелета у сеголеток // Экология пресноводных экосистем и состояние здоровья населения. Оренбург: Димур. 2006. С. 80-86.
8. Чеботарева Ю.В., Изюмов Ю.Г., Крылов В.В. Влияние переменного электромагнитного поля на раннее развитие плотвы *Rutilus rutilus* (Cyprinidae, Cypriniformes) // Вопросы ихтиологии. 2009, Т. 49, N3. С. 422-428.
9. Григорьев Ю.Г. Ослабление геомагнитного поля как фактор риска при работе в экранированных помещениях // Медицина труда и промышленная экология. 1995. N4. С. 7-12.
10. Калабеков А.Л., Гацалова И.Т., Цховребова А.И. Совместное влияние глины и магнитного поля на эмбриогенез и морфологическую изменчивость головастиков малоазиатской лягушки (*Rana macrocnemis*/BOUL) // Известия Горского государственного аграрного университета. 2015. N52(4). С. 369-372.



11. Калабеков А.Л., Гассиева В.В., Гацалова И.Т. Изменчивость спинных левых и правых микро- и макромеров зародышей обыкновенного тритона *Triturus*

vulgaris в естественных и искусственных магнитных условиях // Известия Горского государственного аграрного университета. 2014. N51(3). С.306-310.

REFERENCES

1. Lomaev G.V., Yemelyanova M.S. Effects of variations in Earth's magnetic field on embryonic development of *G. gallus*. *Intellectual'nye sistemy v proizvodstve* [Intelligent systems in manufacturing]. 2014, no. 1(23), pp. 127-131. (in Russian)
2. Ryabov Yu.G., Lomaev G.V., Emelyanova M.S. Factor of geomagnetic field in reinforced concrete structures. *Intellectual'nye sistemy v proizvodstve*. [Intelligent systems in manufacturing]. 2013, no. 2(22), pp. 181-184. (in Russian)
3. Kolomiitsev A.K. Morphological methods in the study of magnetic field effect on living organisms. *Izvestiya YuFU. Tekhnicheskie nauki* [Izvestiya SFedU. Engineering sciences]. 1998, no. 4(10), pp. 115-116. (in Russian)
4. Gorbunova E.L., Sukhova O.R. Definition of intensity of the magnetic earth field and its influence on the animal organisms under the conditions of a pig-raising farm in Uvelsky district of Chelyabinsk region. *Molochnokhozyaistvennyi vestnik* [Molochnokhozyaistvennyi vestnik]. 2014, no. 1(13), pp. 13-19. (in Russian) Available at: <http://molochnoe.ru/journal/ru/node/395>. (accessed 01.12.2015)
5. Krylov V.V., Izyumov Yu.G., Chebotareva Yu.V. *Vliyanie tipichnoi magnitnoi buri i nizkochastotnykh magnitnykh polei na Rutilus rutilus (L.) (sravnenie eksperimental'nykh dannykh)* [The effect of a typical magnetic storm and low-frequency magnetic fields *Rutilus rutilus* (L.) (comparison of experimental data)]. «*Ekologicheskaya fiziologiya i biokhimiya vodnykh organizmov*». [Environmental physiology and biochemistry of aquatic organisms]. Petrozavodsk, Karelian research Centre of RAS Publ., 2010a, Vol. 1, 88 p. (in Russian)
6. Bingi V.N. *Magnitobiologiya: eksperimenty i modeli* [Magnetobiology: experiments and models]. Moscow, MILTA Publ., 2002. 592 p. (in Russian)
7. Krylov V.V., Chebotareva Yu.V. *Inkubatsiya ikry plotvy Rutilus rutilus (L.) v peremennom elektromagnitnom pole chastotoi 500 Gts vyzyvaet anomalii oseвого skeleta u segoletok* [Incubation of eggs of the roach *Rutilus rutilus* (L.) in an alternating electromagnetic field at a frequency of 500 Hz causes anomalies of the axial skeleton among the yearlings]. *Ekologiya presnovodnykh ekosistem i sostoyanie zdorov'ya naseleniya* [Ecology of freshwater ecosystems and the health of the population]. Orenburg, Dimur Publ., 2006. pp. 80-86. (in Russian)
8. Chebotareva Y.V., Izyumov Y.G., Krylov V.V. The effect of an alternating electromagnetic field upon early development in roach (*rutilus rutilus*: Cyprinidae, cypriniformes). *Voprosy ikhtiologii* [Journal of Ichthyology]. 2009, vol. 49, no. 3, pp. 422-428. (in Russian)
9. Grigor'ev Yu.G. Mild geomagnetic field as a risk factor of work in screened buildings. *Meditina truda i promyshlennaya ekologiya* [Occupational medicine and industrial ecology]. 1995, no. 4, pp. 7-12. (in Russian)
10. Kalabekov A.L., Gatsalova I.T., Tskhovrebova A.I. The combined influence of clay and magnetic fields on embryogenesis and morphological variability of tadpoles Iranian long-legged wood frog (*Rana macrocnemis*/BOUL) *Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Journal of proceedings of the Gorsky SAU]. 2015, no. 52(4). pp. 369-372. (in Russian)
11. Kalabekov A.L., Gassieva V.V., Gatsalova I.T. The variability of the dorsal left and right micro- and macromeris germ ordinary *Triton Triturus vulgaris* in natural and artificial magnetic conditions. *Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Journal of proceedings of the Gorsky SAU]. 2014, vol. 50(3). pp. 306-310. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Принадлежность к организации

Инга Т. Гацалова - аспирант кафедры зоологии, биоэкологии и биотехнологии СОГУ им. К.Л. Хетагурова, тел. (8672) 53-52-00.
ул. Ватутина, 46, г. Владикавказ, Северная Осетия-Алания, Россия, e-mail: gatsalova.inga@yandex.ru

Критерии авторства

Инга Т. Гацалова провела эксперимент, проанализировала материал, написала рукопись и несет ответственность за плагиат.

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

AUTHOR INFORMATION

Affiliations

Inga T. Gatsalova - a post-graduate student, Department of Zoology, bio-ecology and biotechnology, K.L. Khetagurov North Ossetian State University, tel.8(8672) 53-52-00, 46 Vatulina St., Vladikavkaz, North Ossetia-Alania, Russia. e-mail: gatsalova.inga@yandex.ru

Contribution

Inga T. Gatsalova conducted an experiment, analyzed the material, wrote the manuscript and is responsible for avoiding the plagiarism.

Conflict of interest

The author declares no conflict of interest.

Поступила 04.12.2015

Received 04.12.2015



Краткие сообщения / Brief reports
Обзорная статья / Review article
УДК 616.31:614.2-0-53.9-084(470.67)
DOI: 10.18470/1992-1098-2016-1-204-210

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОФИЛАКТИКИ КАРИЕСА ЗУБОВ У ДЕТЕЙ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ФАКТОРОВ СРЕДЫ

Ильяс М. Шамов, Мадина М. Мащилиева, Патимат Д. Кудоева*
кафедра пропедевтической, профилактической стоматологии,
Дагестанская государственная медицинская академия,
Махачкала, Россия, iliyas_sh@mail.ru

Резюме. Цель. В статье рассмотрены и проанализированы основные методы и средства профилактики кариеса временных и постоянных зубов у детей дошкольного и школьного возраста, описаны способы оценки и процентное соотношение эффективности методов профилактики кариеса. **Обсуждение.** Снижение количества приемов легкоусвояемых углеводов до пяти раз в день и ежедневная двухразовая индивидуальная чистка зубов с применением фторсодержащей пасты, подобранной соответственно возрасту ребенка и стандартной техники, в большинстве случаев достаточны и дают выраженный противокариозный эффект. Проведенные исследования по анализу заболеваемости кариесом зубов у детей раннего возраста выявили, что у детей с нарушением стереотипа пищевого поведения и наличием никотиновой интоксикации (пассивное курение) показатели распространенности кариеса выше в 3 раза, а интенсивности в 18 раз, чем у детей с правильным рационом питания и не подвергающихся пассивному курению. **Заключение.** Таким образом, в настоящее время существует довольно широкий спектр различных средств и методов профилактики кариеса зубов у детей дошкольного и школьного возраста, но ни один из них не дает полной гарантии его предупреждения, но при дисциплинированном проведении профилактических мероприятий по рекомендации и под контролем стоматолога кариозный процесс можно стабилизировать или передвинуть на более дальние сроки психологически сложные для ребенка методы лечения кариозных заболеваний.

Ключевые слова: кариес, дети, профилактика, фторидсодержащие средства, реминерализация, герметизация фиссур.

Формат цитирования: Шамов И.М., Мащилиева М.М., Кудоева П.Д. Эффективность проведения профилактики кариеса зубов у детей при воздействии неблагоприятных факторов среды // Юг России: экология, развитие. 2016. Т.11, N1. С.204-210. DOI: 10.18470/1992-1098-2016-1-204-210

EFFECTIVENESS OF PREVENTION OF DENTAL CARIES IN CHILDREN UNDER ADVERSE ENVIRONMENTAL FACTORS

Ilyas M. Shamov, Madina M. Maschilieva, Patimat D. Kudaeva*
Department of propaedeutic, preventive dentistry, Dagestan State
Medical Academy, Makhachkala, Russia, iliyas_sh@mail.ru

Abstract. Aim. The article deals with the main methods and techniques for the prevention of caries of temporary and permanent teeth in children of preschool and school ages, as well as the methods for evaluating and the percentage of the effectiveness caries prevention. **Discussion.** Reducing the amount of digestible carbohydrates for up to five times a day and a daily double-entry tooth brushing with fluoride toothpaste matched according to age of the child and the standard technique. In most cases these measures are sufficient and prove to be effective. The research on the incidence of dental caries in children has found that among children with disordered eating behavior and nicotine intoxication (passive smoking) dental caries prevalence rates are 3 times higher, and the intensity is 18 times higher than that of children with the right diet and not exposed to passive smoking. **Conclusion.** Thus, at the moment there is a fairly wide range of different means and methods of preventing dental caries in children of preschool and school age, but none of these guarantee the prevention of caries, but with implementation of preventive measures on the advice and under the dentist's supervision carious processes can be slowed or moved over longer periods while treatment of carious disease can be psychologically difficult for the child.

Keywords: dental caries, children, prevention, fluorinated agents, remineralization, sealing the fissures.



For citation: Shamov I.M., Maschilieva M.M., Kudaeva P.D. Effectiveness of prevention of dental caries in children under adverse environmental factors. *South of Russia: ecology, development*. 2016, vol. 11, no. 1, pp. 204-210. (in Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2016-1-204-210

ВВЕДЕНИЕ

Кариозные заболевания зубов в детском возрасте в современном мире остается актуальной проблемой, так как в различных регионах России интенсивность заболевания достигает 60% - 98%. Несмотря на существенные достижения в кариесологии, прирост кариеса повышается, что требует создания нового поколения профилактических мер [1].

Ведущей причиной прогрессирования и «омоложения» кариеса являются низкая санитарная культура, и слабая мотивация родителей и, соответственно, их детей к

профилактике стоматологических заболеваний. Повысить стоматологический уровень здоровья возможно только через массовое просвещение и профилактическую работу, используя все доступные методы и средства.

Известно, что кариес является многофакторным заболеванием. Основной причиной развития кариеса является изменение в микробиоценозе ротовой полости (наличие кариесогенных бактерий и присутствие легко перевариваемых углеводов), возникающие под влиянием различных местных и общих кариесогенных факторов [2].

ОБСУЖДЕНИЕ

Основой первичной профилактики кариеса зубов является использование методов и средств, направленных на устранение факторов риска и причин заболевания (повышение устойчивости эмали и организма в целом к воздействию неблагоприятных факторов), а также оптимизация и интенсификация всех лечебно-профилактических стоматологических мероприятий [3].

К методам первичной профилактики относятся стоматологическое просвещение населения, индивидуальная гигиена полости рта, рациональное питание, эндогенное использование фторидов, местное применение реминерализующих средств. Рассмотрим эти методы подробнее и оценим их эффективность.

Стоматологическое просвещение включает в себя информирование родителей детей о факторах риска возникновения кариеса и способах их устранения; обучения правилам рационального гигиенического ухода и питания детей, мотивация к регулярному посещению стоматолога не менее 2 раз в год. Методом оценки эффективности стоматологического просвещения могут быть анкетирование населения, изменение показателей, определяющий уровень гигиены полости рта и состояние твердых тканей зубов ребенка [4].

Индивидуальная гигиена полости рта ребенка подразумевает тщательное и регу-

лярное удаление зубных отложений с поверхности зубов и десен с помощью различных средств 2 раза в день утром и вечером через 30 – 40 минут после еды, полоскание полости рта после каждого приема пищи. Данные процедуры осуществляется детьми и их родителями с помощью зубных щеток, зубных паст, зубных нитей, ополаскивателей для полости рта, жевательной резинки, межзубных ершиков. Проведение профессиональной гигиены полости рта, как неотъемлемой части стоматологической профилактики, осуществляет стоматолог или гигиенист, они же дают рекомендации по правильной методике очищения зубов и использованию средств гигиены.

Рациональное питание у детей включает в себя сокращение в рационе питания легкоферментируемых углеводов и сахаров; употребление твердой пищи (овощей, фруктов), профилактика алиментарного дефицита минеральных элементов и витаминов путем употребления витаминно-минеральных комплексов (Кальцинова, Кальцевита, Берокка Са+Mg, Кальций -Д3 никомед форте) по рекомендации врача [4].

J.O. Frencken и соавторы считают, что снижение количества приемов легкоусвояемых углеводов до пяти раз в день и ежедневная двухразовая индивидуальная чистка зубов с применением фторсодержащей пасты, подобранной соответственно возрасту



ребенка, и стандартной техники, в большинстве случаев достаточны и дают выраженный противокариозный эффект [5].

Пробиотики – новое направление в профилактике кариозных заболеваний у детей. Пробиотики (ПБ) – это живые микроорганизмы, которые при употреблении в достаточном количестве оказывают положительный эффект на здоровье организма хозяина [6]. Наиболее распространенными в практике педиатра являются лактобациллы (LAB) и бифидобактерии (BB). Эти бактерии, являясь представителями нормальной микрофлоры ротовой полости, не играют роли в иницировании развития кариозных заболеваний, даже несмотря на то, что они относятся к сахаролитикам и ферментируют углеводы [7]. LAB продуцируют ряд антимикробных компонентов, таких как органические кислоты, бактериоцины, ингибиторы адгезии, что способствует нормализации микробного состава [8]. В исследовании Sookhee S. et al. было показано, что LAB благодаря антибактериальной активности в значительном проценте случаев нормализуют оральную микрофлору, в том числе ингибируя рост *Str. mutans*. Некоторые бактерии отличаются особенной избирательностью ингибировать рост *Str. mutans* и, следовательно, могут быть использованы с целью профилактики кариозных заболеваний [9].

Проведенные исследования по анализу заболеваемости кариесом зубов у детей раннего возраста выявили, что у детей с нарушением стереотипа пищевого поведения и наличием никотиновой интоксикации (пассивное курение) показатели распространенности кариеса выше в 3 раза, а интенсивности в 18 раз, чем у детей с правильным рационом питания и не подвергающихся пассивному курению [10].

Эндогенное системное использование препаратов фтора у детей дошкольного и школьного возраста предусматривает поступление фторидов в организм с пищей (фторирование питьевой воды, молока, соли) или принимаемыми внутрь препаратами (таблетки фторида натрия) по назначению врача. Эффективность метода оценивается снижением интенсивностью кариеса на 50–60 % при длительном употреблении [4].

Местное применение фторидосодержащих средств включает в себя использование зубных паст (с 2-3 лет), фторидосодер-

жащих лаков (Duraphat, Bifluorid 12, Fluor Protector), гелей (Fluocal Gel, Nurpo APF, Elmex), растворов фторида натрия для полосканий (с 6 лет) и для аппликаций, эмаль-герметизирующего ликвида, ополаскиватели на основе фтора (с 6 лет). Курс применения по рекомендации стоматолога 1-2 раза в год. Эффективность метода оценивается снижением интенсивностью кариеса на 30 - 40 % [4].

Многие дети раннего возраста обладают повышенной тревожностью, страхом перед врачами и беспокойством, они не способны длительное время находиться в кресле стоматолога во время профилактических мероприятий [11]. Именно для таких детей было изобретено и исследовано эффективное средство для лечения кариеса в стадии меловидного пятна в домашних условиях, получившая название - полимерная стоматологическая пленка «Диплен Ф». Она содержит фторид натрия и хлоргексидина биглюконат в равном количестве по 0,01—0,03 мг/см². Фторид натрия повышает устойчивость эмали зубов к кариесу, а хлоргексидина биглюконат подавляет жизнедеятельность патогенных бактерий. Низкая концентрация фторида не является токсичной, структура пленки препятствует выходу активных компонентов из пленки в полость рта и попаданию их в желудочно-кишечный тракт. При сочетании пленки «Диплен Ф» с зубной пастой «ROCS baby» происходило восстановление структуры эмали временных зубов у всех обследованных детей [12].

Применение у детей дошкольного и школьного возраста реминерализующих средств, в результате которого происходит частичное восстановление плотности поврежденной эмали и повышается ее кариесрезистентность, проводится путем аппликации на поверхность зубов препаратов, содержащих соединения кальция, фосфата и фторида. Эффективными препаратами широко применяемыми в стоматологии являются раствор глюконата кальция, ремодент, GC Tooth Mousse, Rocs гель и др.). Курс профилактики, назначаемый врачом, колеблется от 1 недели до 1 месяца. Эффективность данного метода оценивается снижением интенсивностью кариеса на 50 - 60% [4].

Исследования выявили, что местное применение кальций-фосфатсодержащих средств «R.O.C.S. Medical Minerals» в течение



ние двух лет позволяет добиться существенного снижения прироста кариеса зубов у детей [13].

Герметизация фиссур, как метод первичной профилактики у детей, заключается в изоляции слабоминерализованных фиссур постоянных зубов (с 6-7 лет) в период созревания эмали путем создания физического барьера, предотвращающего попадание в ретенционные участки эмали микроорганизмов из полости рта, способных вызвать деминерализацию [14]. Эффективными материалами являются Fissurit F, Эстерфил Ca/F, Tetric Flow и др. Для достижения наибольшей эффективности профилактики кариеса (78 - 92%) герметизацию проводят сразу или в течение года после прорезывания постоянных зубов. Эффект герметизации и, соответственно, предотвращение развития кариеса в этой зоне зуба, достигается сроком обычно от 1-2 до 7-8 лет [15].

Высокая клиническая эффективность глубокого фторирования для профилактики кариеса зубов показана в работе С. Кларквост и соавт., которые установили, что через 4-5 лет после проведения герметизации фиссур 715 постоянных зубов методом глубокого фторирования интактными остались 95,2% из них [16].

Экспериментально доказано, что через 6 месяцев после проведения глубокого фторирования “Эмаль-герметизирующим ликвидом” у детей в возрасте 6-7 лет 95,3% первых постоянных моляров остаются с неизменными фиссурами, а после герметизации фиссур силантом “Fissurit F” сохранность герметика и его выпадение при сохранении интактных фиссур наблюдаются в 29,2% и 25,0% зубов [17].

По данным И.В. Кравчук [18], применение метода глубокого фторирования для профилактики кариеса фиссур постоянных и временных зубов у детей 6-8 лет позволяет достигнуть 66,9% и 74,6% редукции прироста кариеса за 1,5 года. Через 18 меся-

цев после проведения глубокого фторирования эмали временных зубов развитие кариеса происходит в 22,8% случаев, чаще у детей с высокой активностью кариозного процесса (37,7%), при неудовлетворительном гигиеническом состоянии моляров (34,2%) и в молярах с жевательной поверхностью 1-го типа (открытые слабоминерализованные фиссуры, 44,4%) [19]. Таким образом, глубокое фторирование твердых тканей зубов является эффективным методом профилактики и лечения кариеса зубов, перспективным для широкого применения в клинической стоматологической практике.

На основании 10-летнего опыта исследований установлено, что применение препарата «Имудон» стабилизирует улучшение гигиенического состояния полости рта, наступающее после профессиональной гигиены: до 6 месяцев у детей в возрасте 6 лет, и до 1 года - в возрасте 12 и 15 лет. Использование препарата Имудон целесообразно в комплексных противокариозных лечебно-профилактических мероприятиях, включающих профессиональную гигиену полости рта. Реминерализующая активность слюны, нарастающая после проведения профессиональной гигиены полости рта, значительно усиливается на фоне приема «Имудона» [20].

Эффективность проводимых профилактических мероприятий у детей дошкольного и школьного возраста по редукции кариозного процесса стоматологи оценивают по индексу гигиены полости рта, по контролируемой чистке зубов с применением красителей, по динамике индексов распространенности и интенсивности кариеса зубов и поверхностей, по уровню стоматологической помощи, по тесту резистентности эмали, по редукции кариеса зубов и поверхностей, по оценке свойств ротовой жидкости и зубного налета. Оценка проводится до, во время и после профилактики [4].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в настоящее время существует довольно широкий спектр различных средств и методов профилактики кариеса зубов у детей дошкольного и школьного возраста, но ни один из них не дает полной гарантии его предупреждения, но при дисциплинированном проведении

профилактических мероприятий по рекомендации и под контролем стоматолога кариозный процесс можно стабилизировать или передвинуть на более дальние сроки психологически сложные для ребенка методы лечения кариозных заболеваний.



БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Marsh P.D. Antimicrobial strategies in the prevention of dental caries. *Caries research*. 2013, Vol. 27, Suppl. 1. pp. 72-76.
2. Ademuwagun L.A. Information and motivation in Health Education. *Health Education Journal* 2012. Vol. 31, N 8. pp. 58-61.
3. Pakhomov G.N., Ivanova K., Moller I.J. Dental caries-reducing effects of a milk fluoridation project in Bulgaria. *Journal of Public Health Dentistry*. 2005, Vol. 55. pp. 234-237.
4. Волков Е.Ф., Янушевич О.О. Терапевтическая стоматология. Болезни зубов, часть 1. М.: Геотар Медицина. 2012. С. 27-165.
5. Frencken J.E., Peters M.C., Manton D.J., Leal S.C., Gordan V.V., Eden E. Minimal intervention dentistry for managing dental caries – a review. *International Dental Journal*. 2012. Vol. 62, iss. 5. pp. 223-243. DOI: 10.1111/idj.12007
6. FAO/WHO. First Global Forum of Food Safety Regulators. Geneva/Rome, 20 Dec. 2001. PR 01/101.
7. Simark-Mattsson C., Emilson C.G., Hakkansson E.G. Jacobsson C., Roos K., Holm S. Lactobacillus-mediated interference of mutans streptococci in caries-free vs. caries active subjects. *European Journal of Oral Sciences*. 2007, vol. 115, iss. 4. pp. 308-314. DOI: 10.1111/j.1600-0722.2007.00458.x
8. Meurman J.H. Probiotics: do they have a role in oral medicine and dentistry? *European Journal of Oral Sciences*. 2005, vol. 113, iss. 3. pp. 188-196. DOI: 10.1111/j.1600-0722.2005.00191.x
9. Sookhee S., Chulasiri M., Prachyabrued W. Lactic acid bacteria from healthy oral cavity of Thai volunteers: inhibition of oral pathogens. *Journal of Applied Microbiology*. 2001. 90(2), pp. 172-179.
10. Семенова О.В., Пылков А.И. Оценка эффективности применения программы профилактики кариеса у детей раннего возраста // Медицина и образование в Сибири: сетевой журнал. 2014, N6. URL: <http://ngmu.ru/cozo/mos/article/pdf.php?id=1593> (дата обращения: 07.12.2015)
11. Dotsenko A., Kuzminskaya O. Psychological management of junior children's behavior in dental anxiety. *Archives of Medical Science*. 2014; 2, suppl. 1. pp. 43-44.
12. Арутюнов С.Д., Свердлова М.Г., Купец Т.В. Ранняя профилактика кариеса у детей // Профилактика Today. 2009. URL: http://www.rocs.ru/early_phophylaxis.html (дата обращения: 07.12.2015)
13. Харитонов Т.П., Лебедева С.Н., Казакова Л.Н. Ранняя профилактика кариеса зубов у детей // Саратовский научно-медицинский журнал. 2011. Т. 7, N1. С. 260-262.
14. Marinho V.C.C., Worthington H.V., Walsh T., Clarkson J.E. Fluoride varnishes for preventing dental caries in children and adolescents. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2013, Issue 7. Art. No.: CD002279. DOI: 10.1002/14651858.CD002279.pub2. URL: <http://onlinelibrary.wiley.com/enhanced/doi/10.1002/14651858.CD002279.pub2> (дата обращения: 07.12.2015).
15. Lemos L.V.F.M., Felizardo K.R., Myaki S.I., Lopes M.B. Moura S.K. Bond strength and morphology of resin materials applied to the occlusal surface of primary molars. *International Journal of Paediatric Dentistry*. 2012. Vol. 22, Iss. 6. pp. 435-441. DOI: 10.1111/j.1365-263X.2011.01213.x
16. Knappwost C., Lehmann R., Trondle H. Nichtinvasive mineralische fissurenversiegelung durch Cu-dotierte tiefenfluoridierung. *ZMK*. 1999. Vol. 1-2. pp. 6-10.
17. Адамчик Ю.А., Варно А.А. Сравнительная эффективность глубокого фторирования и герметизации фиссур первых постоянных моляров // Материалы международной научной конференции студентов и молодых ученых «Актуальные проблемы современной медицины». Минск. 2005. С. 5-7.
18. Кравчук И.В. Клинико-лабораторное обоснование выбора метода герметизации фиссур постоянных и временных зубов у детей // Автореф. дис. канд. мед. наук. Минск: БелМАПО. 2005. 16 с.
19. Фурсик Д.И. Сравнительная эффективность различных методов профилактики кариеса жевательной поверхности молочных моляров у детей в возрасте 1-5 лет // Автореф. дисс. канд. мед. наук. Волгоград: Волгогр. Гос. Мед. Университет. 2005. 23 с.
20. Китаева Е.В. Применение препарата «Имудон» в комплексной профилактике кариеса зубов у детей и подростков, проживающих в крупном индустриальном городе // Автореф. дисс. канд. мед. наук. 2010. 143 с.

REFERENCES

1. Marsh P.D. Antimicrobial strategies in the prevention of dental caries. *Caries research*. 2013, Vol. 27, Suppl. 1. pp. 72-76.
2. Ademuwagun L.A. Information and motivation in Health Education. *Health Education Journal* 2012. Vol. 31, N8. pp. 58-61.
3. Pakhomov G.N., Ivanova K., Moller I.J. Dental caries-reducing effects of a milk fluoridation project in Bulgaria. *Journal of Public Health Dentistry*. 2005, Vol. 55. pp. 234-237.
4. Volkov E.F., Yanushevich O.O. *Terapevticheskaya stomatologiya* [Therapeutic dentistry]. *Bolezni zubov, chast' 1* [Tooth diseases, part 1]. Moscow, Geotar Medicine Publ., 2012. pp. 27-165. (in Russian)
5. Frencken J.E., Peters M.C., Manton D.J., Leal S.C., Gordan V.V., Eden E. Minimal intervention dentistry for managing dental caries – a review. *International Dental Journal*. 2012. Vol. 62, iss. 5. pp. 223-243. DOI: 10.1111/idj.12007
6. FAO/WHO. First Global Forum of Food Safety Regulators. Geneva/Rome, 20 Dec. 2001. PR 01/101.



7. Simark-Mattsson C., Emilson C.G., Hakkansson E.G. Jacobsson C., Roos K., Holm S. Lactobacillus-mediated interference of mutans streptococci in caries-free vs. caries active subjects. *European Journal of Oral Sciences*. 2007, vol. 115, iss. 4. pp. 308-314. DOI: 10.1111/j.1600-0722.2007.00458.x
8. Meurman J.H. Probiotics: do they have a role in oral medicine and dentistry? *European Journal of Oral Sciences*. 2005, vol. 113, iss. 3. pp. 188-196. DOI: 10.1111/j.1600-0722.2005.00191.x
9. Sookhee S., Chulasiri M., Prachyabrued W. Lactic acid bacteria from healthy oral cavity of Thai volunteers: inhibition of oral pathogens. *Journal of Applied Microbiology*. 2001. 90(2), pp. 172-179.
10. Semen'kova O.V., Pylkov A.I. [Evaluating the effectiveness of caries prevention program for young children]. *Meditcina i obrazovanie v Sibiri*, 2014, no. 6. Available at: <http://ngmu.ru/cozo/mos/article/pdf.php?id=1593>. (accessed 07.12.2015)
11. Dotsenko A., Kuzminskaya O. Psychological management of junior children's behavior in dental anxiety. *Archives of Medical Science*. 2014; 2, suppl. 1. pp. 43-44.
12. Arutyunov S.D., Sverdlova M.G., Kupets T.V. [Early prevention of dental caries in children]. *Profilaktika Today*. 2009. (in Russian) Available at: http://www.rocs.ru/early_phophylaxis.html. (accessed 07.12.2015)
13. Kharitonov A.T.P., Lebedeva S.N., Kazakova L.N. Early prevention of dental caries in children. *Saratovskij nauchno-meditsinskij zhurnal [Saratov Journal of Medical Scientific Research]*. 2011. vol. 7, no. 1. pp. 260-262. (in Russian)
14. Marinho V.C.C., Worthington H.V., Walsh T., Clarkson J.E. Fluoride varnishes for preventing dental caries in children and adolescents. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2013, Issue 7. Art. No.: CD002279. DOI: 10.1002/14651858.CD002279.pub2. Available at: <http://onlinelibrary.wiley.com/enhanced/doi/10.1002/14651858.CD002279.pub2>. (accessed 07.12.2015)
15. Lemos L.V.F.M., Felizardo K.R., Myaki S.I., Lopes M.B. Moura S.K. Bond strength and morphology of resin materials applied to the occlusal surface of primary molars. *International Journal of Paediatric Dentistry*. 2012. Vol. 22, Iss. 6. pp. 435-441. DOI: 10.1111/j.1365-263X.2011.01213.x
16. Knappwost C., Lehmann R., Trondle H. Nichtvvasive mineralische fissurenversiegelung durch Cu-dotierte tiefenfluoridierung. *ZMK*. 1999. Vol. 1-2. pp. 6-10.
17. Adamchik Yu.A., Varno A.A. Sravnitel'naya effektivnost' glubokogo fluorirovaniya i germetizatsii fissur pervykh postoyannykh molyarov [Comparative efficacy of deep fluoridation and fissure sealing first permanent molars]. *Materialy mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii studentov i molodykh uchenykh «Aktual'nye problemy sovremennoi meditsiny»*, Minsk, 2005 [Proceedings of the international scientific conference of students and young scientists "Actual problems of modern medicine", Minsk, 2005]. Minsk, 2005. pp. 5-7. (in Russian)
18. Kravchuk I.V. *Kliniko-laboratornoe obosnovanie vybora metoda germetizatsii fissur postoyannykh i vremennykh zubov u detei* [Clinico-laboratory substantiation method selection fissure sealing of permanent and temporary teeth in children. Diss. of the cand. of med. sci.]. Minsk, BelMAPO Publ., 2005. 16 p.
19. Fursikov D.I. *Sravnitel'naya effektivnost' razlichnykh metodov profilaktiki kariesa zhevatel'noi poverkhnosti molochnykh molyarov u detei v vozraste 1-5 let* [Comparative efficacy of various methods of preventing caries chewing surfaces of molars in children aged 1-5 years. Diss. of the cand. of med. sci.]. Volgograd, Volgograd State Medical University Publ., 2005. 23 p.
20. Kitaeva E.V. *Primenenie preparata «Imudon» v kompleksnoi profilaktike kariesa zubov u detei i podrostkov, prozhivayushchikh v krupnom industrial'nom gorode* [Use of the drug "Imudon" in comprehensive prevention of dental caries in children and adolescents living in a large industrial city. Diss. of the cand. of med. sci.]. 2010. 143 p.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Ильяс М. Шамов* – кандидат медицинских наук, доцент кафедры пропедевтической, профилактической стоматологии, Дагестанская государственная медицинская академия, ул. Ленина, 1, Махачкала, 367025 Россия, тел.: 8-960-411-14-93; e-mail: iliyas_sh@mail.ru

Мадина М. Машильева – кандидат медицинских наук, ассистент, кафедра пропедевтической, профилактической стоматологии, Дагестанская государственная медицинская академия, Махачкала, Россия.

Патимат Д. Кудиева – ассистент, кафедра пропедевтической, профилактической стоматологии, Дагестанская государственная медицинская академия, Махачкала, Россия.

AUTHOR INFORMATION Affiliations

Ilyas M. Shamov - Ph.D. of medicine, Department of the propaedeutic, prophylactic stomatology, Dagestan State Medical Academy. 1, Lenin st., Makhachkala, 367025 Russia, e-mail: iliyas_sh@mail.ru

Madina M. Mashilieva - Ph.D. of medicine, Department of the propaedeutic, prophylactic stomatology, Dagestan State Medical Academy, Makhachkala, Russia

Patimat D. Kudieva – assistant, Department of the propaedeutic, prophylactic stomatology, Dagestan State Medical Academy, Makhachkala, Russia



Критерии авторства

Ильяс М. Шамов и Патимат Д. Кудиева проанализировали литературные данные. Ильяс М. Шамов написал рукопись и несет ответственность за плагиат.

Мадина М. Машильева корректировала рукопись до подачи в редакцию.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 09.12.2015

Contribution

Ilyas M. Shamov and Patimat D. Kudaeva, analyzed the literature sources. Ilyas M. Shamov, wrote the manuscript and responsible for avoiding the plagiarism. Madina M. Maschilieva, corrected the manuscript prior to submission to the editorial board.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Received 09.12.2015



КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

С ПРАВИЛАМИ ДЛЯ АВТОРОВ НАУЧНО-ОБЩЕСТВЕННОГО ЖУРНАЛА «ЮГ РОССИИ: ЭКОЛОГИЯ, РАЗВИТИЕ»

можете ознакомиться на сайте

<http://ecodag.elpub.ru>

По всем интересующим Вас вопросам обращаться
в редакцию журнала по контактам:

Гусейнова Надира Орджоникидзева

к.б.н., доцент, e-mail: dagecolog@rambler.ru ,
nadira_guseynova@mail.ru, моб. тел. +79285375323

Иванушенко Юлия Юрьевна

магистр экологии, e-mail: dagecolog@rambler.ru ,
yuliya.ivanushenko@mail.ru моб. тел. +79894778519

367001, Россия, г. Махачкала, ул. Дахадаева, 21,
ГУ Институт прикладной экологии
тел./факс: +7(8722) 56-21-40

Ссылка на мобильное приложение журнала "Юг России: экология, развитие"
для телефонов на платформе Android

<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.elpub.ecodag>
для iPhone https://appsto.re/ru/0YnP_.i

CONTACT INFORMATION: SCIENTIFIC AND PUBLIC JOURNAL "SOUTH RUSSIA: ECOLOGY, DEVELOPMENT"

If you have any questions, please contact the editorial office:

Nadira Guseynova Ordzhonikidzeva,

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor,
e-mail: dagecolog@rambler.ru , nadira_guseynova@mail.ru
tel. +79285375323

Yuliya Ivanushenko Yuryevna, master of ecology

e-mail: dagecolog@rambler.ru , yuliya.ivanushenko@mail.ru
tel. +79894778519

Editorial address:

367001, Russia, Makhachkala, 21 Dakhadaeva st.
tel. / fax: +7 (8722) 56-21-40