

ВЕСТНИК
МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ОБЛАСТНОГО УНИВЕРСИТЕТА

ISSN 2072-8352 (print)

2016 / №3

ISSN 2310-7189 (online)

серия

ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

Научный журнал основан в 1998 г.

Журнал «Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки» включён в «Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертации на соискание учёной степени доктора и кандидата наук» Высшей аттестационной комиссии при Министерстве образования и науки Российской Федерации (см.: Список журналов на сайте ВАК при Минобрнауки РФ) по химическим наукам (02.00.00); наукам о Земле (25.00.00); биологическим наукам: группы специальностей Физико-химическая биология (03.01.00), Общая биология (03.02.00), Физиология (03.03.00).

The academic journal is established in 1998

"Bulletin of Moscow State Regional University. Series: Natural Sciences" is included by the Supreme Certifying Commission of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation into "the List of leading reviewed academic journals and periodicals recommended for publishing in corresponding series basic research thesis results for a Ph.D. Candidate or Doctorate Degree" (See: the online List of journals at the site of the Supreme Certifying Commission of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation). The journal features articles that comply with the content of such scientific branches as Chemical Sciences (02.00.00); Earth Sciences (25.00.00); and Biological Sciences, which include a group of specialties, namely, Physico-Chemical Biology (03.01.00), General Biology (03.02.00), and Physiology (03.03.00).

ISSN 2072-8352 (print)

2016 / №3

ISSN 2310-7189 (online)

series

NATURAL SCIENCES

BULLETIN OF THE MOSCOW STATE
REGIONAL UNIVERSITY

Учредитель журнала «Вестник Московского государственного областного университета»:

Государственное образовательное учреждение высшего образования Московской области

Московский государственный областной университет

Выходит 4 раза в год

Редакционно-издательский совет «Вестника Московского государственного областного университета»

Хроменков П.Н. — к.филол.н., проф., ректор Московского государственного областного университета (председатель совета)

Ефремова Е.С. — к. филол. н., начальник Информационно-издательского управления Московского государственного областного университета (зам. председателя)

Клычников В.М. — к.ю.н., к.и.н., проф., проректор по учебной работе и международному сотрудничеству Московского государственного областного университета (зам. председателя)

Антонова Л.Н. — д.пед.н., академик РАО, Комитет Совета Федерации по науке, образованию и культуре

Асмолов А.Г. — д.псх.н., проф., академик РАО, директор Федерального института развития образования

Климов С.Н. — д.ф.н., проф., Московский государственный университет путей сообщения (МИИТ)

Клобуков Е.В. — д. филол. н., проф., МГУ им. М.В. Ломоносова

Манойло А.В. — д.пол.н., проф., МГУ им. М.В. Ломоносова

Новоселов А.Л. — д.э.н., проф., Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова

Пасечник В.В. — д.пед.н., проф., Московский государственный областной университет

Поляков Ю.М. — к. филол. н., главный редактор «Литературной газеты»

Рюмцев Е.И. — д.ф.-м.н., проф., Санкт-Петербургский государственный университет

Хухуни Г.Т. — д.филол.н., проф., Московский государственный областной университет

Чистякова С.Н. — д. пед. н., проф., член-корр. РАО

ISSN 2072-8352 (print)

ISSN 2310-7189 (online)

Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. — 2016. — № 3. — 168 с.

Журнал «Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки» зарегистрирован в Федеральной службе по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия. Регистрационное свидетельство ПИ № ФС77-26171.

**Индекс серии «Естественные науки»
по Объединенному каталогу «Пресса России» 40564**

© МГОУ, 2016.

© ИИУ МГОУ, 2016.

Редакционная коллегия серии «Естественные науки»

Ответственный редактор серии:

Снисаренко Т.А. — д. б. н., проф., МГОУ

Зам. ответственного редактора серии:

Крылов П.М. — к. г. н., доц., МГОУ

Ответственный секретарь:

Мануков Ю.И. — к. б. н., доц., МГОУ

Члены редакционной коллегии серии:

Аллахвердиев С.Р. — д.б.н., проф., Бартынский университет (Турция); **Васильев Н.В.** — д.х.н., проф., МГОУ;

Вацадзе С.З. — д.х.н., проф., МГУ им. М.В. Ломоносова;

Голубченко И.В. — к.г.н., доц., Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ (г. Москва); **Гордеев М.И.** — д.б.н., проф.,

МГОУ; **Конищев А.С.** — д.б.н., проф., МГОУ; **Молоканова**

Ю.П. — к.б.н., доц., МГОУ; **Мурадов П.З.** — д.б.н., проф.,

Институт микробиологии Национальной академии наук

Азербайджана (г. Баку); **Расулов М.М.** — д.м.н., проф.,

Научно-исследовательский институт химии и техно-

логии элементоорганических соединений (г. Москва);

Ткачева З.Н. — к.п.н., доц., МГОУ; **Чернышенко С.В.** —

д.б.н., к.ф.-м.н., проф., Университет Кобленц-Ландау

(Германия); **Юнусов Х.Б.** — к.х.н., доц., МГОУ

Журнал включен в базу данных Российского индекса научного цитирования (РИНЦ), имеет полнотекстовую сетевую версию в Интернете на платформе Научной электронной библиотеки (www.elibrary.ru), а также на сайте Московского государственного областного университета (www.vestnik-mgou.ru)

При цитировании ссылка на конкретную серию «Вестника МГОУ» обязательна. Воспроизведение материалов в печатных, электронных или иных изданиях без разрешения редакции запрещено. Опубликованные в журнале материалы могут использоваться только в некоммерческих целях. Ответственность за содержание статей несут авторы. Мнение редколлегии серии может не совпадать с точкой зрения автора. Рукописи не возвращаются.

**Адрес Отдела по изданию научного журнала
«Вестник Московского государственного
областного университета»**

г. Москва, ул. Радио, д.10А, офис 98

тел. (495) 780-09-42 (доб. 6401); (495) 723-56-31

e-mail: vest_mgou@mail.ru; сайт: www.vestnik-mgou.ru

Founder of journal «Bulletin of the Moscow State Regional University»:

Moscow State Regional University

Issued 4 times a year

Series editorial board «Natural Sciences»

Editor-in-chief:

T.A. Snisarenko – Doctor of Biology, Professor, MSRU

Deputy editor-in-chief:

P.M. Krylov – Ph.D. in Geography, Associate Professor, MSRU

Executive secretary of the series:

Yu.I. Manukov – Ph.D. in Biology, MSRU

Members of Editorial Board:

S.R. Allahverdiev – Doctor of Biology, Professor, Bartin University (Turkey); **N.V. Vasiljev** – Doctor of Chemistry, Professor, MSRU; **S.Z. Vatsadze** – Doctor of Chemistry, Professor, Lomonosov Moscow State University; **I.V. Golubchenko** – Ph.D. in Geography, Associate Professor, Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (Moscow); **M.I. Gordeyev** – Doctor of Biology, Professor, MSRU; **A.S. Konichev** – Doctor of Biology, Professor, MSRU; **Yu.P. Molokanova** – Ph.D. in Biology, Associate professor, MSRU; **P.Z. Muradov** – Doctor of Biology, Professor, Institute of Microbiology of the National Academy of Sciences of Azerbaijan (Baku); **M.M. Rasulov** – Doctor of Medicine, Professor, State Research Institute for the Chemistry and Technology of Hetero-Organic Compounds (Moscow); **Z.N. Tkacheva** – Ph.D. in Pedagogy, Associate Professor, MSRU; **S.V. Chernishenko** – Ph.D. in Physics and Mathematics, Doctor of Biology, Professor, University of Koblenz-Landau (Germany); **Kh.B. Yunusov** – Ph.D. in Chemistry, Associate Professor, MSRU

The journal is included into the database of the Russian Science Citation Index, has a full text network version on the Internet on the platform of Scientific Electronic Library (www.elibrary.ru), as well as at the site of the Moscow State Regional University (www.vestnik-mgou.ru)

At citing the reference to a particular series of «Bulletin of the Moscow State Regional University» is obligatory. The reproduction of materials in printed, electronic or other editions without the Editorial Board permission, is forbidden. The materials published in the journal are for non-commercial use only. The authors bear all responsibility for the content of their papers. The opinion of the Editorial Board of the series does not necessarily coincide with that of the author. Manuscripts are not returned.

The Editorial Board address:

Moscow State Regional University

10A Radio st., office 98, Moscow, Russia

Phones: (495) 780-09-42 (add. 6101); (495) 723-56-31

e-mail: vest_mgou@mail.ru; Site: www.vestnik-mgou.ru

Publishing council «Bulletin of the MSRU»

P.N. Khromenkov – Ph. D. in Philology, Professor, Rector of MSRU (Chairman of the Council)

E.S. Yefremova – Ph. D. in Philology, Head of Information and Publishing Department (Vice-Chairman of the Council)

V.M. Klychnikov – Ph.D. in Law, Ph. D. in History, Professor, Vice-Principal for academic work and international cooperation of MSRU (Vice-Chairman of the Council)

L.N. Antonova – Doctor of Pedagogics, Member of the Russian Academy of Education, The Council of the Federation Committee on Science, Education and Culture

A.G. Asmolov – Doctor of Psychology, Professor, Member of the Russian Academy of Education, Principal of the Federal Institute of Development of Education

S.N. Klimov – Doctor of Philosophy, Professor, Moscow State University of Railway Engineering

E.V. Klobukov – Doctor of Philology, Professor, Lomonosov Moscow State University

A.V. Manoylo – Doctor of Political Science, Professor, Lomonosov Moscow State University

A.L. Novosjolov – Doctor of Economics, Professor, Plekhanov Russian University of Economics

V.V. Pasechnik – Doctor of Pedagogics, Professor, MSRU

Yu. M. Polyakov – Ph.D. in Philology, Editor-in-chief of "Literaturnaya Gazeta"

E.I. Rjuntsev – Doctor of Physics and Mathematics, Professor, Saint Petersburg State University

G. T. Khukhuni – Doctor of Philology, Professor, MSRU

S.N. Chistyakova – Doctor of Pedagogics, Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Education

ISSN 2072-8352 (print)

ISSN 2310-7189 (online)

Bulletin of the Moscow State Regional University. Series: Natural sciences. – 2016. – № 3. – 168 p.

The series «Natural sciences» of the Bulletin of the Moscow State Regional University is registered in Federal service on supervision of legislation observance in sphere of mass communications and cultural heritage protection. The registration certificate ПИ № 0С77-26171.

Index series «Natural sciences» according to the union catalog «Press of Russia» 40564

© MSRU, 2016.

© MSRU Publishing house, 2016.

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ I. БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

<i>Алиева Э.Н.</i> ДЕГРАДИРУЮЩИЕ СВОЙСТВА АКТИВНЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ ЗАГРЯЗНЕННЫХ НАФТЕНОВЫМИ УГЛЕВОДОРОДАМИ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ АПШЕРОНА	8
<i>Багирова Р.М.</i> ИЗМЕНЕНИЯ В НЕЙРОНАХ И ГЛИАЛЬНЫХ КЛЕТКАХ ГИППОКАМПА В УСЛОВИЯХ РАЗРУШЕНИЯ ДОРСАЛЬНОГО АМИГДАЛОФУГАЛЬНОГО ПУТИ	13
<i>Климачев Д.А., Карташов С.Н., Кузнецова С.А., Дубровская А.М.</i> ВЛИЯНИЕ 6-БАП НА РОСТ, ДЫХАНИЕ И АНАТОМИЧЕСКУЮ СТРУКТУРУ РАСТЕНИЙ ПШЕНИЦЫ	20
<i>Курбанова А.А., Юсифова М.Р., Бахшалиев А.Э.</i> О ЗНАЧИМОСТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО НАДЗОРА В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЛИНИЯХ ХЛЕБОПЕКАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА	26
<i>Мамедова Ш.М., Новрузов Э.Н.</i> СОДЕРЖАНИЕ И КАЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ КАРОТИНОИДОВ ПЛОДОВ НЕКОТОРЫХ ФОРМ ОБЛЕПИХИ (<i>HIPPOPHAE</i> <i>RHAMNOIDES L.</i>), ПРОИЗРАСТАЮЩИХ В СЕВЕРНОМ АЗЕРБАЙДЖАНЕ	33
<i>Мелик-Гусейнов В.В., Шериева Ф.К., Лигай Л.В.</i> ПОЛИСАХАРИДНЫЙ КОМПЛЕКС ЛАПЧАТКИ БЕЛОЙ, ИНТРОДУЦИРОВАННОЙ НА СЕВЕРНОМ КАВКАЗЕ	42
<i>Наджафов Дж.А., Агвердиева Р.Р.</i> РОСТ И РАЗВИТИЕ СРЕДИЗЕМНОМОРСКОЙ ЧЕРЕПАХИ (<i>TESTUDO GRAECA L. 1758</i>) В ПОСТНАТАЛЬНОМ ПЕРИОДЕ ЖИЗНИ	46
<i>Попович А.В.</i> НОВЫЕ И РЕДКИЕ ВИДЫ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КАВКАЗА, ВЫЯВЛЕННЫЕ В АБИНСКОМ И НОВОРОССИЙСКОМ ФЛОРИСТИЧЕСКИХ РАЙОНАХ	54
<i>Салманов М.А., Ансарова А.Г., Гусейнов А.Т.</i> МИКРОБИОЛОГО-ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АРПАЧАЙСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА	63
<i>Фадеева Ю.И., Кавун В.Я., Слободскова В.В., Челомин В.П.</i> ВЛИЯНИЕ НАНОЧАСТИЦ ОКСИДА МЕДИ (II) И ИОНА CU НА ОБРАЗОВАНИЕ ПРОДУКТОВ ПЕРЕКИСНОГО ОКИСЛЕНИЯ ЛИПИДОВ В ЖАБРАХ МИДИИ ГРЕЯ <i>CRENOMYTILUS GRAYANUS</i> (DUNKER, 1853) (<i>BIVALVIA: MYTILIDAE</i>) В УСЛОВИЯХ ЛАБОРАТОРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА	74
<i>Фадеева Ю.И., Кавун В.Я., Слободскова В.В., Челомин В.П.</i> ВЛИЯНИЕ ОКСИДА МЕДИ (II) И ИОНА CU НА ИЗМЕНЕНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА ОРГАНОВ МИДИИ ГРЕЯ <i>CRENOMYTILUS GRAYANUS</i> (DUNKER, 1853) (<i>BIVALVIA: MYTILIDAE</i>) В УСЛОВИЯХ ЛАБОРАТОРНОГО И НАТУРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТОВ	84
<i>Хусейн Саджад Абдуламир Хусейн, Иванов В.А., Вяльцев А.С.</i> КОНТРОЛЬ ЗА БИОМЕХАНИЧЕСКИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ В ГАНДБОЛЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ	98

РАЗДЕЛ II. ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

<i>Балакин Ю.А., Юнусов Х.Б., Хаулин А.Н., Захаров С.Л.</i> НОВАЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ С ВНЕШНИМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ НА ЗАТВЕРДЕВАЮЩИЙ МЕТАЛЛ (СООБЩЕНИЕ 3)	114
---	-----

РАЗДЕЛ III. НАУКИ О ЗЕМЛЕ

<i>Викторов И.О., Хайдаров Н.Х., Лялина И.Ю., Юнусов Х.Б.</i> ВЛИЯНИЕ АВТОТРАНСПОРТА НА ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ СИТУАЦИЮ В ГОРОДАХ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ	123
--	-----

Галаганова Л.А. ИСТОРИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ПЕРИОДИЗАЦИЯ ОСВОЕНИЯ ЛАНДШАФТОВ МЕЩЕРЫ.....	135
Капитальчук И.П. СТАТИСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВЫСОТНОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ ЛАНДШАФТОВ В БАССЕЙНАХ РЕК ДНЕСТР И ПРУТ.....	147
Розанов Л.Л. ВОЕННАЯ ГЕОЭКОЛОГИЯ	159

CONTENTS

SECTION I. BIOLOGICAL SCIENCES

<i>E. Alieva</i> . DEGRADING PROPERTIES OF ACTIVE MICROORGANISMS ISOLATED FROM AQUATIC APSPHERON ECOSYSTEMS CONTAMINATED WITH NAPHTENIC HYDROCARBONS.....	8
<i>R. Bagirova</i> . CHANGES IN HIPPOCAMPAL NEURONS AND GLIAL CELLS UNDER DESTRUCTION OF DORSAL AMYGDALOFUGAL PATHWAY	13
<i>D. Klimachev, S. Kartashov, A. Dubrovskaya</i> . INFLUENCE OF 6-BAP ON GROWTH, RESPIRATION, AND ANATOMICAL STRUCTURE OF WHEAT PLANTS.....	20
<i>A. Kurbanova, M. Yusifova, A. Bakshaliyev</i> . SIGNIFICANCE OF IMPROVEMENT OF MICROBIOLOGICAL CONTROL IN TECHNOLOGICAL LINES OF BREAD-MAKING.....	26
<i>Sh. Mammadova, E. Novruzov</i> . CONTENT AND QUALITY COMPOSITION OF CAROTENOIDS OF SOME FORMS OF SEA BUCKTHORN (<i>HIPPOPHAE RHAMNOIDES L.</i>) GROWING IN THE NORTH AZERBAIJAN.....	33
<i>V. Melik-Gusseinov, F. Sherieva, L. Ligay</i> . POLYSACCHARIDE COMPLEX OF <i>POTENTILLA ALBA L.</i> INTRODUCED IN THE NORTHERN CAUCASUS.....	42
<i>Dj. Nadjafov, R. Aqverdiyeva</i> . GROWTH AND DEVELOPMENT OF THE GREEK TORTOISE (<i>TESTUDO GRAECA L.1758</i>) IN POSTNATAL PERIOD OF LIFE	46
<i>A. Popovich</i> . NEW AND RARE SPECIES OF VASCULAR PLANTS OF THE NORTH-WESTERN CAUCASUS, FOUND IN THE ABINSK AND NOVOROSSYISK FLORISTICAL REGIONS.....	54
<i>M. Salmanov, A. Ansarova, A. Guseynov</i> . MICROBIOLOGICAL AND HYDROCHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE ARPACHAY RESERVOIR.....	63
<i>Yu. Fadeeva, V. Kavun, V. Slobodskova, V. Chelomin</i> . EFFECTS OF NANOPARTICLES AND IONS COPPER ON THE FORMATION PRODUCTS OF LIPID PEROXIDATION IN ORGANS MUSSELS <i>CRENOMYTILUS GRAYANUS</i> (DUNKER, 1853) (BIVALVIA: MYTILIDAE) UNDER LABORATORY CONDITIONS.....	74
<i>Yu. Fadeeva, V. Kavun, V. Slobodskova, V. Chelomin</i> . INFLUENCE OF NANOPARTICLES AND COPPER IONS ON VARIATION OF TRACE METALS IN THE MUSSEL <i>CRENOMYTILUS GRAYANUS</i> (DUNKER, 1853) (BIVALVIA: MYTILIDAE) UNDER LABORATORY CONDITIONS AND NATURAL EXPERIMENT	84
<i>Husaein Sajjad Abdulameer Husaein, V. Ivanov, A. Vyaltsev</i> . CONTROL OF THE BIOMECHANICAL CHARACTERISTICS IN HANDBALL WITH THE USE OF TECHNICAL MEANS	98

SECTION II. CHEMICAL SCIENCES

<i>Yu. Balakin, Kh. Yunusov, A. Khaulin, S. Zaharov</i> . NEW PHYSICO-CHEMICAL MODEL OF CRYSTALLIZATION WITH EXTERNAL INFLUENCE ON THE SOLIDIFYING METAL (3 MESSAGE)	114
--	-----

SECTION III. EARTH SCIENCES

<i>I. Viktorov, N. Khaydarov, I. Lyalina, Kh. Yunusov</i> . IMPACT OF TRANSPORT ON URBAN ECOLOGY OF MOSCOW REGION.....	123
<i>L. Galaganova</i> . HISTORICAL AND GEOGRAPHICAL PERIODIZATION OF THE DEVELOPMENT OF MESHCHERA LANDSCAPES.....	135

I. Kapitalchuk. STATISTICAL MODEL OF ALTITUDINAL LANDSCAPE DIFFERENTIATION IN THE DNIESTER AND PRUT BASINS.....	147
L. Rozanov. MILITARY GEOECOLOGY.....	159

РАЗДЕЛ I. БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 579.26

DOI: 10.18384/2310-7189-2016-3-8-12

ДЕГРАДИРУЮЩИЕ СВОЙСТВА АКТИВНЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ ЗАГРЯЗНЕННЫХ НАФТЕНОВЫМИ УГЛЕВОДОРОДАМИ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ АПШЕРОНА

Алиева Э.Н.

*Институт микробиологии Национальной академии наук Азербайджана
Az1004, г.Баку, ул.М. Мушфиг 103, Республика Азербайджан*

Аннотация. В работе представлены результаты изучения биодegradации микроорганизмами нафтенных углеводородов выделенных из вод Каспийского моря, а также из водохранилищ Апшеронского полуострова, загрязненных нефтью и нефтепродуктами. Было выявлено, что в загрязненных нафтенными углеводородами водоемах биологическая продуктивность (фитопланктон и фитобентос) значительно уменьшается. Определено 23 штаммов грибов и 43 штаммов бактерий активно биодеструктирующих нафтенные углеводороды.

Ключевые слова: нафтенные углеводороды, фитопланктон, фитобентос, биологическая продуктивность, штаммы микроорганизмов.

DEGRADING PROPERTIES OF ACTIVE MICROORGANISMS ISOLATED FROM AQUATIC APSHERON ECOSYSTEMS CONTAMINATED WITH NAPHTENIC HYDROCARBONS

E. Alieva

*Institute of Microbiology, Azerbaijan National Academy of Sciences
Az1004, Baku, M.Mushfik st. 167, Azerbaijan Republic*

Abstract. We report a study of biodegradation by microorganisms of naphthenic hydrocarbons extracted from the waters of the oil-polluted Caspian Sea and reservoirs of the Apsheron peninsula. It is found that in the oil-polluted waters, the phytoplankton and phytobenthos growth extremely weakens and the bio-productivity is significantly reduced. We have also identified twenty-three strains of fungi and forty-three strains of bacteria of actively biodegraded naphthenic hydrocarbons.

Key words: water basins, naphthenic hydrocarbons, phytoplankton, phytobenthos, biological productivity, strains.

© Алиева Э.Н., 2016.

Каспийское море, считающееся самым большим озером в мире, отличается от других внутренних континентальных водных бассейнов уникальным животным и растительным миром. В то же время покрытые водой территории богаты запасами нефти и газа. Являясь закрытым водным бассейном, массы аллохтонных веществ, переносимых в Каспий из его бассейна площадью 400 тыс км², подвергаются в нем самом биохимическим процессам. Это море лишено водообмена с другими морями, поэтому, помимо загрязняющих веществ, переносимых выпадающими в него водами около 100 рек, оно непрерывно загрязняется бытовыми и промышленными отходами, балластными водами, а также углеводородами в связи с производством, транспортировкой и разведкой нефти и газа на всей территории шельфа, в результате аварий, происходящих в эксплуатируемых скважинах и танкерах, транспортирующих нефть [5; 7; 10].

Все эти загрязнения отрицательно воздействуют на животный и растительный мир почвенной и водной среды, изменяя и значительно ухудшая их физические, химические свойства. После загрязнения бытовыми и промышленными отходами загрязнение углеводородами и химическими веществами в Каспийском море происходит в еще более широких масштабах [6; 8]. В частности, после смешивания большого количества нефти, выливаемой в море при обработке сырой нефти, – в результате аварий, происходящих в эксплуатируемых скважинах Каспия, от танкеров, транспортирующих нефть, и от балластных вод, – воды загрязняются нафтеновыми, ароматиче-

скими, алифатическими, циклическими углеводородами. Так, в результате многолетних исследований было выяснено, что на Каспийском побережье, в водах, охватываемых островами Бакинского архипелага, резко ухудшено развитие фитопланктона, фитобентоса и уменьшена их биологическая плодотворность [1; 11–13].

Один из наиболее приемлемых путей очистки от нефте- и углеводородсодержащих загрязнений основан на использовании для этих целей микроорганизмов. Учитывая происходящую в загрязненных нефтепродуктами озерах Апшерона биodeградацию углеводородов, нафтеновых кислот, парафинов микроорганизмами, весьма важным является получение активных штаммов из тех биотопов.

Материал и методы исследования

С целью приобретения активных штаммов были отобраны образцы по временам года из Апшеронского побережья Каспия и из загрязненных нефтью на протяжении долгих лет озер: Бёюк Шор, Ганлы гёль, Масазыр гёль, Мирзалади гёль, Бюлбюле гёль и из озер вокруг нефтяных скважин Мехтабад.

Для выделения штаммов бактерий (нефтедеструкторов) образцы инкубировали на качалке при температурах 4–6°C в жидкой селективной питательной среде NH_4NO_3 - 1 г, K_2HPO_4 - 1 г, KH_2PO_4 - 1 г, KH_3PO_4 - 1 г, MgSO_4 - 0,2 г, CaCl_2 - 0,02 г, 2 капли насыщенного раствора FeCl_2 , NaCl - 13 г с добавлением нефти по весу 2% на литр воды [3]. Мясопептонный агар с микробными культурами (сапрофитные бактерии), солодовый агар Чапека были посажены во влажно-питательную среду.

Благодаря рекультивации чистых культур, было установлено отношение штаммов, составляющих превосходство с морфологической стороны, к различным углеводородам [2; 9].

Был использован метод определения скорости деградации углеводородов и нефтепродуктов по интенсивности выделения CO_2 ; по сравнению с методами, основанными на определении интенсивности поглощения кислорода, он имеет преимущество, так как однозначно позволяет судить о скорости минерализации субстратов.

Результаты исследования и их обсуждение

В результате проведенных сезонных исследований образцов воды и грунта озер и различных прибрежных участков моря Апшеронского полуострова выделено 43 штаммов бактерий и 23 штамма грибов. Выделенные штаммы по культуральным свойствам, морфологическим и биохимическим характеристикам идентифицированы до рода. Идентифицированные активные штаммы бактерий представлены родами: *Bacillus*, *Micrococcus*, *Pseudomonas*, *Arthrobacter*, *Acinetobacter*, а штаммы грибов родами: *Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucor*, *Fusarium*, *Trichoderma*. Для определения грибов использовали определитель Дудки и Литвинова [4]. Штаммы бактерий идентифицировали, используя определитель Берджи.

Поиск активных штаммов для использования в практических целях был осуществлен также на водах и землях Апшеронского полуострова, значительно загрязненных нефтью еще с древних времен. Было установлено, что количество микробов, расщепляющих нефтяные углеводороды, и актив-

ных культур на загрязненных нефтью землях во много раз превосходит количество культур, получаемых из загрязненных нефтью вод. Одновременно при тестировании активных штаммов в лаборатории были приняты во внимание температура, потребность в биогенных элементах, pH среды и прочие факторы. Таксоны, относящиеся к микробиоте, активно участвующие в биодеградации нафтенных углеводородов в оптимальных условиях, составляют относительное большинство. Из них следует особо подчеркнуть культуры, принадлежащие к родам *Aspergillus sp.* и *Mucor sp.* Одновременно полученные штаммы выделяются и по отношению к субстратам, которые считаются источником энергии.

В результате проведенных нами исследований было установлено, что основу микробиоты, участвующей в минерализации нафтенных углеводородов, составляют бактерии, такие, как *Pseudomonas*, *Arthrobacter*, *Micrococcus*, *Bacillus*. При тестировании в лабораторных условиях, на основании «выбора» субстрата активных штаммов можно предположить, в какой степени продолжается расщепление, вернее, самоочистка загрязняющих веществ в загрязненных нефтью и углеводородами нефти почвах и водах, и какая ассоциативная микробная культура участвует в этом процессе. Также было обнаружено, что деградация нафтенных углеводородов в условиях почвы и водных бассейнов происходит с различной интенсивностью. Так, для интенсивности деградации углеводородов в естественных условиях требуется влажность как абиотический фактор, а в условиях водных бассейнов – ощущается потребность в биогенных эле-

ментах. Безусловно, в обеих средах – биотопах роль температуры, света и других факторов считается ключевым.

В заключение следует отметить, что наши исследования-поиски, связанные с активными штаммами, продолжаются, и вполне вероятно, что

посредством них будут обоснованы наши предложения-рекомендации для большей эффективности процессов рекультивации-очистки в естественных условиях территорий, загрязненных нефтью и сложными углеводородами нефти.

ЛИТЕРАТУРА

1. Артемчук Н.Я. Микофлора морей СССР. М.: Наука, 1981. 192 с.
2. Беккер З.Э. Физиология грибов и их практическое использование. М.: МГУ, 1963. 269 с.
3. Ворошилова А.А., Дианова Е.В. Окисляющие нефть бактерии – показатели интенсивности биологического окисления нефти в природных условиях // Микробиология. 1952. Т. XXI (вып. 4). С. 408–415.
4. Литвинов М.А., Дудка И.А. Методы исследования микроскопических грибов пресных и соленых (морских) водоемов. Л.: Наука, 1975. 150 с.
5. Салманов М.А. Экология и биохимическая продуктивность Каспийского моря. Баку: Исмаил, 1999. 400 с.
6. Салманов М.А., Велиев М.Г., Алиева С.Р. К вопросу микробиологического окисления углеводородов нефти // Известия НАН Азербайджана. 2005. № 5-6. С. 159–174.
7. Исследование нефтяного загрязнения и биогенного потенциала нефтеокисляющих микромицетов Апшеронского полуострова Каспия / М.А. Салманов, М.Г. Велиев, С.Р. Алиева и др. // Сб. научных трудов Института микробиологии НАН Азербайджана. 2007. Вып. IV. С. 5–11.
8. Самедова Ф.И. Азербайджанские нефти и их компонентный состав. Баку: Элм, 2002. 252 с.
9. Шлегель Г. Общая микробиология. М.: Мир, 1972. 567 с.
10. Atlas R.M. Bioremediation of Petroleum Pollutants // International Bio deterioration and Biodegradation (Elsevier Science). 1995. P. 317–327.
11. Leahy J.G., Colwell R.R. Microbial degradation of hydrocarbons in the environment // Microbiological Reviews. 1990. № 53. P. 305–315.
12. Salmanov M., Veliyev M., Aliyeva S. Degradation of crude Baku (Binagadi) oil and oil products by micromysetes, collected along Apsheron Peninsula coast line of Caspian // XX Ulusal Kimya Kongresi. Kayseri, Sayfa (BKP-73: biyokimya kimya poster sunum programi), 2006.
13. Salmanov M.A., Veliyev M.G., Aliyeva S.R. Crude oil and oil products biodegradation by micromysetes isolated in water ecosystem // Journal Knowledge: Chemistry, Biology, Medicine ("Education" Society of Azerbaijan Republic). 2006. № 1–2. P. 24–28.

REFERENCESREFERENCES

1. Artemchuk N.Ya. Mikoflora morei SSSR [Mycoflora of the USSR seas]. M., Nauka, 1981. 192 p.
2. Bekker Z.E. Fiziologiya gribov i ikh prakticheskoe ispol'zovanie [Physiology of fungi and their practical use]. M., MGU, 1963. 269 p.
3. Voroshilova A.A., Dianova E.V. Okislyayushchie neft' bakterii – pokazateli intensivnosti biologicheskogo okisleniya nefti v prirodnykh usloviyakh [Oil-oxidizing bacteria – indicators of the intensity of biological oxidation of oil in natural conditions] // Mikrobiologiya. 1952. Vol. XXI (no. 4). pp. 408–415.
4. Litvinov M.A., Dudka I.A. Metody issledovaniya mikroskopicheskikh gribov presnykh i solenyykh (morskikh) vodoemov [Methods for investigation of microscopic fungi of fresh and salt (marine) water bodies]. L., Nauka, 1975. 150 p.

5. Salmanov M.A. *Ekologiya i biokhimicheskaya produktivnost' Kaspiiskogo morya* [Ecology and biological productivity of the Caspian sea]. Baku, Ismail, 1999. 400 p.
6. Salmanov M.A., Veliev M.G., Alieva S.R. *K voprosu mikrobiologicheskogo okisleniya uglevodorodov nefiti* [To the issue of microbiological oxidation of oil hydrocarbons] // *Izvestiya NAN Azerbaidzhana*. 2005. no. 5–6. pp. 159–174.
7. Salmanov M.A., Veliev M.G., Alieva S.R., et al. *Issledovanie neftyanogo zagryazneniya i biogennogo potentsiala nefteokislyayushchikh mikromitsetov Apsheronского poluostrova Kaspiya* [Study of oil pollution and nutrient potential of oil-oxidizing micromycetes of the Absheron Peninsula of the Caspian sea] // *Sb. nauchnykh trudov Instituta mikrobiologii NAN Azerbaidzhana*. 2007. no. IV. pp. 5–11.
8. Samedova F.I. *Azerbaidzhanskii nefiti i ikh komponentnyi sostav* [Azerbaijani oil and its component composition]. Baku, Elm, 2002. 252 p.
9. Shlegel' G. *Obschchaya mikrobiologiya* [General Microbiology]. M., Mir, 1972. 567 p.
10. Atlas R.M. *Bioremediation of Petroleum Pollutants* // *International Bio deterioration and Biodegradation* (Elsevier Science). 1995. P. 317–327.
11. Leahy J.G., Colwell R.R. *Microbial degradation of hydrocarbons in the environment* // *Microbiological Reviews*. 1990. № 53. P. 305–315.
12. Salmanov M., Veliyev M., Aliyeva S. *Degradation of crude Baku (Binagadi) oil and oil products by micromycetes, collected along Apsheron Peninsula coast line of Caspian* // *XX Ulusal Kimya Kongresi. Kayseri, Sayfa (BKP-73: biyokimya kimya poster sunum programi)*, 2006.
13. Salmanov M.A., Veliyev M.G., Aliyeva S.R. *Crude oil and oil products biodegradation by micromycetes isolated in water ecosystem* // *Journal Knowledge: Chemistry, Biology, Medicine* ("Education" Society of Azerbaijan Republic). 2006. № 1–2. P. 24–28.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Алиева Элнур Назим гызы – докторант Института микробиологии Национальной академии наук Азербайджана;
e-mail: azmbi@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Aliyeva Elnura N. – doctoral candidate of the Institute of Microbiology of the Azerbaijan National Academy of Sciences;
e-mail: azmbi@mail.ru

БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ССЫЛКА

Алиева Э.Н. Деградирующие свойства активных микроорганизмов выделенных из загрязненных нефтяными углеводородами водных экосистем Апшерона // *Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки*. 2016. № 3. С. 8–12.
DOI: 10.18384/2310-7189-2016-3-8-12

BIBLIOGRAPHIC REFERENCE

E. Aliyeva. Degrading properties of active microorganisms isolated from aquatic Apsheron ecosystems contaminated with naphthenic hydrocarbons // *Bulletin of Moscow State Regional University. Series: Natural sciences*. 2016. no 3. Pp. 8–12.
DOI: 10.18384/2310-7189-2016-3-8-12

УДК 612.822.3+612.825

DOI: 10.18384/2310-7189-2016-3-13-19

ИЗМЕНЕНИЯ В НЕЙРОНАХ И ГЛИАЛЬНЫХ КЛЕТКАХ ГИППОКАМПА В УСЛОВИЯХ РАЗРУШЕНИЯ ДОРСАЛЬНОГО АМИГДАЛОФУГАЛЬНОГО ПУТИ

Багирова Р.М.*Азербайджанская государственная академия физической культуры и спорта
Az1110, Баку, ул. Ф. Хойски 34, Республика Азербайджан*

Аннотация. С целью выяснения причин блокады гиппокампальной активности после электролитического повреждения дорсального амигдалофугального пути, проводились морфологические исследования в нейронах и глиальных клетках структур септо-гиппокампальной системы. Морфологические исследования методом Ниссля показали, что длительная депрессия электрической активности гиппокампа, перегородки и зубчатой извилины после повреждения дорсального амигдалофугального пути является результатом глубоких дегенеративных изменений в нейронах и глиальных клетках исследуемых структур.

Ключевые слова: гиппокампальный тета-ритм, дорсальный и вентральный амигдалофугальные пути, морфология клеток нервной ткани.

CHANGES IN HIPPOCAMPAL NEURONS AND GLIAL CELLS UNDER DESTRUCTION OF DORSAL AMYGDALOFUGAL PATHWAY

R. Bagirova*Azerbaijan State Academy of Physical Culture and Sports
Az1110, Baku, F.Xoyski st. 34, Azerbaijan Republic*

Abstract. In order to reveal the reasons for the hippocampal activity blockade after electrolytic damage of the dorsal amygdalofugal pathway, we have studied the morphological changes in neurons of the septo-hippocampal system before and after the damage. Morphology investigation by the Nissl method has shown that long-term depression of the electric activity of hippocampus, septum and dentate gyrus after the damage of the dorsal amygdalofugal pathway is the result of the profound morphological changes in the neurons and glial cells of the studied structures.

Key words: hippocampal theta rhythm, dorsal and ventral amygdalofugal pathway, destruction, morphological changes.

Генезу гиппокампального тета-ритма посвящено значительное количество работ. Немаловажное значение в механизмах формирования этой активности отводится стволово-диэнцефальным структурам мозга, а центральная роль принадлежит медиальным ядрам септума [3; 15]. В наших предыдущих исследованиях была показана полная и необратимая блокада гиппокампальной

активности после разрушения дорсального амигдалофугального пути [6]. Необратимость наблюдаемого эффекта позволяет нам предположить, что блокада ЭЭГ, по-видимому, связана с понижением возбудимости гиппокампальных нейронов.

Характерной особенностью всех нейронов является присутствие в цитоплазме специфического вещества Ниссля, являющегося важным морфологическим показателем морфо-функциональной деятельности нейрона. Данные об изменениях структуры клеточного тела нейронов, формы и распределения в них вещества Ниссля и ответ на разные воздействия известны давно [4; 7; 13]. Но в последнее время появились сообщения о связи формы агрегации вещества Ниссля с потоками афферентной импульсации, поступающей по специфическим путям и соответствующим нейронным ансамблям, ответственным за первичное восприятие возбуждения [9].

Учитывая вышеизложенное, а также с целью выявления причин необратимой блокады гиппокампальной активности, в настоящей работе исследовались морфологические изменения в нейронах и глиальных клетках гиппокампа, зубчатой фации и септума до и после электролитического разрушения дорсального амигдалофугального пути.

Материал и методика

Эксперименты проводились на 10 кроликах породы шиншилла весом 2,5–3 кг. Мозг контрольных и экспериментальных животных целиком фиксировали в жидкости Карнуа, проводили по спиртам восходящей крепости и заливали в парафин. Получен-

ные на микротоме фронтальные срезы толщиной 10 мкм окрашивали 0,1 % раствором крезил-виолета. После обработки спиртом срезы просветляли в ксилоле, а затем заключали в балзам. Полученные препараты исследовались в световом микроскопе фирмы «Ампливал».

Электролитическое разрушение дорсального амигдалофугального пути (ДАП) производили с помощью электродов, имплантированных под нембуталовым наркозом (40 мг/кг) в прекомиссуральную область согласно атласам Фифковой, Маршала [5] силой тока до 0,7 мА в течении 15–25 сек.

Результаты

При исследовании препаратов, полученных от контрольных животных, было отмечено, что нейроны и глиальные клетки гиппокампа насыщены интенсивно окрашенным нислевским веществом. В первом слое полей CA₁ и CA₃ присутствуют, в основном, мелко-клеточные нейроны. Тигроидное вещество представлено в периферической части цитоплазмы, ядро светлое. Более крупные нейроны расположены во втором слое. Олигодендроциты более интенсивно окрашены, чем астроциты. В третьем слое выявляются хорошо выраженные единичные крупные пирамидные нейроны, ядро в них занимает большую часть площади, апикальный дендрит четко выражен, а в его области тигроид находится в виде крупных глыбков. В нейронах нет структурных изменений, по виду они спокойные и не раздражены (рис. 1–А,Б).

Зубчатая фация представляет собой одиночный слой, состоящий из плотно расположенных округлых гранулярных клеток. В зубчатой фации,

в основном, имеются четко выраженные волокна и нейроны, преимущественно мелкие, овальной формы, но имеются и единичные крупные нейроны. В контрольных препаратах тигроидное вещество имеет вид глыбок в виде мелких зерен темно-фиолетового цвета. Нейроны насыщены веществом Ниссля, которое равномерно распределено по всей цитоплазме,

наиболее отчетливо оно выражено в крупных ромбовидных образованиях, разделенных светлыми участками цитоплазмы. В более мелких клетках это вещество представлено в виде мелких зерен, диффузно распределенных по всей цитоплазме. Глиальные клетки окрашены интенсивно. В том месте, где четко выражена фасция, нейроны веретенообразной формы (рис. 1-В).

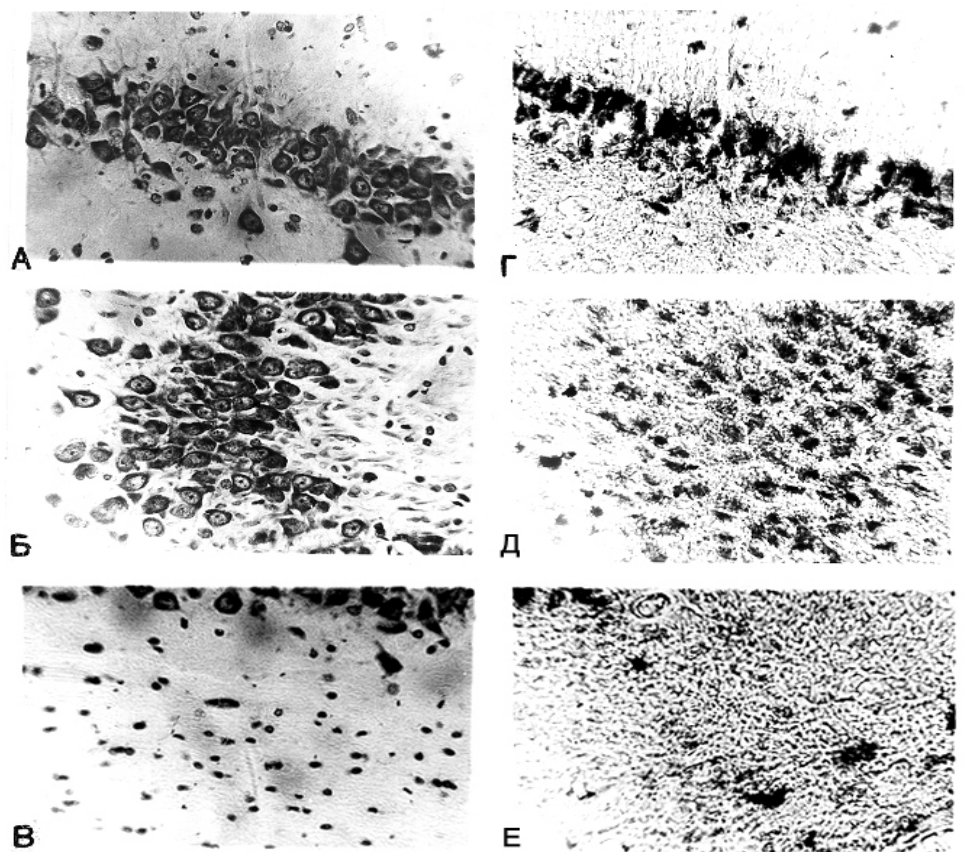


Рис. 1. Состояние вещества Ниссля в нейронах и глии дорсального гиппокампа и зубчатой фасции до и после разрушения ДАП. А,Б,В – поля CA_1 и CA_3 дорсального гиппокампа и зубчатая фасция до; Г,Д,Е – после разрушения ДАП, соответственно. Увеличение об. 40х ок.7

Нейронный состав медиального ядра септума у контрольных животных представлен собранными в отдельные скопления средними и

крупными мультиполярными и веретенообразными нейронами, а также мелкими овальной формы вставочными нейронами. Мультиполярные клет-

ки этого ядра относят к ретикулярному типу – с идущими во все стороны от тела клетки толстыми дихотомически ветвящимися дендритами и аксонами.

Малые клетки часто контактируют со средними и большими, образуя преимущественно аксодендритные контакты (рис. 2-А).

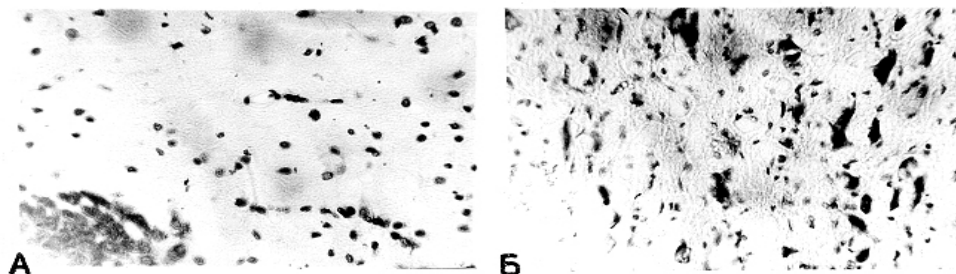


Рис. 2. Состояние вещества Ниссля в нейронах и глии медиального ядра септума до и после разрушения ДАП. А – медиальное ядро септума до; Б – после разрушения ДАП, соответственно. Увеличение об. 40х ок.7.

Микроскопирование препаратов экспериментальных животных показало выраженные морфологические изменения в нейронах гиппокампа. В нейронах полей СА₁ и СА₃ отмечаются следы тигроида, пирамидные нейроны сильно окрашены – гиперхроматоз, тело их сморщено, апикальные дендриты отечные, отмечается зернистая дистрофия. Во всех полях гиппокампа отмечается просветление клеточного тела – лизис нислевского вещества, с ярко выраженным отеком апикального дендрита. Отдельные нейроны характеризовались гиперкариохромией с уменьшением объема ядра. В других отмечалось утолщение ядерной оболочки. Все эти изменения были характерны для пирамидных клеток. Глиальные клетки при этом характеризовались просветлением клеточного тела и его отечностью – в цитоплазме некоторых из них наблюдались светлые вакуоли. В полях СА₁ и СА₃ корзинчатые клетки, в отличие от пирамидных, меньше страдают, так

как они являются тормозными нейронами и потому интенсивность тигроида сохранена (рис. 1-Г, Д).

Нейроны зубчатой фасции после разрушения ДАП хоть и сохранили интенсивность окрашивания, но они сморщены. Глиальные клетки окрашены неравномерно. Структура нислевского вещества нарушена. В проводящих путях отмечается отечность, в некоторых нейронах появляются вакуоли, т. е. в ядрах наблюдается перераспределение тигроида к периферии ядра (рис. 1-Е). В медиальном септуме наблюдаются выраженные гидропические изменения в мультиполярных нейронах (рис. 2-Б).

Обсуждение

В результате проведенных исследований установлено, что повреждение ДАП приводит к глубоким морфологическим изменениям в нервных и глиальных клетках гиппокампа, зубчатой фасции и септума. По-видимому это связано со снижением потока аф-

ферентации из подкорковых структур мозга. По выражению Ниссля [14] эти изменения являются эффектом «первичного раздражения» нервных клеток, воспринимающих поток афферентных импульсаций, что отражает повышенную функциональную активность. Согласно полученным данным, после разрушения ДАП появляются дистрофические изменения в исследуемых структурах мозга: уменьшение количества вещества Ниссля, хроматоллиз, деформация ядра, эксцентричное расположение ядра и ядрышка, набухание и сморщивание нейронов, гидропические изменения с выраженной вакуолизацией цитоплазмы. Следовательно исследуемые структуры мозга чувствительны к недостатку потока афферентной импульсации из подкорковых структур мозга. Это положение хорошо согласуется с данными ряда морфологических и электрофизиологических исследований, относительно тесной связи гиппокампа, зубчатой фассии и септума с лимбическими образованиями головного мозга [10].

Как известно, нервная ткань отличается выраженной неоднородностью клеточного состава, причем основной ее объем образуют не нервные, а глиальные клетки, которым отведена определенная роль в реакции нервной системы на функциональное воздействие. В последнее время высказывается мнение, что нейроглия, помимо трофиче-

ской и опорной функции, принимает участие в передаче нервных импульсов [11; 12]. Правильность этого положения подтверждается и в наших экспериментах, где было установлено изменение качества нейроглии после разрушения дорсального амигдалофугального пути. Описанные в наших исследованиях морфоструктурные изменения гиппокампа, зубчатой фассии и септума сопровождались активным увеличением в этих структурах мозга числа сателлитарной нейроглии и ее сближение с такими нейронами. Реакция активации нейроглии здесь, по-видимому, связана с повышением адаптивно-компенсаторной функции глиальных клеток [1] и указывает на важную роль нейроглии в обеспечении функциональной и метаболической активности нейронов гиппокампа, зубчатой фассии и септума в условиях дефицита афферентации после разрушения ДАП. Такое состояние морфологических признаков нервных клеток ряд авторов [8] связывает с повышением функциональной деятельности нейроглии.

Таким образом, результаты проведенных исследований свидетельствуют о глубоких морфологических изменениях в нейронах и глиальных клетках различных полей гиппокампа, зубчатой фассии и септума, что отражается в понижении возбудимости нейронов этих структур мозга после произведенного разрушения ДАП.

ЛИТЕРАТУРА

1. Александровская М.М. Нормальная морфология олигодендроглии // Общая физиология нервной системы (руководство по физиологии). Л.: Наука, 1979. С. 542–544.
2. Белоусов А.Б., Виноградова О.С. Моделирование регуляции тета-ритма возрастающим афферентным притоком на септальных срезах *in vitro* // Журнал высшей нервной деятельности. 1969. Т. 39 (№ 5). С. 924–937.
3. Бражник Е.С., Виноградова О.С. Влияние полной базальной подрезки септума на активность ее нейронов // Журнал высшей нервной деятельности. 1980. Т. 30 (№ 1). С. 141–149.

4. Бродский В.Я. Трофика клетки. М.: Наука, 1966. 355 с.
5. Буреш Я., Петрань М., Захар И. Электрофизиологические методы исследования. М.: Изд-во иностр. лит., 1962. 456 с.
6. Гасанов Г.Г., Касимов А.Э., Багирова Р.М. Вклад миндалины и гипоталамуса в формирование тета-активности гиппокампа // Биологические науки. 1989. № 3. С. 1–55.
7. Жаботинский Ю.М. Нормальная и патологическая морфология нейрона. Л.: Медицина, 1965. 323 с.
8. Загускин С.Д., Каминский И.И. Зависимость импульсной реакции механорецепторного нейрона речного рака от исходного функционального состояния и степени агрегации вещества Ниссля // Нейрофизиология. 1978. Том 1 (№ 11). С. 84–91.
9. Ритм перераспределения тигроида в живом нейроне механорецептора рака / С.Д. Загускин, С.Е. Немировский, А.В. Жуковичский и др. // Цитология. 1980. Т. 22 (№ 8). С. 982–937.
10. Фоновая активность нейронов гиппокампа кролика при функциональном выключении структур, регулирующих тета-ритм / В.Ф. Кичигина, Т.А. Кудрина, К.И. Зенченко и др. // Журнал высшей нервной деятельности. 1978. Т. 48 (№ 3). С. 505–514.
11. Ройтбак А.И. Функции нейроглии. Тбилиси: Мецниереба, 1987. 417 с.
12. Galambos R. Intraductory discussion on glial function // Progr. Brain Res. 1965. Vol. 1. P. 267–277.
13. Hyden H., Lange P.W. The specific biochemical correlates to learning processes exist on brain cells // Biology of memory: proceedings of the symposium held at the Biological Research Institute in Tihany, 1 to 4 September, 1969. Budapest: Plenum Press, 1971. P. 69–86.
14. Nissl F. Die Beziehungen der Nervenzell-substanzen zu den thatigen, ruhenden und ermiedeten Zellzustanden // Allg.z. Psychiat. 1933. № 52. P. 1147–1151.
15. Yamano Marico, Liften Paul G.M., Tohyama Masava. Direct synaptic contacts of medial septal efferents with somatostatin immunoreactive neurons in the rat hippocampus // Neurosci. Res. 1989. Suppl. 9. P. 72.

REFERENCES

1. Aleksandrovskaya M.M. Normal'naya morfologiya oligodendrogl'ii [Normal morphology of oligodendroglia] Obshchaya fiziologiya nervnoi sistemy (rukovodstvo po fiziologii) [General physiology of the nervous system (a manual of physiology)]. L., Nauka, 1979. pp. 542–544.
2. Belousov A.B., Vinogradova O.S. Modelirovanie regulyatsii teta-ritma vozrastayushchim afferentnym pritokom na septal'nykh srezakh in vitro [Modeling the regulation of theta rhythm by an increasing afferent inflow in septal slices in vitro] // Zhurnal vysshei nervnoi deyatel'nosti. 1969. Vol. 39 (no. 5). pp. 924–937.
3. Brazhnik E.S., Vinogradova O.S. Vliyanie polnoi bazal'noi podrezki septuma na aktivnost' ee neuronov [Effect of total basal pruning of the septum on the activity of its neurons] // Zhurnal vysshei nervnoi deyatel'nosti. 1980. Vol. 30 (no. 1). pp. 141–149.
4. Brodskii V.Ya. Trofika kletki [Trophic cells]. M., Nauka, 1966. 355 p.
5. Buresh Ya., Petran' M., Zakhar I. Elektroфизиологические методы исследования. [Electrophysiological methods of investigation]. M.: Izd-vo Inostr. lit., 1962. 456 p.
6. Gasanov G.G., Kasimov A.E., Bagirova R.M. Vklad mindaliny i gipotalamusa v formirovanie teta-aktivnosti gippokampa [The contribution of the amygdala and hypothalamus in the formation theta activity of hippocampus] // Biologicheskie nauki. 1989. no. 3. pp. 1–55.
7. Zhabotinskii Yu.M. Normal'naya i patologicheskaya morfologiya neirona [Normal and pathological morphology of the neuron]. L., Meditsina, 1965. 323 p.
8. Zaguskin S.D., Kaminskii I.I. Zavisimost' impul'snoi reaktsii mekhanoretseptornogo nei-

- rona rechnogo raka ot iskhodnogo funktsional'nogo sostoyaniya i stepeni agregatsii veshchestva Nisslya [The dependence of the impulse response of a mechanoreceptor neuron of crayfish from the initial functional state and degree of aggregation of the substance Nissle] // *Neirofizologiya*. 1978. Vol. 1 (no. 11). pp. 84–91.
9. Zaguskin S.D., Nemirowskii S.E., Zhukovitskii A.V. et al. Ritm pereraspredeleniya tigroida v zhivom neirone mekhanoretseptora raka [The rhythm of the redistribution of tigroid in a living mechanoreceptor neuron of crawfish] // *Tsitologiya*. 1980. Vol. 22 (no. 8). pp. 982–937.
 10. Kichigina V.F., Kudrina T.A., Zinchenko K.I., et al. Fonovaya aktivnost' neuronov gippokampa krolika pri funktsional'nom vyklyuchenii struktur, reguliruyushchikh teta-ritm [Background activity of rabbit hippocampal neurons during functional deactivation of the structures that regulate theta rhythm] *Zhurnal vysshei nervnoi deyatel'nosti*. 1978 [Journal of higher nervous activity. 1978]. Volume 48. no. 3. pp. 505–514.
 11. Roitbak A.I. Funktsii neuroglii [Functions of glial]. Tbilisi, Metsniereba, 1987. 417 p.
 12. Galambos R. Intraductory discussion on glial function // *Progr. Brain Res*. 1965. Vol. 1. P. 267–277.
 13. Hyden H., Lange P.W. The specific biochemical correlates to learning processes exist on brain cells // *Biology of memory: proceedings of the symposium held at the Biological Research Institute in Tihany, 1 to 4 September, 1969*. Budapest: Plenum Press, 1971. P. 69–86.
 14. Nissl F. Die Beziehungen der Nervenzell-substanzen zudenthatigen, ruhenden und ermiedeten Zell zustanden // *Allg.z.Psychiat*. 1933. № 52. P. 1147–1151.
 15. Yamano Marico, Liften Paul G.M., Tohyama Masava. Direct synaptic contacts of medial septal efferents with somatostatin immunoreactive neurons in the rat hippocampus // *Neurosci. Res*. 1989. Suppl. 9. P. 72.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Багирова Рафига Мазахир кызы – доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры нормальной и спортивной физиологии Азербайджанской государственной академии физической культуры и спорта;
e-mail: azmbi@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Bagirova Rafiq M. – doctor of biological sciences, professor, professor of the Department of Normal Physiology and Sports of the Azerbaijan State Academy of Physical Culture and Sports;
e-mail: azmbi@mail.ru

БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ССЫЛКА

Багирова Р.М. Изменения в нейронах и глиальных клетках гиппокампа в условиях разрушения дорсального амигдалофугального пути // *Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки*. 2016. № 3. С. 13–19.
DOI: 10.18384/2310-7189-2016-3-13-19

BIBLIOGRAPHIC REFERENCE

R. Bagirova. Changes in hippocampal neurons and glial cells under destruction of dorsal amygdalofugal pathway // *Bulletin of Moscow State Regional University. Series: Natural sciences*. 2016. no 3. Pp. 13–19.
DOI: 10.18384/2310-7189-2016-3-13-19

УДК 581.14:577.17

DOI: 10.18384/2310-7189-2016-3-20-25

ВЛИЯНИЕ 6-БАП НА РОСТ, ДЫХАНИЕ И АНАТОМИЧЕСКУЮ СТРУКТУРУ РАСТЕНИЙ ПШЕНИЦЫ

Климачев Д.А., Карташов С.Н., Кузнецова С.А., Дубровская А.М.

Московский государственный областной университет

105005, г. Москва, ул. Радио, д.10А, Российская Федерация

Аннотация. Вся жизнь растения протекает при участии веществ гормонального действия, они регулируют взаимодействие отдельных органов растения. Фитогормоны представляют собой одну из систем, с помощью которой растение способно тонко воспринимать и реагировать на различные внешние воздействия. В условиях вегетационного опыта (почвенные культуры) проведена экспериментальная работа с яровой пшеницей сорт Терция, которая в фазу кущения подвергалась обработке синтетическим аналогом цитокининов – 6-бензиламинопурином (6-БАП).

Показано, что опрыскивание пшеницы 6-БАП вызывает изменение высоты, массы растений, интенсивности дыхания и анатомической структуры листьев.

Ключевые слова: фитогормоны, 6-БАП, дыхание (растений), яровая пшеница.

INFLUENCE OF 6-BAP ON GROWTH, RESPIRATION, AND ANATOMICAL STRUCTURE OF WHEAT PLANTS

D. Klimachev, S. Kartashov, A. Dubrovskaya

Moscow State Regional University

ul. Radio 10a, 105005 Moscow, Russia

Abstract. The whole life of the plant proceeds with participation of substances of hormonal action, they regulate the interaction of the individual plant organs. Phytohormones are one of the systems with which the plant is able to subtly perceive and respond to different external influences. Under conditions of a pot experiment (soil culture), we have carried out experimental work with spring wheat which was treated with a synthetic analogue of cytokinins, i.e 6-benzylaminopurine (6-BAP). It is shown that spraying wheat with 6-BAP causes a change in height, plant mass, intensity of respiration and anatomical structure of the leaves.

Key words: phytohormones, 6-BAP, breath, morfologo-anatomical structure.

Вся жизнь растения протекает при участии веществ гормонального действия, они регулируют взаимодействие отдельных органов растения. Фитогормоны представляют собой одну из систем, с помощью которой растение способно тонко воспринимать и реагировать на различные внешние воздействия [4]. Использование в растениеводстве фитогормонов и синтетических соединений актуально в силу того, что они эффективны в крайне низких концентрациях и обладают регуляторным действием на ключевые звенья метаболизма растений.

В свете рассматриваемых явлений особое значение приобретает обработка растений цитокининами, влияющими на процессы органобразования, повышающими устойчивость растений к неблагоприятным условиям среды [1–3]. В задачу исследований входило изучение влияния синтетического аналога цитокининов 6-бензиламинопурина (6-БАП) на рост, дыхание, и анатомическую структуру растений пшеницы. На кафедре ботаники и прикладной биологии МГОУ в условиях вегетационного опыта (почвенные культуры) проведена экспериментальная работа с яровой пшеницей сорт

Терция, которая в фазу кущения подвергалась обработке 6-БАП концентрацией 4×10^{-5} М.

В первую очередь, нас интересовало влияние обработки 6-БАП на темпы роста растений пшеницы. В качестве критериев роста измерялась высота надземной части растений и их масса. Данные по изменению высоты (табл. 1), показывают, что обработка цитокинином оказывает незначительное влияние на рост стебля. На 9-й день после обработки высота контрольных растений составила 24,5 см, а высота опытных – 26,2 см. Эффект от опрыскивания 6-БАП составил 7%.

Таблица 1

Влияние 6-БАП на высоту растений пшеницы, см

Дата/Вариант	Контроль	Опрыскивание 6-БАП
18.07	24,5±0,4	26,2±0,5
%	100	107
25.07	24,8±0,8	27,0±0,6
%	100	109
02.08	25,4±0,6	27,8±0,6
%	100	109
10.08	26,1±0,4	28,4±0,8
%	100	109
16.08	27,0±0,6	29,5±0,7
%	100	109
26.08	28,5±0,7	31,4±0,7
%	100	114

При дальнейшей вегетации наблюдается некоторое увеличение влияния 6-БАП на высоту растений, так, на 16-й день высота растений в контрольном варианте составила 24,8 см, а в варианте с обработкой 6-БАП 27 см прибавка составила 9%. В дальнейшем влияние 6-БАП на высоту растений сглаживается, через 22 дня и через месяц после обработки цитокинином увеличение

высоты растений составляет также 9%, высота растений в контрольном варианте – 25,4 см, в опытном варианте – 27,8 см. К концу вегетации эффект от внесения 6-БАП несколько увеличивается, высота растений в контрольном варианте 28,5 см, в опытном – 31,4 см, прибавка составляет 14%. Вероятно, увеличение эффективности внесения 6-БАП в ходе вегетации связано с увеличением содер-

жания эндогенных гормонов, стимулирующих ростовые процессы [5].

В отличие от высоты растений, опрыскивание 6-БАП оказало большее влияние на накопление сухой и сырой массы надземных органов. Как видно

(табл. 2), на 16-й день обработки цитокинином сухая масса 10-ти растений в контрольном варианте составила 2,990 г, под влиянием 6-БАП сухая масса увеличилась и составила 3,580 г, прибавка 20%.

Таблица 2

Влияние 6-БАП на сухую массу растений пшеницы

Вариант/Дата	Масса 10 растений, г					
	25.07	%	10.08	%	26.08	%
Контроль	2,990±0,2	100	3,980±0,3	100	4,738±0,1	100
Опрыскивание 6-БАП	3,580±0,2	120	4,896±0,4	123	5,880±0,2	124

В дальнейшем положительное влияние экзогенного цитокинина на накопление сухой массы сохраняется, через месяц после обработки 6-БАП сухая масса 10-ти растений в контрольном варианте составила 3,980 г, в опытном варианте – 4,896 г. Прибавка сухой массы от опрыскивания 6-БАП – 23%. К концу опыта прибавка сухой массы под влиянием экзогенного цитокинина составила 24%, по сравнению с контролем.

Аналогичная картина наблюдается при влиянии цитокинина на сырую

массу растений (таб. 3). На 16-й день после обработки сырая масса контрольных растений составила 11,976 г, а обработанных – 13,648 г, прибавка сырой массы – 14%. Через месяц после обработки сырая масса растений, обработанных 6-БАП, возросла и составила 16,430 г, опрысканных растений – 19,990 г, прибавка составила 22% по сравнению с контролем. К уборке сырая масса растений в контрольном варианте составила 21,220 г, обработанных – 26,850 г, прибавка составила 26%.

Таблица 3

Влияние 6-БАП на сырую массу растений пшеницы

Вариант/Дата	Масса 10 растений, г					
	25.07	%	10.08	%	26.08	%
Контроль	11,976±0,4	100	16,430±0,3	100	21,220±0,4	100
Опрыскивание 6-БАП	13,648±0,3	114	19,990±0,4	122	26,850±0,2	126

Таким образом, 6-БАП оказывает большее влияние на накопление массы растений, чем на рост стебля. Интенсификация ростовых процессов требует определенных энергетических затрат. Как известно, поставщиком энергии

является процесс дыхания. В связи с этим, представляло интерес рассмотрение влияния 6-БАП на интенсивность дыхания. Исследование интенсивности дыхания проводилось на проростках. Исследования показали,

что растения, обработанные 6-БАП, характеризуются более интенсивным дыханием. С возрастом интенсивность дыхания возрастает и у контрольных, и у обработанных цитокинином растений, но неравномерно. Наиболее интенсивно дыхание увеличивается до 5-го дня. Из данных (табл. 4) видно значительное увеличение интенсивности дыхания на всем протяжении

опыта. Можно сразу отметить положительное влияние цитокинина на интенсивность дыхания проростков уже в начале опыта – прибавка составила 34%. В дальнейшем влияние 6-БАП сохраняется и увеличение интенсивности дыхания у обработанных 6-БАП растений составляет 33% и 32% по сравнению с контролем.

Таблица 4

Влияние 6-БАП на интенсивность дыхания растений пшеницы

Вариант/Дата	Интенсивность дыхания, мг CO ₂ /гч					
	14.07	%	16.07	%	18.07	%
Контроль	5,81±0,6	100	5,94±0,5	100	6,16±0,6	100
Опрыскивание 6-БАП	7,79±0,4	134	7,92±0,7	133	8,14±0,7	132

В ходе исследований нами учитывалось влияние 6-БАП на анатомическую структуру листа пшеницы. У растений, обработанных 6-БАП, увеличивается площадь листа, межпучко-

вые пространства и размер клеток по сравнению с контрольными растениями. Вместе с тем под влиянием 6-БАП наблюдается уменьшение размеров проводящих пучков и устьиц (табл. 5).

Таблица 5

Влияние 6-БАП на морфолого-анатомическую структуру листа пшеницы

Вариант/Параметр	Контроль	Опрыскивание 6-БАП
Длина листа	8,8 см	10 см
Ширина листа	0,5 см	0,5 см
Площадь листа	3,0 см ²	3,2 см ²
Длина проводящего пучка (в делениях ОМ)	1,09	0,79
Ширина проводящего пучка (в делениях ОМ)	0,81	0,51
Длина межпучкового пространства (в делениях ОМ)	0,44	0,99
Ширина межпучкового пространства (в делениях ОМ)	0,49	0,74
Длина устьиц (в делениях ОМ)	0,37	0,24
Ширина устьиц (в делениях ОМ)	0,45	0,22

Таким образом, обработка цитокинином (6-БАП) оказывает незначительное влияние на рост растений в высоту, значительно увеличивает накопление сухой и сырой массы растений пшеницы на протяжении вегетации. Под влия-

нием обработки 6-БАП увеличивается интенсивность дыхания проростков пшеницы на всем протяжении опыта.

Опрыскивание 6-БАП не оказывает существенного влияния на анатомическую структуру листа пшеницы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Климачев Д.А., Кузнецова С.А., Старикова В.Т. Изменение процесса фотосинтеза пшеницы в условиях засоления NaCl и обработки фитогормонами // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2012. № 3. С. 20–24.
2. Кузнецова С.А., Климачев Д.А. Влияние 6-БАП и хлоридного засоления на анатомическую структуру пшеницы при разном уровне минерального питания // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2014. № 4. С. 28–31.
3. Кузнецова С.А., Климачев Д.А., Старикова В.Т. Изменение содержания пролина в условиях хлоридного засоления и обработки фитогормонами // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2012. № 5. С. 28–33.
4. Кулаева О.Н. Цитокинины, их структура и функции. М.: Наука, 1973. 264 с.
5. Основы химической регуляции роста и продуктивности растений / Г.С. Муромцев и др. М.: Агропромиздат, 1987. 383 с.

REFERENCES

1. Klimachev D.A., Kuznetsova S.A., Starikova V.T. Izmenenie protsessa fotosinteza pshenitsy v usloviyakh zasoleniya NaCl i obrabotki fitogormonami [The change of photosynthesis of wheat under NaCl saline conditions and treatment with phytohormones] // Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo universiteta. Seriya: Estestvennye nauki. 2012. no. 3. Pp. 20–24.
2. Kuznetsova S.A., Klimachev D.A. Vliyanie 6-BAP i khloridnogo zasoleniya na anatomicheskuyu strukturu pshenitsy pri raznom urovne mineral'nogo pitaniya [Influence of 6-BAP and chloride salinity on the anatomical structure of wheat under different levels of mineral nutrition] // Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo universiteta. Seriya: Estestvennye nauki. 2014. no. 4. Pp. 28–31.
3. Kuznetsova S.A., Klimachev D.A., Starikova V.T. Izmenenie sodержaniya prolina v usloviyakh khloridnogo zasoleniya i obrabotki fitogormonami [A change in the content of Proline under conditions of chloride salinity and processing of phytohormones] // Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo universiteta. Seriya: Estestvennye nauki. 2012. no. 5. Pp. 28–33.
4. Kulaeva O.N. Tsitokininy, ikh struktura i funktsii [Cytokinins, their structure and functions]. M., Nauka, 1973. 264 p.
5. Osnovy khimicheskoi regul'yatsii rosta i produktivnosti rastenii / G.S. Muromtsev i dr [Foundations of chemical regulation of growth and productivity of plants / G.S. Muromtsev et al.]. M., Agropromizdat, 1987. 383 p.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Климачев Дмитрий Анатольевич – кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры ботаники и прикладной биологии Московского государственного областного университета;

e-mail: docent18@yandex.ru

Карташов Сергей Николаевич – кандидат химических наук, доцент, доцент кафедры теоретической и прикладной химии Московского государственного областного университета;

e-mail: docent18@yandex.ru

Кузнецова Светлана Анатольевна – кандидат биологических наук, доцент кафедры физиологии, экологии человека и медико-биологических знаний Московского государственного областного университета;

e-mail: s.kuznesova@mail.ru

Дубровская Анастасия Михайловна – доцент кафедры теоретической и прикладной химии Московского государственного областного университета;

e-mail: anmidu09@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Klimachev Dmitry A. – candidate of biological sciences, associate professor, assistant professor of the Department of Botany and Applied Biology at the Moscow State Regional University;

e-mail: docent18@yandex.ru

Kartashov Sergey N. – candidate of chemical sciences, associate professor, assistant professor of the Department of Pure and Applied Chemistry at the Moscow State Regional University;

e-mail: docent18@yandex.ru

Kuznetsova Svetlana A. – candidate of biological sciences, assistant professor of the Department of Physiology, Human Ecology and Biomedical Studies at the Moscow State Regional University;

e-mail: s.kuznesova@mail.ru

Dubrovskaya Anastasiy M. – assistant professor of the Department of Pure and Applied Chemistry at the Moscow State Regional University;

e-mail: anmidu09@mail.ru

БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ССЫЛКА

Климачев Д.А., Карташов С.Н., Кузнецова С.А., Дубровская А.М. Влияние 6-БАП на рост, дыхание и анатомическую структуру растений пшеницы // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2016. № 3. С. 20–25.

DOI: 10.18384/2310-7189-2016-3-20-25

BIBLIOGRAPHIC REFERENCE

D. Klimachev, S. Kartashov, A. Dubrovskaya. Influence of 6-BAP on growth, respiration, and anatomical structure of wheat plants // Bulletin of Moscow State Regional University. Series: Natural sciences. 2016. no 3. Pp. 20–25.

DOI: 10.18384/2310-7189-2016-3-20-25

УДК 663.2

DOI: 10.18384/2310-7189-2016-3-26-32

О ЗНАЧИМОСТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО НАДЗОРА В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЛИНИЯХ ХЛЕБОПЕКАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Курбанова А.А.¹, Юсифова М.Р.¹, Бахшалиев А.Э.²

¹ Азербайджанский государственный экономический университет,
Az1001, г. Баку, ул. Истиглалият 6, Республика Азербайджан

² Институт Микробиологии Национальной академии наук Азербайджана
Az1004, г. Баку, ул. М. Мушфиг, д. 103, Республика Азербайджан

Аннотация. В статье поставлены и рассмотрены вопросы прикладного характера в связи с растущей необходимостью усиления микробиологического контроля в хлебопекарной отрасли, при нынешних условиях роста и технической оснащенности. Показано, что это диктует разработку новых, более показательных оценочных критериев для микробиологического контроля. Подчеркивается важность для микробиологических служб создания банков наиболее опасных для сырья хлеба и хлебных продуктов микробов и плесневых грибов в целях их быстрой идентификации, выработки мер обезвреживания.

Ключевые слова: хлебопекарное производство, микробиологический надзор, банк микробов и плесневых грибов.

SIGNIFICANCE OF IMPROVEMENT OF MICROBIOLOGICAL CONTROL IN TECHNOLOGICAL LINES OF BREAD-MAKING

A. Kurbanova¹, M. Yusifova¹, A. Bakshaliyev²

¹ Azerbaijan State University of Economics
Az1001, 6, Istiqlaliyyat str., Baku, Azerbaijan Republic

² Institute Mikrobiology, Azerbaijan National Academy of Sciences
Az1004, 103, M. Mushfik str., Baku, Azerbaijan Republic

Abstract. We consider a number of issues of applied nature in connection with present-day growing necessity for strengthening the system of microbiological control in bread-making industry under conditions of its constant grow and technical improvement. It is shown that this food industry requires the development of new more indicative valuable criteria for microbiological control. The importance of creation of microbe and moldy fungi banks, most dangerous for bread and grain products, with a view to rapidly identify and produce measures for their rendering for microbiological services is emphasized.

Key words: grain production, state of microbiological control, assessment of criteria, bank of grain spoiling microbes and food fungi.

Возрастающие из года в год темпы развития пищевой промышленности в развитых и развивающихся странах, оснащение ее различных отраслей новейшими техническими средствами и технологиями ставят перед специалистами и исследователями задачи в деле совершенствования микробиологического контроля на всех линиях производства, транспортировки, хранения и торговли продуктов питания. Это прежде всего касается вопросов комплексной разработки микробиологических оценочных критериев о характере и степени микробного и грибкового заражения пищевых продуктов первой необходимости и их сырья, а также разработки опережающих мер защиты их от чрезмерного загрязнения вредоносными микроорганизмами и плесневыми грибами. Решение таких задач особенно важно в отраслях зерно-заготовительной, мукомольной и хлебопекарной промышленности и в сетях транспортировки, хранения и продажи готовых хлебных, хлебо-булочных и других мучнистых продуктов. Прежде всего это обусловлено тем, что во многих странах мира, в том числе и в нашей республике, хлеб и хлебные продукты являются основными пищевыми источниками для каждодневного продовольственного обеспечения населения, и еще тем, что такие продукты относятся к скоропортящимся при микробном и грибковом заражении.

Специалисты-исследователи, работающие в области микробиологического и санитарно-гигиенического надзора в пищевой промышленности, сходятся во мнениях, что в целом ряде звеньев заготовки, доставки и хранения зерна, муки, хлеба и других муч-

нистых продуктов в технологическом, микробиологическом и санитарно-гигиеническом отношении не все в настоящее время налажено на высоком уровне [3; 4; 7; 10; 13]. Все усложняется в связи с ростом в хлебопекарных сетях числа мелких частных предприятий, функционирующих вне надлежащего микробиологического контроля и не очень заинтересованных в соблюдении необходимых санитарно-гигиенических норм и требований в цехах заготовки и хранения хлеба. Поэтому соответствующие государственные структуры в каждой стране должны быть весьма заинтересованными в создании крупных и во всех отношениях высокотехнологичных хлебопекарных заводов, обеспеченных службами и средствами высокого микробиологического и санитарно-гигиенического контроля.

Отрадно отметить, что в настоящее время в нашей республике правительство уделяет много внимания этому вопросу, и в крупных городах республики в последние годы были построены и пущены в производство несколько таких самых современных элеваторных и хлебопекарных предприятий. Проведенные нами и другими технологами, а также специалистами микробиологического и санитарно-гигиенического надзора наблюдения и анализы убеждают, что наши хлебопекарные предприятия, производя продукты высококачественно, в то же время заботятся о принятии мер по защите их от заражения опасными микробиологическими объектами для длительного хранения. Хлебные продукты они упаковывают и доставляют к сетям торговли и потребителям таким образом, что опасность их заражения различными

вредоносными и болезнетворными микроорганизмами и плесневыми грибами сводится к минимуму, а их микробиологическая устойчивость и длительность хранения повышается в несколько раз.

К первоочередным задачам микробиологического контроля в хлебопекарных отраслях, по нашему убеждению, относится проведение высокоорганизованных систематических обследований для изучения бактериального и грибкового состава, а также для определения степени заражения и порчи ими привозных и местных сортов зерна и муки, в том числе теста и хлеба, приготовляемых из них, для установления уровня их стойкости к микробным и грибковым заражениям при длительном хранении в тех или иных условиях окружающей среды. Для этого, на наш взгляд, необходимо создание банков наиболее опасных бактерий и других микроскопических микроорганизмов при исследовательских и санитарно-гигиенических службах пищевой промышленности, в частности, хлебопекарной. Это позволило бы ускорить работы для проведения сверки и оценки микробиологического состава сырья и готовых продуктов продовольственного назначения и разработки опережающих мер их защиты от микробной порчи. Немаловажную роль играет достижение высоких уровней методического совершенствования микробиологических анализов, внедрение в практику микробиологических обследований в пищевой промышленности новых и надежных экспресс-методов с высокими показателями идентификации вредных микроорганизмов, разработки новых способов их культурального

выращивания, издания новых специальных атласов с морфологическими описаниями [2; 6; 11; 14].

В литературе микробиологического и санитарно-гигиенического профиля в настоящее время имеются достаточно обширные данные, показывающие, какие виды и штаммы микроорганизмов и плесневых грибов представляют в современных условиях наибольшую опасность для хлеба и его сырьевых материалов, для возникновения на этой почве различного рода пищевых токсикозов [1; 5; 8; 9; 11; 12]. К таковым, с большой вероятностью, относятся: из числа бактерий – *Bac. Mesentericus*, *Bac. Subtilis*, *Bac. Serus staflicocus*, *Bac. Megaterum*, из числа плесневых грибов – *Claviseps purpurca*, *Furarium niger*, *Aspergillus flavus*, *Pensillium rogefori*, *Altemaria mucor*, *Clados-trium alsidia*, *Suroleum pseudomonas herbelico*, *Psevdomonas fluorenses* и так далее.

Наряду с этой важной задачей в проблематике надежного микробиологического надзора стоит другой особо значимый вопрос. Это обеспечение микробиологических и санитарно-гигиенических служб пищевой промышленности в целом и хлебопекарного производства в частности, высоко специфичными и эффективными органическими средами для культурального выращивания наиболее опасных бактерий и плесневых грибов, способных вызывать быструю порчу пищевых продуктов, в том числе хлеба и других хлебных изделий. Создание таких средовых условий требует определения для них соответствующих технико-технологических и физико-химических параметров, способных благоприятно воздействовать на раз-

множающую способность бактериальной или плеснево-грибковой культуры в той или иной органической среде. Хотя в этом направлении был осуществлен ряд разработок [2; 5; 14; 15], тем не менее эта задача остается нерешенной, как и задача создания более эффективных экспресс-методов для идентификации нужных культур в различных микробиологических средах.

Беспокойство вызывает такое положение в микробиологическом надзоре в хлебопекарной промышленности. Почему-то в настоящее время как нашими, так и зарубежными специалистами-исследователями, работающими в промышленности, очень мало внимания уделяется вопросам определения физико-химических и биологических качеств зерна и муки разного происхождения, доставки, хранения и обработки. Ведь их влагоемкие, термостойчивые, клейковые и другие свой-

ства и признаки являются важными факторами, благоприятно или неблагоприятно воздействующими на рост и развитие в них самых различных вредных микроорганизмов и плесневых грибов. Само собой разумеется, что низкокачественное по этим критериям исходное сырье может стать дополнительным источником заражения теста, хлеба и мучнистых продуктов микроорганизмами и плесневыми грибами, способствующими их быстрой порче и приведению в негодность для потребления.

Таким образом, в настоящее время перед исследователями и службами хлебопекарной промышленности стоит немало задач, которые следует обязательно решить в ближайшем будущем, учитывая также то, что пищевая, в том числе хлебопекарная, промышленность развивается в невиданных ранее масштабах из-за увеличения потребительских нужд.

ЛИТЕРАТУРА

1. Афанасьева О.В. Микроорганизмы – вредители хлебопекарного производства. М.: Пищевая промышленность, 1977. 21 с.
2. Богатырева Т.Г. Биохимические методы выявления спорных бактерий, вызывающих заболевание хлеба картофельной болезнью // Хлебопекарная и кондитерская промышленности. 1985. № 10. С. 15–18.
3. Богатырева Т.Г., Сидоров О.А. Пути повышения микробиологической чистоты хлебобулочных и макаронных изделий, методы контроля. М., 1994. 40 с.
4. Кветный Ф.М. Производство хлеба длительного хранения // Хлебопродукты. 2000. № 2. С. 23–27.
5. Курбанова А.А. Микрофлора муки и хлебных продуктов, производимых в некоторых заводах города Баку // Материалы VII научно-практической конференции по вопросам микробиологического надзора в пищевой промышленности. Баку: [б/и], 2000. С. 115–116.
6. Курбанова А.А. Об исследованиях микроорганизмов в сырье, используемом для производства местных хлебных продуктов // Материалы научно-практической конференции, посвященной 10-ой годовщине независимости Азербайджанской Республики. Баку: [б/и], 2002. С. 91–92.
7. Курбанова А.А. Необходимость улучшения микробиологического и биохимического контроля в хлебопекарных предприятиях // Материалы IV международной конференции «Техника и технология пищевых производств». Могилев: [б/и], 2004. С. 57–58.

8. Курбанова А.А. Влияние осеменения муки бактериальными спорами и оплесневение хлеба // Материалы респуб. науч. конф. Баку: [б/и], 2004. С. 23–24.
9. Курбанова А.А. Влияние заражения муки бактериальными спорами и оплесневение хлебо-булочных изделий при их хранения // Научно-теоретический аграрный журнал Азербайджана. 2007. № 1–2. С. 67–68.
10. Курбанова А.А. Вопросы разработки способов повышения микробиологической устойчивости хлеба при относительно длительном хранении // Вестник Московского государственного университета. Серия: Естественные науки. 2012. № 4. С. 53–56.
11. Мюллер Г.М., Литц П., Мюнх Г.Д. Микробиология пищевых продуктов растительного происхождения. М.: Пищевая промышленность, 1977. 373 с.
12. Мюллер Г., Леффлер В. Микология. М.: Мир, 1995. 343 с.
13. Санитарные правила для хлебопекарных и кондитерских предприятий [СанПиН 2.3.4.545-96]. М.: Госсанитнадзор, 1996. 83 с.
14. Саттон Д., Фотергилл А., Ринальди М. Определитель патогенных и условнопатогенных грибов. М.: Мир, 2001. 468 с.
15. Шлунд И. Специфика оценки микробиологического риска // Вопросы питания. 2001. № 4. С. 44–48.

REFERENCES

1. Afanas'eva O.V. Mikroorganizmy – vrediteli khlebopekarnogo proizvodstva. [Micro-organisms – pests of baking.]. М.: Pishchevaya promyshlennost', 1977. 21 p.
2. Bogatyreva T.G. Biokhimicheskie metody vyyavleniya sporovykh bakterii, vyzyvayushchikh zabolevanie khleba kartofel'noi boleznyu [Biochemical methods for detection of spore forming bacteria, causing disease of potato disease of bread] // Khlebopekarnaya i konditerskaya promyshlennosti. 1985. no. 10. Pp. 15–18.
3. Bogatyreva T.G., Sidorov O.A. Puti povysheniya mikrobiologicheskoi chistoty khlebobulochnykh i makaronnykh izdelii, metody kontrolya [Ways to increase the microbiological purity of bread and pasta, and methods of control]. М., 1994. 40 p.
4. Kvetnyi F.M. Proizvodstva khleba dlitel'nogo khraneniya [Bread shelf] // Khleboprodukty. 2000. no. 2. Pp. 23–27.
5. Kurbanova A.A. Mikroflora muki i khlebnykh produktov proizvodimykh v nekotorykh zavodakh goroda Baku [The microflora of flour and bread products produced in some plants in Baku] Mat. VII nauchno-prakt. konf. po voprosam mikrobiologicheskogo nadzora v pishchevoi promyshlennosti [Mat. VII scientific-practical. Conf. on issues of microbiological surveillance in the food industry]. Baku, [b/i], 2000. Pp. 115–116.
6. Kurbanova A.A. Ob issledovaniyakh mikroorganizmov v syr'e ispol'zuemogo dlya proizvodstva mestnykh khlebnykh produktov [On the studies of microorganisms in raw materials used for the production of local grain products] Mat. nauchno-prakticheskoi konferentsii, posvyashchennoi 10-oi godovshchine nezavisimosti Azerbaidzhanskoi Respubliki [Mat. scientific-practical conference, devoted to 10-th anniversary of independence of the Republic of Azerbaijan]. Baku, [b/i], 2002. Pp. 91–92.
7. Kurbanova A.A. Neobkhodimost' uluchsheniya mikrobiologicheskogo i biokhimicheskogo kontrolya v khlebopekarnykh predpriyatiyakh [The need to improve microbiological and biochemical control of the bakery enterprises] Mat. IV mezhd. konf. «Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv» [Mat. IV mezhd. Conf. "Equipment and technology of food manufactures"]. Mogilev, [b/i], 2004. Pp. 57–58.
8. Kurbanova A.A. Vliyanie osemeneniya muki bakterial'nymi sporami i oplesnevanie khleba

- [The effect of insemination flour bacterial spores and oplesnina bread] Mat. respub. nauch. konf [Mat. respub. scientific. Conf]. Baku, [b/i], 2004. Pp. 23–24.
9. Kurbanova A.A. Vliyanie zarazheniya muki bakterial'nymi sporami i oplesnevanie khlebo-bulochnykh izdelii pri ikh khraneniya [The effect of contamination of the flour bacterial spores and oplesnina bakery products in their store] // Nauchno-teoreticheskii agrarnyi zhurnal Azerbaidzhana. 2007. no. 1-2. Pp. 67–68.
 10. Kurbanova A.A. Voprosy razrabotki sposobov povysheniya mikrobiologicheskoi ustoichivosti khleba pri otnositel'no dlitel'nom khraneni [The development of ways of enhancing microbial stability of bread with a relatively long storage] // Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser.: Estestvennye nauki. 2012. no. 4. Pp. 53–56.
 11. Myuller G.M., Litts P., Myunkh G.D. Mikrobiologiya pishchevykh produktov rastitel'nogo proiskhozhdeniya [Microbiology of food of plant origin]. M.: Pishchevaya promyshlennost', 1977. 373 p.
 12. Myuller G., Leffler V. Mikologiya [Mycology]. M., Mir, 1995. 343 p.
 13. Sanitarnye pravila dlya khlebopekarnykh i konditerskikh predpriyatii [SanPiN 2.3.4.545-96] [Sanitary rules for the baking and confectionery enterprises [SanPiN 2.3.4.545-96]]. M., Gossanitnadzor, 1996. 83 p.
 14. Satton D., Fotergill A., Rinaldi M. Opredelitel' patogennykh i uslovnopatogennykh gribov [Determinant of pathogenic and opportunistic fungi]. M., Mir, 2001. 468 p.
 15. Shlund I. Spetsifika otsenki mikrobiologicheskogo riska [Specificity of microbiological risk assessment] // Voprosy pitaniya. 2001. no. 4. Pp. 44–48.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Бахшалиев Арзу Элмар оглы – кандидат биологических наук, докторант Института микробиологии Национальной академии наук Азербайджана;
e-mail: azmbi@mail.ru

Курбанова Офелия Алы кызы – кандидат биологических наук, доцент кафедры технологии пищевых продуктов Азербайджанского государственного экономического университета;
e-mail: azmbi@mail.ru

Юсифова Мехрибан Рауф – кандидат биологических наук, преподаватель кафедры технологии пищевых продуктов Азербайджанского государственного экономического университета;
e-mail: msalmanov@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Bakshaliyev Arzu E. – candidate of biological sciences, a doctoral student of the Institute of Microbiology of the Azerbaijan National Academy of Sciences;
e-mail: azmbi@mail.ru

Kurbanova Ofeliya A. – candidate of biological sciences, assistant professor of the Department of Food Technology at the Azerbaijan State University of Economics;
e-mail: azmbi@mail.ru

Yusifova Mehriban R. – candidate of biological sciences, lecturer of the Department of Food Technology at the Azerbaijan State University of Economics;
e-mail: msalmanov@mail.ru

БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ССЫЛКА

Курбанова А.А., Юсифова М.Р., Бахшалиев А.Э. О значимости совершенствования микробиологического надзора в технологических линиях хлебопекарного производства // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2016. № 3. С. 26–32.

DOI: 10.18384/2310-7189-2016-3-26-32

BIBLIOGRAPHIC REFERENCE

A. Kurbanova, M. Yusifova, A. Bakshaliyev. Significance of improvement of microbiological control in technological lines of bread-making // Bulletin of Moscow State Regional University. Series: Natural sciences. 2016. no 3. Pp. 26–32.

DOI: 10.18384/2310-7189-2016-3-26-32

УДК 582.866: 581.41+581.19 (235.211)
DOI: 10.18384/2310-7189-2016-3-33-41

СОДЕРЖАНИЕ И КАЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ КАРОТИНОИДОВ ПЛОДОВ НЕКОТОРЫХ ФОРМ ОБЛЕПИХИ (*HIPPOPHAE RHAMNOIDES* L.), ПРОИЗРАСТАЮЩИХ В СЕВЕРНОМ АЗЕРБАЙДЖАНЕ

Мамедова Ш.М., Новрузов Э.Н.

*Институт Ботаники НАН Азербайджана,
Баку AZ1073, Бадамдарское шоссе 40, Республика Азербайджан*

Аннотация. Изучено количественное содержание и качественный состав каротиноидов в свежих плодах 28 форм, отобранных из естественных зарослей облепихи, произрастающих в Северном Азербайджане. Установлено, что отобранные формы с полезными промышленно-ценными биоморфологическими признаками отличаются как по содержанию, так и по качественному составу. Показано, что различные части плода также отличаются по содержанию каротиноидов. Наибольшее количество каротиноидов сосредоточены в кожуре с мякотью. Установлена положительная корреляция между окраской плодов и содержанием в них каротиноидов. Методом тонкослойной хроматографии (ТСХ) установлено, что формы отличаются по качественному составу каротиноидов. Компонентный состав каротиноидов в плодах исследованных форм колеблется от 5 до 12. Наибольшее количество компонентов отмечено в плодах с оранжевой окраской. Из плодов с оранжевой окраской методом хроматографии выделены и идентифицированы 12 компонентов. Установлено, что β -каротин, зеаксантин, ликопин, криптоксантин распространены в плодах всех исследованных форм.

Ключевые слова: *Hippophae rhamnoides* L., плоды, каротиноиды, хроматография, Азербайджан.

CONTENT AND QUALITY COMPOSITION OF CAROTENOIDS OF SOME FORMS OF SEA-BUCKTHORN (*HIPPOPHAE RHAMNOIDES* L.) GROWING IN THE NORTH AZERBAIJAN

Sh. Mammadova, E. Novruzov

*Institute of Botany, Azerbaijan National Academy of Sciences
Badamdar ave 40, Baku AZ1073, Azerbaijan Republic*

Abstract. We have studied the quantitative content and qualitative composition of carotenoids in fresh fruits of twenty-eight forms of natural sea-buckthorn bushes growing in the floodplains of rivers flowing in the Northern Azerbaijan. It is found that the selected forms with useful commercially valuable biomorphological signs differ both in content and qualitative composition. It is shown that different parts of the fruit are also characterized by the content of carotenoids. The highest amount of carotenoids is concentrated in the peel with the pulp. A positive correlation between the color of the fruit and the content of carotenoids is revealed. Thin layer chromatography (TLC) shows that the shapes differ in the qualitative composition of carotenoids. The

component composition of carotenoids in fruits studied ranges from five to twelve. The greatest number of components is found in orange fruits. By using chromatography, twelve components are isolated and identified from orange fruits. In all investigated fruit forms we have found β -carotene, zeaxanthin, lycopene, and cryptoxanthin.

Key words: *Hippophae rhamnoides* L., shapes, fruits, carotenoids, chromatography, high-quality composition.

Облепиха крушиновидная *Hippophae rhamnoides* L. из семейства лоховых *Eleagnaceae* Juss представляет собой небольшое деревце или крупный кустарник высотой 4-5 м, широко распространена на аллювиальных почвах горных рек от Западной Европы до Гималаев, Северо-Западного Китая и Монголии. Одним из основных районов естественного произрастания облепихи является Большой Кавказ.

Среди растений, запасующих масла в плодовой мякоти и семенах, преобладают представители тропической и средиземноморской флоры, к которым относятся маслина, авокадо, масличная пальма и некоторые другие, а также облепиха. Масло плодовой мякоти облепихи, которая богата каротиноидами, обладает ярко выраженным эффектом и служит источником ценного лекарственного препарата – облепихового масла. Облепиховое масло обладает болеутоляющим действием, ускоряет грануляцию и эпителизацию тканей и применяется в научной медицине при язвенной болезни, при лучевой терапии рака пищевода, при ожогах, лучевых поражениях, пролежнях, обмороживании, старческой катаракте, гастритах, диабете, малокровии, гипертонии и других болезнях [3]. В тибетской медицине высоко ценилось действие густого масляного экстракта «кханда», излечивающего болезни «бад-кан» (патологическое состояние слизистых оболочек желу-

дочно-кишечного тракта) [1], а также «кровяные» опухоли типа гематом и геморрагии. Терапевтическое действие облепихового масла связано с уникальным набором биологически активных соединений [6], среди которых особое место занимают каротиноиды. Исследованию каротиноидов плодов облепихи посвящено большое количество работ [5; 9-11].

По данным Беккера, Глушенко [6], в свежих плодах содержание каротиноидов может достигать 26,8 мг%, а в сухих – до 425 мг%. Около половины суммы каротиноидов составляют каротины. Это указывает, что провитаминная А активность плодов облепихи связана с большим количеством каротинов, особенно β -каротином. В масле облепихи содержание каротиноидов в зависимости от источника сырья изменяется в пределах 168-1089 мг%. В фармакопейном облепиховом масле содержание каротиноидов должно быть не менее 180 мг/100 г. В плодах облепихи установлено наличие 40 каротиноидов. По данным некоторых исследователей, подлинность облепихового масла следует установить содержанием зеаксантина и лютеина [7; 12]. Лекарственное значение продуктов переработки плодов облепихи, в том числе облепихового масла, признано во всем мире [8; 13].

Из вышеизложенного следует, что биологическая активность облепихового масла связана не только с содержанием в нем большого количества

суммы каротиноидов, но и разнообразием их качественного состава [4]. Изучение нами различных популяций естественных зарослей облепихи, произрастающих на Северном Азербайджане, показало, что исследованные популяции богаты формами, отличающимися ценными биоморфологическими и биохимическими признаками. Целью настоящей работы является изучение содержания и состава каротиноидов и выбор форм, которые могут стать сырьем для получения облепихового масла.

Материалом исследования служили свежие, зрелые плоды облепихи из популяций Самурчай (Са-), Агсучай (Аг-), Гирдиманчай (Ги-), Гейчай (Ге), Дамирапаранчай (Да-), Халхалчай (Ха-), Кишчай (Ки-), Шинчай (Ши-), Кумрухчай (Ку-), Мухахчай (Му-), Катехчай (Ка-) и Мазымчай (Ма-). Всего анализировано 28 форм. С целью определения качества сырья в каждой отобранной форме собирали плоды с трех растений с различной стороны кроны. Общее содержание каротиноидов определяли фотокалориметрически согласно действующей нормативной документации (ВФС-42-1741-87). Разделение провели в системах растворителей: петролейный эфир-ацетон (97:3) и петролейный эфир-бензол-метанол (60:10:1). Отдельные компоненты из адсорбента элюировали смесью петролейный эфир-метанол (99:1). Спектры индивидуальных каротиноидов сняли в н-гексане в видимой области (400-500 нм) на спектрофотометре Specol 1500 (производство AnalytikJena). Сбор плодов проводили в сентябре-октябре на стадии ботанической зрелости плодов с побегов, до-

пустимых для заготовки, способом, не допускающим поломки ветвей и уничтожения самих растений. Качественный состав каротиноидов установили методом тонкослойной хроматографии (ТСХ) [2].

В результате исследования биоморфологического разнообразия особей облепихи, распространенных на Северном Азербайджане, были собраны более 28 форм. Отобранные формы имеют существенные различия между собой по многим морфологическим признакам: высота растений, размер листьев, околюченность, величина плодов, масса 100 плодов, окраска плодов и другие. При отборе особей с промышленно-ценными морфологическими признаками особое внимание нужно обращать на окраску плодов. Так как биологическая активность облепихового масла, наряду с другими биологически активными веществами, также зависит от содержания в ней суммы каротиноидов.

В отобранных нами формах окраска плодов изменялась от светло-желтого до оранжевого цвета. Исследование суммы каротиноидов в целых плодах и мякоти плодов показало, что формы сильно отличаются по количеству каротиноидов (табл. 1). Установлено, что сумма каротиноидов в плодах исследованных форм изменяется от 5,41 до 12,42 мг%. Наибольшее количество каротиноидов обнаружено в плодах Ки-3, Са-4, Ка-3 (12,42; 10,3; 9,95 мг% соответственно) с оранжевой окраской плода. Наименьшее количество каротиноидов обнаружено в плодах Ха-2, Ге-2, Аг-2 и Са-1 (5,41; 5,71; 5,83; 5,81 мг% соответственно) со светло-желтой и желтой окраской плода.

Таблица 1

**Содержание каротиноидов в плодах некоторых форм облепихи
(мг% на сырой вес).**

Формы	Анализируемая часть плода	Сумма каротиноидов	Каротины	Ксантофилы
1	2	3	4	5
Ки-3	Целые плоды, кожура с мякотью	12,42 31,52	5,16 13,0	7,26 18,50
Ки-4	Целые плоды, кожура с мякотью	7,66 17,4	3,26 7,41	4,35 9,55
Ки-7	Целые плоды, кожура с мякотью	8,30 18,6	3,90 7,61	4,40 10,89
Ки-8	Целые плоды, кожура с мякотью	9,20 21,16	4,12 9,51	4,93 11,65
Ки-10	Целые плоды, кожура с мякотью	6,78 15,61	2,77 6,40	4,01 9,20
Ши-2	Целые плоды, кожура с мякотью	8,42 19,37	3,60 8,30	4,82 10,07
Ши-5	Целые плоды, кожура с мякотью	8,33 19,05	3,64 8,52	4,59 10,68
Ши-6	Целые плоды, кожура с мякотью	9,17 21,09	4,03 9,30	5,04 11,70
Ку-4	Целые плоды, кожура с мякотью	8,85 20,36	3,81 8,73	5,00 11,54
Му-3	Целые плоды, кожура с мякотью	9,35 21,50	4,16 9,56	5,12 11,85
Му-5	Целые плоды, кожура с мякотью	8,47 19,48	3,61 8,31	4,80 11,20
Ма-2	Целые плоды, кожура с мякотью	6,3 14,49	2,71 6,3	3,59 8,22
Ка-1	Целые плоды, кожура с мякотью	8,07 18,26	3,46 7,83	4,62 10,43
Ка-3	Целые плоды, кожура с мякотью	9,95 22,28	4,51 10,36	5,44 12,50
Са-1	Целые плоды, кожура с мякотью	5,81 13,66	2,42 5,56	3,38 7,82
Са-2	Целые плоды, кожура с мякотью	9,31 21,41	4,20 9,60	5,11 11,80
Са-3	Целые плоды, кожура с мякотью	8,12 18,67	3,48 8,00	4,68 10,56
Са-4	Целые плоды, кожура с мякотью	10,3 22,9	4,80 10,61	5,48 12,37
Ги-1	Целые плоды, кожура с мякотью	6,31 14,49	2,61 6,01	3,59 8,40
Ги-2	Целые плоды, кожура с мякотью	9,34 21,48	4,20 9,64	5,12 11,81
Ги-3	Целые плоды, кожура с мякотью	7,89 18,15	3,40 7,97	4,45 10,20

Формы	Анализируемая часть плода	Сумма каротиноидов	Каротины	Ксантофилы
1	2	3	4	5
Аг-2	Целые плоды, кожура с мякотью	5,83 13,41	2,41 5,55	3,44 7,82
Ге-1	Целые плоды, кожура с мякотью	8,15 18,74	3,51 8,04	4,65 18,73
Ге-2	Целые плоды, кожура с мякотью	5,71 13,15	2,41 5,46	3,26 7,66
Да-1	Целые плоды, кожура с мякотью	7,81 17,96	3,96 7,51	3,82 10,38
Да-2	Целые плоды, кожура с мякотью	8,21 18,91	3,54 7,51	4,67 11,36
Ха-1	Целые плоды, кожура с мякотью	7,98 18,35	3,41 7,82	4,61 10,51
Ха-2	Целые плоды, кожура с мякотью	5,41 12,44	2,31 5,21	3,11 7,23

Плоды с желто-оранжевой окраской по содержанию каротиноидов занимают среднее положение. Данные представленные в таблице показывают положительную корреляцию между окраской плодов и содержанием в них каротиноидов. Из данных (табл. 1) видно, что основная часть суммы каротиноидов сосредоточена в частях плода кожура с мякотью. Содержимое каротиноидов в кожуре с мякотью изменяется в пределах от 13,15 до 31,52 мг%. Закономерность распределения суммы каротиноидов в частях кожуры с мякотью мало отличается от распределения в целых плодах.

Как известно не все каротиноиды обладают высокой биологической активностью. Поэтому исследование качественного состава суммы каротиноидов имеет большое научное и практическое значение. Исследование качественного состава суммы кароти-

ноидов по каротинам и ксантофиллам показало, что содержание каротинов в сумме в исследованных формах составляет 40-46%. Остальную часть суммы составляют ксантофиллы с менее А-витаминной активностью. В последнее время доказано, что ксантофиллы также имеют биологическую активность [7; 12].

Наряду с установлением общего содержания каротиноидов, а также их составной части – каротинов и ксантофилов, большое практическое значение имеет установление качественного состава каротиноидов. Ранее нами было установлено, что плоды различных форм облепихи из Кишчайской популяции отличаются по качественному составу каротиноидов. Исследование качественного состава каротиноидов показало, что плоды исследованных форм отличаются также по качественному составу (табл. 2).

Таблица 2

Качественный состав каротиноидов плодов некоторых форм облепихи

формы компо- ненты	α-каротин	β-каротин	γ-каротин	ликопин	полицисликопин	зеаксантин	ксанто ксантин	лютеин	криптоксантин	тараксантин	не идентифицированы
Ки-3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ки-4	-	+	-	-	-	+	+	+	-	+	-
Ки-7	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	-
Ки-8	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+
Ки-10	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	-
Ши-2	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	-
Ши-5	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+
Ши-6	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+
Ку-4	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+
Му-3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Му-5	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+
Ма-2	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	-
Ка-1	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+
Ка-3	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Са-1	+	+	-	-	-	+	+	+	-	+	+
Са-2	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-
Са-3	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Са-4	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Ги-1	+	+	-	-	-	+	-	+	+	+	-
Ги-2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ги-3	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	-
Аг-2	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	-
Ге-1	+	+	-	+	-	+	+	+	-	+	+
Ге-2	-	+	-	-	-	+	+	+	-	+	-
Да-1	+	+	-	-	-	+	+	+	-	+	-
Да-2	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	-
Ха-1	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+
Ха-2	+	+	-	-	-	+	-	+	+	+	-

Примечание: + присутствие, – отсутствие.

Наибольшее количество компонентов в сумме каротиноидов отмечено в плодах с оранжевой окраской. В плодах исследованных форм компонентный состав каротиноидов изменяется

от 5 до 12. Подробно исследован качественный состав каротиноидов формы К-3. В ней обнаружили методом ТСХ и выделили 12 каротиноидов, из них 10 идентифицировали как α-, β-, γ- ка-

ротин, ликопин, полицисликопин, зеаксантин, футофлюин, тараксантин, лютеин, один не идентифицирован. Результаты анализов качественных составов суммы каротиноидов в плодах исследованных форм показали, что β -каротин, зеаксантин, лютеин и тараксантин присутствуют в плодах всех исследованных форм.

Ликопин и его производное полицисликопин присутствуют только в

плодах с желто-оранжевой и оранжевой окраской. На основании полученных данных по содержанию суммы каротиноидов в плодах и качественному составу можно сказать, что наиболее перспективными формами являются Ки-3, Ки-8, Са-4, Ка-3. Выбранные формы могут быть использованы для селекции и интродукции, а также сырьем для получения облепихового масла.

ЛИТЕРАТУРА

1. Асеева Т.А., Блинова К.Ф., Яковлев Г.П. Лекарственные растения тибетской медицины. Новосибирск : Наука, 1985. 160 с.
2. Исследование каротиноидов методом тонкослойной хроматографии / Э.Н. Новрузов, С.М. Асланов, С.Ш. Мамедов и др. // Тезисы докладов V Закавказской конф. по адсорбции и хроматографии. Баку: [б/и], 1982. С. 114–115.
3. Машковский М.Д. Лекарственные средства. М.: Новая Волна, 2012. 1216 с.
4. О стандартизации облепихового масла по каротиноидному составу / Л.А. Дейнека, Р.В. Подкопайло, М.Ю. Третьяков и др. // Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции. 2009. Вып. 64. С. 272–274.
5. Andersson S.C., Olsson M.E., Johansson E., Rumpunen K. Carotenoids in Sea Buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) Berries during Ripening and Use of Pheophytin a as a Maturity Marker // J. Agric. Food Chem. 2009. Vol. 57. P. 250–258.
6. Bekker N.P., Glushenkova A.I. Component of certain species of the Eleagnaceae family// Chem.Nat.Comp. 2001. Vol. 37. P. 97–116.
7. Krinsky N.I., Landrum J.T., Bone R.A. Biologic mechanisms of the protective role of lutein and zeaxanthin in the eye // Annu. Rev. Nutr. 2003. Vol. 23. P. 171–201.
8. Kumar R., Kumar G.P., Chaurasia O.P., Singh S.B. Phytochemical and Pharmacological Profile of Seabuckthorn Oil:): A Review // Res. J. Med. Plant. 2011. Vol. 5. P. 491–499.
9. Novruzov E.N. Carotenoids and Sterines of Seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) // Seabuckthorn (*Hippophae* L.): A multipurpose wonder plant. New Delhi, India: Daya Publishing House, 2000. P. 177–196.
10. Parlog R.M., Vodnar D.C., Dulf F.V., Leopold L., Socaciu C. HPLC-PDA and UV-VIS spectrometry analysis used to fingerprint sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) berries comparatively with leaves and seeds extracts // Bull. UASVM. Agric. 2009. Vol. 66. P. 409–414.
11. Pintea A., Varga A., Stepnowski P., Socaciu C., Culea M., Diehl H.A. Chromatographic Analysis of Carotenol Fatty Acid Esters in *Physalis alkekengi* and *Hippophae rhamnoides* // Phytochem. Anal. 2005. Vol. 16. P. 188–195.
12. Weller P., Breithaupt D.E. Identification and Quantification of Zeaxanthin Esters in Plants Using Liquid Chromatography-Mass Spectrometry // J. Agric. Food Chem. 2003. Vol. 51. P. 7044–7049.
13. Zeb A. Important Therapeutic Uses of Sea Buckthorn (*Hippophae*): A Review// J. Biol. Sci. 2004. Vol. 4. P. 687–693.

REFERENCES

1. Aseeva T. A., Blinova K. F., Yakovlev G. P. *Lekarstvennye rasteniya tibetskoi meditsiny* [Medicinal plants of Tibetan medicine]. Novosibirsk: Nauka, 1985. 160 p.
2. Novruzov E.N., Aslanov S.M., Mamdeov S.Sh., et al. *Issledovanie karotinoidov metodom tonkosloinoi khromatografii* [Study of carotenoids by thin-layer chromatography] *Tezisy dokladov V Zakavkazskoi konf. po adsorbtsii i khromatografii* [Abs. of reports of the V Transcaucasian Conf. in adsorption and chromatography]. Baku, [b/i], 1982. Pp. 114–115.
3. Mashkovskii M.D. *Lekarstvennye sredstva* [Medicines]. M., Novaya Volna, 2012. 1216 p.
4. Deineka L.A., Podkopailo R.V., Tretyakov M.Yu., et al. *O standartizatsii oblepikhovogo masla po karotinoidnomu sostavu* [On standardization of sea-buckthorn oil with respect to its carotenoid composition] // *Razrabotka, issledovanie i marketing novoi farmatsevticheskoi produktsii*. 2009. no. 64. pp. 272–274.
5. Andersson S.C., Olsson M.E., Johansson E., Rumpunen K. Carotenoids in Sea Buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) Berries during Ripening and Use of Pheophytin a as a Maturity Marker // *J. Agric. Food Chem.* 2009. Vol. 57. P. 250–258.
6. Bekker N.P., Glushenkova A.I. Component of certain species of the Eleagnaceae family // *Chem.Nat.Comp.* 2001. Vol. 37. P. 97–116.
7. Krinsky N.I., Landrum J.T., Bone R.A. Biologic mechanisms of the protective role of lutein and zeaxanthin in the eye // *Annu. Rev. Nutr.* 2003. Vol. 23. P. 171–201.
8. Kumar R., Kumar G.P., Chaurasia O.P., Singh S.B. Phytochemical and Pharmacological Profile of Seabuckthorn Oil:) : A Review // *Res. J. Med. Plant.* 2011. Vol. 5. P. 491–499.
9. Novruzov E.N. Carotenoids and Sterines of Seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) // *Seabuckthorn (Hippophae L.): A multipurpose wonder plant*. New Delhi, India: Daya Publishing House, 2000. P. 177–196.
10. Parlog R.M., Vodnar D.C., Dulf F.V., Leopold L., Socaciu C. HPLC-PDA and UV-VIS spectrometry analysis used to fingerprint sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) berries comparatively with leaves and seeds extracts // *Bull. UASVM. Agric.* 2009. Vol. 66. P. 409–414.
11. Pintea A., Varga A., Stepnowski P., Socaciu C., Culea M., Diehl H.A. Chromatographic Analysis of Carotenol Fatty Acid Esters in *Physalis alkekengi* and *Hippophae rhamnoides* // *Phytochem. Anal.* 2005. Vol. 16. P. 188–195.
12. Weller P., Breithaupt D.E. Identification and Quantification of Zeaxanthin Esters in Plants Using Liquid Chromatography-Mass Spectrometry // *J. Agric. Food Chem.* 2003. Vol. 51. P. 7044–7049.
13. Zeb A. Important Therapeutic Uses of Sea Buckthorn (*Hippophae*): A Review // *J. Biol. Sci.* 2004. Vol. 4. P. 687–693.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Новрузов Эльдар Новруз оглы – доктор биологических наук, доцент, заместитель директора по научной работе Института ботаники НАНА, заведующий отделом растительных ресурсов;

e-mail: eldar_novruzov@yahoo.co.uk

Мамедова Шефег Мансур гызы – диссертант Института ботаники НАНА отдела растительных ресурсов;

e-mail: eldar_novruzov@yahoo.co.uk

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Novruzov Eldar Novruz – Doctor of biological science, associate professor, Deputy Director for Sci., head of the Department of Plant Resources;
e-mail: eldar_novruzov@yahoo.co.uk

Mammadova Shefeq Mansur – Phd student Institute of Botany of the Department of Plant Resources;
e-mail: eldar_novruzov@yahoo.co.uk

БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ССЫЛКА

Мамедова Ш.М., Новрузов Э.Н. Содержание и качественный состав каротиноидов плодов некоторых форм облепихи (*Hippophae rhamnoides* L.), произрастающих в Северном Азербайджане // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2016. № 3. С. 33–41.
DOI: 10.18384/2310-7189-2016-3-33-41

BIBLIOGRAPHIC REFERENCE

Sh. Mammadova, E. Novruzov. Content and quality composition of carotenoids of some forms of sea-buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) growing in the North Azerbaijan // Bulletin of Moscow State Regional University. Series: Natural sciences. 2016. no 3. Pp. 33–41.
DOI: 10.18384/2310-7189-2016-3-33-41

УДК [615.322:582.711.712]:547.587.52.06:543.544.5.068.7

DOI: 10.18384/2310-7189-2016-3-42-45

ПОЛИСАХАРИДНЫЙ КОМПЛЕКС ЛАПЧАТКИ БЕЛОЙ, ИНТРОДУЦИРОВАННОЙ НА СЕВЕРНОМ КАВКАЗЕ

Мелик-Гусейнов В.В., Шериева Ф.К., Лигай Л.В.

Пятигорский медико-фармацевтический институт

357532, г. Пятигорск, пр. Калинина, д. 1, Российская Федерация

Аннотация. Исследован полисахаридный комплекс, выделенный из подземных органов лапчатки белой *Potentilla alba* L. семейства розоцветные (*Rosaceae*), интродуцированной на Северном Кавказе. Для выделения полисахаридных комплексов использовали метод последовательного фракционного выделения полисахаридов. В результате проведённых исследований выделены и впервые разделены на фракции полисахариды из корневищ и корней интродуцента. Установлено, что выход углеводного комплекса растения составил 9%. Методом бумажной хроматографии определён их качественный моносакхаридный состав. Преобладающим компонентом в исследуемом полисахаридном комплексе является гемицеллюлоза Б.

Ключевые слова: лапчатка белая, интродукция, полисахаридный комплекс.

POLYSACCHARIDE COMPLEX OF *POTENTILLA ALBA* L. INTRODUCED IN THE NORTHERN CAUCASUS

V. Melik-Gusseinov, F. Sherieva, L. Ligay

Pyatigorsk Medical Pharmaceutical Institute

prosp. Kalinina 1, 357532 Pyatigorsk, Russia

Abstract. We report a study of the polysaccharide complex isolated from the subterranean elements (roots and rhizomes) of *Potentilla alba* L. (*Rosaceae*) introduced in the Northern Caucasus. The method of sequential fractional isolation of polysaccharides is used for isolating polysaccharide complexes. The research activities result in isolation of the polysaccharides from the roots and rhizomes of the introduced plant and their fractionation for the first time. It is found that the plant output of the carbohydrate complex is equal to 9%. The method of paper chromatography is used to determine their qualitative monosaccharide composition. The dominant component of the polysaccharide complex is hemicellulose B.

Key words: *Potentilla alba* L., introduction, polysaccharide complex.

Лапчатка белая (*Potentilla alba* L.) семейства розоцветные (*Rosaceae*) довольно редкое растение, ареал её произрастания на территории России весьма ограничен [6, с. 59]. Распространена лапчатка в центральных районах европейской части России (в Черноземной зоне обыкновенно, к северу – реже), Крыму, Средней и Восточной Европе [7, с. 410].

В настоящее время растение предложено в качестве средства для лечения заболеваний щитовидной железы (тиреотоксикоз, гипертиреоз, узловый и токсич-

ческий зуб, гиперплазия щитовидной железы) [4, с. 264]. Терапевтическая эффективность лапчатки белой доказана клиническими исследованиями [2, с. 4–7]. Учитывая ценность растения и его ограниченную распространенность, впервые были проведены интродукционные и фитохимические исследования данного объекта на базе Эколого-ботанической станции «Пятигорск».

В настоящей работе проведены исследования полисахаридных комплексов, выделенных из трёхлетних интродуцированных образцов л. белой (корней и корневищ), заготовленных в конце вегетации растения. При выделении полисахаридных комплексов использовался метод последовательного фракционного выделения полисахаридов [3, с. 55; 5, с. 87]. Выделенные комплексы из подземных органов л. белой были разделены на фракции, содержащие водорастворимые полисахариды (ВРПС), пектиновые вещества (ПВ), гемицеллюлозы А и Б (ГЦА и ГЦБ).

Для выделения ВРПС использовали корневища с корнями л. белой: 100 г сырья экстрагировали 1,0 л воды при температуре 20–25°C и постоянном перемешивании в течение 5 часов. Фильтрат полученного извлечения осаждали двойным объёмом 96% этилового спирта. Выпавшие осадки отфильтровывали, промывали этиловым спиртом, сушили до постоянной массы и взвешивали. Оставшийся шрот использовали для получения пектиновых веществ (ПВ). Шрот экстрагировали смесью 0,5% раствора кислоты щавелевой и оксалата аммония (1:1) при 100°C в течение 1 ч. Полученное извлечение фильтровали, ПВ осаждали однократным объёмом 96% спирта

этилового, осадок отфильтровывали, промывали спиртом этиловым, сушили до постоянной массы и взвешивали.

Шрот, после выделения ПВ, использовали для идентификации гемицеллюлозы А и Б. Шрот экстрагировали 7,5% раствором натрия гидроксида в течение 15 ч. Полученное извлечение фильтровали, доводили до pH 6–7 кислотой ледяной уксусной. Осадок ГЦА отделяли центрифугированием, сушили до постоянной массы и взвешивали. Надосадочную жидкость после выделения ГЦА диализовали против воды в течение 18 часов. ГЦБ осаждали двукратным объёмом 96% спирта этилового. Выделившийся осадок ГЦБ отделяли центрифугированием, сушили до постоянной массы и взвешивали.

При установлении моносахаридного состава (ВРПС, ПВ, ГЦА, ГЦБ) полисахаридного комплекса л. белой проводился их гидролиз 2 н. кислотой серной при температуре 100° С в течение 8 ч для ВРПС и в течение двух суток для остальных полисахаридных комплексов [1, с. 135; 3, с. 55]. Индивидуальные моносахариды определяли в гидролизатах методом хроматографии на бумаге FN-4 в системе растворителей н-бутанол – уксусная кислота – вода (4:1:5), с эталонными образцами моносахаридов. Полученную хроматограмму обрабатывали анилинфталатным реактивом, в результате чего моносахариды проявлялись на ней в виде пятен различной окраски [8, р. 194].

Таким образом, в результате проведённого исследования было установлено, что полисахариды лапчатки белой представлены тремя фракциями (табл.): водорастворимыми полисахаридами, пектиновыми веществами, гемицеллюлозой Б.

Таблица

**Характеристика моносахаридов,
выделенных из подземных органов *Potentilla alba* L.**

Фракция	Выход, % от воздушно-сухого сырья	Обнаруженные моносахариды
ВРПС	1,0	глюкоза, фруктоза
ПВ	3,0	галактуроновая кислота, арабиноза
ГЦА	не обнаружено	ксилоза
ГЦБ	5,0	ксилоза

Таким образом, нами были впервые выделены и разделены на фракции полисахариды из корневищ и корней л. белой, интродуцированной на Северном Кавказе. В результате проведенных исследований было установлено, что углеводный комплекс указанно-

го растения представлен ВРПС, ПВ, ГЦБ, общий выход которых составил 9%. Бумажной хроматографией определён их качественный моносахаридный состав. Преобладающими в исследуемом полисахаридном комплексе является ГЦБ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ананьина Н.А., Андреева О.А., Оганесян Э.Т. Полисахариды клубней георгины простой (*Dahlia single* L.) // Химия растительного сырья. 2008. № 2. С. 135–136.
2. Захария А.В. Исследование лапчатки белой, как перспективного средства для лечения заболеваний щитовидной железы: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Львов, 1997. 24 с.
3. Кочетков Н.К., Торгов И.В., Ботвиник М.М. Химия природных соединений (углеводы, нуклеотиды стероиды, белки). М.: АН СССР, 1961. 561 с.
4. Мелик-Гусейнов В.В. Атлас растений: растения в народной медицине России и сопредельных государств. Пятигорск: СНЕГ, 2011. 607 с.
5. Пшукова И.В., Лигай Л.В. Исследование полисахаридного состава сельдерея пахучего (*Arium graveolens* L.) // Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции: сб. науч. тр. (вып. 68). Пятигорск: ПМФИ, 2013. С. 87–88.
6. Растительные ресурсы СССР: цветковые растения, их химический состав, использование (семейства Hydrangeaceae – Haloragaceae). Л.: Наука, 1987. 362 с.
7. Флора Восточной Европы [Т. 10] / Отв. ред. Н.Н. Цвелев. СПб.: Изд-во СПХФА, 2001. 670 с.
8. Sinner M., Puls J.J. The chromatographic behavior of polysaccharides // J. Chromatography. 1978. Vol. 156 (№ 1). P. 194–204.

REFERENCES

1. Anan'ina N.A., Andreeva O.A., Oganessian E.T. Polysaccharides of the tubers of simple dahlias (*Dahlia single* L.) [Polysaccharides of the tubers of simple dahlias (*Dahlia single* L.)] // Khimiya rastitel'nogo syr'ya. 2008. no. 2. Pp. 135–136.
2. Zakhariya A.V. Issledovanie lapchatki beloi, kak perspektivnogo sredstva dlya lecheniya zabolevanii shchitovidnoi zhelezy: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk [A study of the white cinquefoil as promising tools for the treatment of diseases of the thyroid gland: author. dis. kand. biol. sciences]. Lviv, 1997. 24 p.
3. Kochetkov N.K., Torgov I.V., Botvinik M.M. Khimiya prirodnikh soedinenii (uglevody, nukleotidy steroidy, belki) [Chemistry of natural compounds (carbohydrates, nucleotides, steroids, proteins)]. M., AN SSSR, 1961. 561 p.

4. Melik-Gusseinov V.V. Atlas rastenii: rasteniya v narodnoi meditsine Rossii i sopredel'nykh gosudarstv [Atlas of plants: plants in folk medicine of Russia and neighboring countries]. Pyatigorsk, SNEG, 2011. 607 p.
5. Pshukova I.V., Ligay L.V. Issledovanie polisakharidnogo sostava sel'dereya pakhuchego (*Apium graveolens* L.) [Study of polysaccharide composition of the fragrant celery (*Apium graveolens* L.)] Razrabotka, issledovanie i marketing novoi farmatsevticheskoi produktsii: sb. nauch. tr. (vyp. 68) [Development, research and marketing of new pharmaceutical products: collection of scientific works. (Issue 68)]. Pyatigorsk, PMFI, 2013. Pp. 87–88.
6. Rastitel'nye resursy SSSR: tsvetkovye rasteniya, ikh khimicheskii sostav, ispol'zovanie (semeistva Hydrangeaceae) [Plant resources of USSR: flowering plants, their chemical composition, usage (of the Hydrangeaceae family)]. L., Nauka, 1987. 362 p.
7. Flora Vostochnoi Evropy [T. 10] / Otv. red. N.N. Tsvelev [Flora of Eastern Europe [Vol. 10] / Ed. by N.N. Tsvelev]. SPb., Izd-vo SPKHFA, 2001. 670 p.
8. Sinner M., Puls J.J. The chromatographic behavior of polisaccharides // J. Chromatography. 1978. Vol. 156 (no. 1). P. 194–204.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Мелик-Гусейнов Валерий Владимирович – доктор биологических наук, профессор кафедры фармации Пятигорского медико-фармацевтического института;
e-mail: pharmval@yandex.ru

Шериева Фатима Кушибиевна – преподаватель Кабардино-Балкарского государственного университета; e-mail: 4f.sherieva@mail.ru

Лигай Лилия Вениаминовна – кандидат фармацевтических наук, преподаватель кафедры органической химии Пятигорского медико-фармацевтического института;
e-mail: ligay_59@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Melik-Gusseinov Valery V. – doctor of biological sciences, professor of the Department of Pharmacy at the Pyatigorsk Medical Pharmaceutical Institute;
e-mail: pharmval@yandex.ru

Sherieva Fatima K. – lecturer at the Kabardino-Balkarian State University;
e-mail: 4f.sherieva@mail.ru

Ligay Liliya V. – candidate of pharmaceutical sciences, lecturer of the Department of Organic Chemistry at the Pyatigorsk Medical Pharmaceutical Institute; e-mail: ligay_59@mail.ru

БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ССЫЛКА

Мелик-Гусейнов В.В., Шериева Ф.К., Лигай Л.В. Полисахаридный комплекс лапчатки белой, интродуцированной на Северном Кавказе // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2016. № 3. С. 42–45.
DOI: 10.18384/2310-7189-2016-3-42-45

BIBLIOGRAPHIC REFERENCE

V. Melik-Gusseinov, F. Sherieva, L. Ligay. Polysaccharide complex of *Potentilla alba* L. introduced in the Northern Caucasus // Bulletin of Moscow State Regional University. Series: Natural sciences. 2016. no 3. Pp. 42–45.
DOI: 10.18384/2310-7189-2016-3-42-45

УДК:598.115

DOI: 10.18384/2310-7189-2016-3-46-53

РОСТ И РАЗВИТИЕ СРЕДИЗЕМНОМОРСКОЙ ЧЕРЕПАХИ (*TESTUDO GRAECA* L. 1758) В ПОСТНАТАЛЬНОМ ПЕРИОДЕ ЖИЗНИ

Наджафов Дж.А., Агвердиева Р.Р.

Азербайджанский медицинский университет

Az1022, г.Баку, ул. С.Вургун, д. 167, Республика Азербайджан

Аннотация. Морфологические особенности средиземноморской черепахи, одного из древнейших видов современных рептилий, в зависимости от экологических факторов изучены недостаточно. Несмотря на то, что в герпетофауне Апшеронского полуострова средиземноморская черепаха занимает особое место, по сей день постнатальный рост и развитие этих черепах подробно не изучались. Это связано с тем, что в постнатальной жизни рост и развитие черепашек идет очень медленно. С другой стороны, точное датирование откладывания оплодотворенных яиц и новорожденных в лабораторных и естественных условиях сопровождается рядом трудностей.

Ключевые слова: средиземноморская черепаха, карапкс, пластрон, постнатальный период, Апшеронский п-в.

GROWTH AND DEVELOPMENT OF THE GREEK TORTOISE (*TESTUDO GRAECA* L.1758) IN POSTNATAL PERIOD OF LIFE

Dj. Nadjafov, R. Aqverdiyeva

Azerbaijan Medical University

Az1022, Baku, S. Vurkun st. 167, Azerbaijan Republic

Abstract. The morphological characteristics of Greek tortoise, as one of the oldest types of modern reptiles, are poorly studied under conditions of the modern environmental factors. Despite the fact that Greek tortoise has a special place in the Apsheron Peninsula herpetofauna, the puerperal growth and development of these turtles has not been studied in detail so far. This is due to the fact that in the puerperal period, the growth and development of turtles is very slow. On the other hand, accurate dating of laying fertile eggs and newborns in laboratory and natural conditions is accompanied by some difficulties.

Key words: Greek tortoise, karapaks, plastron, Apsheron, shell, puerperal growth.

У специалистов-герпетологов по поводу образования новых видов сухопутных черепах в связи с разными экологическими факторами в процессе исторического развития единого мнения не существует [2; 6]. Поэтому систематическое положение рода средиземноморской черепахи, обитающей на территории Азербайджана, недостаточно выяснено. Для того чтобы установить окончательное мнение о макроструктуре *Testudo graeca*, следует провести морфологические, экологические, генетические и молекулярные исследования многочис-

ленных особей, относящихся к одному виду и охватывающие всю территорию республики. Цель настоящей работы заключается в том, чтобы изучить морфологические особенности роста и развития средиземноморской черепахи в условиях Апшеронского полуострова в раннем постнатальном периоде жизни.

Материалы и методика работы

Работа была проведена в течение 2012-2015 гг. Материалом исследований были средиземноморские черепахи, их новорожденные и одно-, двух- и трехлетние детеныши. С этой целью нами отловлены 32 половозрелые черепахи (20 штук самок, 12 – самцов), которые содержались в вольере длиной 100 м, шириной 25 м. Условия содержания максимально приближены к естественным условиям, за исключением их естественных врагов, которые не могут войти на территорию вольера. Первый год проводилось наблюдение над спариванием, поведением, яйцекладкой и вылуплением черепахек из яиц.

Наблюдение показало, что если черепахи самцы копают почву передними конечностями, значит, они хотят убежать из вольера, если задними конечностями, – то они устраивают гнездо для откладывания готовых яиц [3]. Вылупление черепахек из яиц, в зависимости от срока откладки, наблюдается в конце июня или в середине августа. Черепашки, только вылупившиеся, взвешивались, измерялись длина, ширина и высота панциря и это повторялось в течение четырех лет. Масса черепахек измерялась с помощью электронных весов марки «AOSЭАЛ» с 0,1 г точностью, а промеры – штанген-

циркулями с 0,1 мм точностью. Чтобы не перепутать черепахек, с момента вылупления ставились заметки на поверхности карапакса. Новорожденные отмечались белыми точками, однолетние – красными, двухлетние – оранжевыми, трехлетние – черными точками.

Кроме того, во время определения возраста черепахек в качестве основного критерия были учтены годовые кольца над чешуями и размеры самих черепахек, т.е. величина панциря. Однако следует отметить, что количество колец соответствует возрасту для взрослых особей и для черепах, которые встречаются в умеренном климатическом поясе. А для черепахек в первые годы постнатальной жизни, и для черепах (взрослых), встречающихся в субтропических и тропических климатических условиях, такой подход не оправдался. Так как в первые годы у черепахек рост и развитие происходит двухфазно, годовые кольца образуются в двух формах: большие и более светлые, и узкие и более темные. Первые из них соответствуют весеннему и летнему периоду развития, вторые – осеннему. Как видно из сказанного, в течение первого года образуется два (иногда даже три) кольца, которые не соответствуют продолжительности жизни. На Апшеронском полуострове климатические условия сухо субтропические, поэтому над чешуями панциря черепахек образуется несколько колец.

Результаты исследований и их обсуждения

Несмотря на то, что средиземноморские черепахи распространены очень широко, их рост и развитие в постнатальной жизни изучены крайне не достаточно. Панцирь только вылу-

пившихся черепашек – мягкий и эластичный, цвет ярко светлый, а цвет шва, находящегося между щитками, белый. Первый год после вылупления цвет не изменяется, так как черепашки недолго находятся в природе, а в условиях климата Апшеронского полуострова они в конце октября уходят в зимнюю спячку, нарывая песок, почву или же под кустарники. У новорожденных черепашек определить пол по форме, размеру и цвету тела не возможно, исходя из того, что параметры и цвет у всех исследованных новорожденных (рис. 1) практически одинаковые. Длина карапакса варьирует между 26-30 мм, ширина была 22-27 мм, средние соответственно $28 \pm 0,30$ и $24,5 \pm 0,35$ мм, масса 18-24 гр, средние $21 \pm 0,25$ гр. Высота панциря находится между 16-19 мм, средние $17,5 \pm 0,28$ мм. Вылупление черепашек в условиях Апшеронского полуострова в зависимости от температуры окружающей среды меняется, но в подавляющем большинстве случаев совпадает со второй половиной августа.



Рис. 1. Новорожденные черепашки.

Наблюдение показывает, что черепашки в сентябре-октябре усиленно питаются, после чего уходят в зимнюю спячку, однако если температура окружающей среды в ноябре месяце соответствует $14-16^{\circ}\text{C}$, черепашки выходят из своих нор и приступают к поиску питания. Панцирь черепашек очень мягкий, центральная часть пластрона имеет черное пятно, которое окружено белыми цветами (рис. 2). Образование пигмента кератина в карапаксе и пластроне у средиземноморской черепахи связано с солнечными лучами. По-видимому, только что вылупившиеся черепашки еще не достаточно принимали солнечные лучи, поэтому образование пигмента кератина происходит медленно. Ранней весной, при благоприятной погоде, в конце марта или в начале апреля, после зимней спячки черепашки просыпаются, выходят из нор и наслаждаются солнцем.



Рис. 2. Черные пятна под пластроном у новорожденных черепашек.

В более теплое время дня (при температуре $12-15^{\circ}\text{C}$) черепашки питаются свежими растениями. В апреле,

мае подвижность черепашек коррелируется теплыми временами дня, а ранним утром и по вечером они укрываются и тем самым защищаются от врагов и поддерживают температуру тела стабильной. Алекперовым [1] в лабораторных условиях изучен рост и развитие средиземноморской черепашки. По мнению автора, в течение года черепашки растут более 1-го см (10,3 мм). Результаты наших исследований показывают, что черепашки в природных условиях Апшеронского полуострова в течение года растут несколько больше (16 мм).

В зависимости от возраста черепашек, форма тела, размеры и цвет меняются. В первую очередь панцирь удлиняется, цвет постепенно чернеет, а значит, происходит кератинизация. В первый год, после освобождения от скорлупы, масса и размер тела черепашек увеличиваются, так как длина карапакса составляет 42-46 мм (в среднем $44 \pm 0,27$ мм), ширина 33-37 мм (в среднем $35 \pm 0,31$ мм), высота панциря 20-22 мм (в среднем $21 \pm 0,27$ мм), масса 34-36 гр. (в среднем $36 \pm 0,38$ гр.) равна (табл. 1). Как видно из таблиц, между исследованными годами по всем показателям обнаружена разница, за исключением высоты панциря. Высокий

темп роста и развития в первые годы жизни, по-видимому, связан с пластичностью карапакса и пластрона, а также с интенсивным размножением их клеток [4; 5].

Следует отметить, что в данном возрасте визуально определить пол черепашек невозможно, так как основные параметры, которые нами исследованы, практически одинаковы. Как у новорожденных, у однолетних черепашек в пластроне имеются не симметричные черные пятна. Этот цвет постепенно превращается в темно бурый. Суточная активность черепашек прямо зависит от температуры дня и от богатства природных ресурсов. Точнее, если температура выше 14°C , тогда черепашки проявляют минимальную активность. Однако в Апшеронских условиях при температуре $38-40^{\circ}\text{C}$ с 12-и до 17 часов дня они зарываются под песок и тем самым спасаются от перегрева. В отличие от взрослых особей (имеются в виду более десятилетние), двухлетние черепашки питаются молодыми побегами и цветками различных видов травяных растений. При отсутствии растений, черепашки охотно поедают также дождевых червей, моллюсков и других мелких беспозвоночных животных.

Таблица 1

**Рост и развитие средиземноморской черепашки в раннем
постнатальном периоде жизни (n=6)**

Годы Параметры	2012 г. новорож. $M \pm n$	2013 г. Однолетние $M \pm n$	2014 г Двухлетние $M \pm n$	2015 г. Трехлетние $M \pm n$	Прирост между 2012-2015 гг.
Длина карапакса (мм)	$28 \pm 0,30$	$44 \pm 0,27$	$53 \pm 0,37$	$58 \pm 0,41$	30
Ширина карапакса (мм)	$24,5 \pm 0,35$	$35 \pm 0,31$	$41 \pm 0,24$	$45 \pm 0,32$	21,5
Высота панциря (мм)	$17,5 \pm 0,28$	$21 \pm 0,27$	$22,4 \pm 0,22$	$23,2 \pm 0,26$	5,7
Масса черепашек (гр)	$21 \pm 0,25$	$36 \pm 0,38$	$44 \pm 0,29$	$50 \pm 0,38$	29

Общая длина карапакса у двухлетней средиземноморской черепашки (рис. 3) была $53 \pm 0,37$ мм, ширина $41 \pm 0,32$ мм, высота – $22,4 \pm 0,26$ мм, а масса – $44 \pm 0,29$ гр. Как видно, рост и развитие идет медленно, однако швы между чешуями в карапаксе постепенно чернеют, а пятна под пластроном начинают сужаться к центру. Годичный прирост для длины карапакса составляет 9 мм, ширина – 6 мм, высота – 1,4 мм, масса – 8 г. Как видно, темп прироста сравнительно низкий. Эла-

стичность карапакса по сравнению с прошлыми годами уменьшается, т.е. он становится жестким. Как и в предыдущем возрасте, в данном возрасте точно определить пол было невозможно, однако у некоторых черепашек в нижней части пластрона отмечалась выпуклость, что свидетельствует о начале дифференциации мужского пола. Этот признак в дальнейшем росте и развитии пластрона получил свое подтверждение как признак мужского пола.



Рис. 3. Двухлетние черепашки.

Рост и развитие черепашек трехлетнего возраста (рис. 4) идет сравнительно медленно. Длина карапакса – $58 \pm 0,41$ мм, ширина – $45 \pm 0,32$ мм, высота – $23,2 \pm 0,26$ мм, общая масса – $50 \pm 0,38$ г. По сравнению с однолетними, прирост равен длине карапакса – 14, ширине – 10, для высоты – 2,2 мм, а для массы – 14 г. По сравнению с двухлетним возрастом, прирост вышеуказанных параметров соответственно был 5 мм, 4 мм, 0,8 мм, масса – 6 г. Из приведенных данных становится ясным, что, по мере увеличения возраста черепашек темп роста карапакса уменьшается, а также стабилизируется.



Рис. 4. Трехлетние черепашки.

Нами рассмотрены прирост темпа роста и развитие черепашек между сроками 2012-2015 гг. Установлено, что в течение трех лет длина карапакса выросла на 50 мм, ширина – на 21,5 мм, высота панциря – на 2,2 мм, а масса тела увеличилась на 20 г. Кроме того, было прослежено образование годичных колец над щетинками карапакса. Выяснено, что природные условия Апшеронского полуострова, которые сопровождаются сезонными изменениями, определяют то, что у черепашек крупные кольца характеризуются развитием в теплые месяцы года, узкие кольца соответствуют холодным месяцам года, а также зимней спячке. Совокупность этих колец равна годичному кольцу. По мнению некоторых авторов, виды, которые проживают в тропических условиях в течение года, над панцирями образуют два кольца. Это показатель чередования засушливого и влажного сезонов года, или их образование связано с эндогенными циклами организма. В целом годичные кольца и их количество, ширина и цвет определяют не только возраст данного вида, а также позволяют установить характер темпа роста в течение года. На основе выпуклостей, отмеченных в пластроне в конце двухлетнего и начале трехлетнего возраста, можно предположить, что половой диморфизм начинается именно с этого времени.

В заключение можно сказать следующее: рост и развитие средиземно-

морской черепашки в раннем постнатальном периоде жизни происходит не стабильными темпами. После вылупления однолетние и двухлетние черепашки растут сравнительно высокими темпами, однако, начиная с трех лет и более, темп роста постепенно уменьшается и после трехлетнего возраста он практически стабилизируется. Рост и развитие у черепах в постнатальной жизни постоянно меняется, обычно этот процесс сравнительно усиленно идет в первые три года, а потом замедляется и продолжается до половой зрелости (к 12-14-ому году жизни), после чего рост черепах не происходит.

Учитывая тот факт, что численность средиземноморской черепахи на Апшеронском полуострове постоянно снижается, следует всесторонне изучить рост и развитие черепашек в раннем постнатальном периоде жизни, так как в этот период они становятся жертвами со стороны врагов и отлавливаются населением в торговых целях, а также для содержания в домашних условиях. Из-за недостаточно научно обоснованных сведений о содержании в домашних условиях молодые, еще незакрепленные черепашки часто гибнут. Во избежание вышесказанного, по нашему мнению, следует организовать черепаший фермы на Апшеронском полуострове, где они достаточно хорошо размножаются, разводить их до пяти лет, после чего выпускать на природу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алекперов А.М. Земноводные и пресмыкающиеся Азербайджана. Баку: Элм, 1978. 262 с.
2. Новый вид из рода Средиземноморской черепахи *Testudo* (Linnaeus, 1758) для герпетофауны Азербайджана / Т.М. Искендеров, С.Б. Ахмедов, Н.Э. Новрузов Н.Э. и др. // Амурский зоологический журнал. 2013. Т. V (№ 4). С. 464–465.

3. Наджафов Дж.А., Искендеров Т.М., Эминова А.А. Некоторые особенности биологии размножения средиземноморской черепахи (*Testudo graeca*) в условиях Азербайджана // Зоологический журн. 1992. Т. 71 (вып. 4). С. 148–153.
4. Смирин Э.М., Ройтберг Е.С. Развитие исследований роста рептилий в направлениях, определенных А.М. Сергеевым // Зоологический журн. 2012. Т. 91 (№ 11). С. 1291–1301.
5. Черепанов Г.О. Панцирь черепах: происхождение и развитие в онто- и филогенезе : дисс. ... докт. биол. наук. СПб. 2004. 352 с.
6. Чхиквадзе В.М., Мазанаева Л.Ф., Шаммаков С.М. Краткое сведение о новом виде сухопутной черепахи из Дагестана // Материалы международной научной конференции «Биологическое разнообразие и проблемы охраны фауны Кавказа». Ереван: [б/и], 2011. С. 336–340.

REFERENCES

1. Alekperov A.M. Zemnovodnye i presmykayushchiesya Azerbaidzhana [Amphibians and reptiles of Azerbaijan]. Baku: Elm, 1978. 262 p.
2. Iskenderov T.M., Akhmedov S.B., Novruzov N.E., et al. Novyi vid iz roda Sredizemnomorskoi cherepakhi *Testudo* (Linnaeus, 1758) dlya gerpetofauny Azerbaidzhana [A new species of the genus of the Mediterranean tortoise *Testudo* (Linnaeus, 1758) for the herpetofauna of Azerbaijan] // Amurskii zoologicheskii zhurnal. 2013. Vol. V (no. 4). Pp. 464–465.
3. Nadzhafov Dj.A., Iskenderov T.M., Eminova A.A. Nekotorye osobennosti biologii razmnozheniya sredizemnomorskoi cherepakhi (*Testudo graeca*) v usloviyakh Azerbaidzhana [Some features of the breeding biology of Mediterranean tortoises (*Testudo graeca*) in the context of Azerbaijan] Zoologicheskii zhurn. 1992. Vol. 71 (no. 4). Pp. 148–153.
4. Smirina E.M., Roitberg E.S. Razvitie issledovaniy rosta reptilii v napravleniyakh, opredelennykh A. M. Sergeevym [Research development of the growth of reptiles in the areas identified by A. Sergeev] // Zoologicheskii zhurn. 2012. Vol. 91 (no. 11). Pp. 1291–1301.
5. Cherepanov G.O. Pansir' cherepakhi: proiskhozhdenie i razvitie v onto- i filogeneze : diss. ... dokt. biol. nauk [The shell of turtles: origin and development in onto – and phylogenesis: diss. ... doctor. biol. sciences]. SPb., 2004. 352 p.
6. Chkhikvadze V.M., Mazanaeva L.F., Shammakov S.M. Kratkoe svedenie o novom vide sukhoputnoi cherepakhi iz Dagestana [A brief note on a new species of land tortoise from Dagestan] Mater. mezhd. nauch. konf. «Biologicheskoe raznoobrazie i problemy okhrany fauny Kavkaza» [Proc. Int. Scientific Conf. "Biological diversity and conservation problems of fauna in Caucasus"]. Yerevan, [b/i], 2011. Pp. 336–340.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Наджафов Джанбахыш Али оглы – доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой медицинской биологии и генетики Азербайджанского медицинского университета; e-mail: canbaxish@gmail.com

Агвердиева Рая Рустам кызы – ассистент кафедры медицинской биологии и генетики Азербайджанского медицинского университета; e-mail: canbaxish@gmail.com

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Najafov Djanbahysh Ali oglu – doctor of biological sciences, professor, head of the Department of Medical Biology and Genetics of the Azerbaijan Medical University; e-mail: canbaxish@gmail.com

Aqverdiyeva Raya Rustam kyzy – assistant of the Department of Medical Biology and Genetics of the Azerbaijan Medical University;
e-mail: canbaxish@gmail.com

БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ССЫЛКА

Наджафов Дж.А., Агвердиева Р.Р. Рост и развитие средиземноморской черепахи (*Testudo graeca* L. 1758) в постнатальном периоде жизни // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2016. № 3. С. 46–53.
DOI: 10.18384/2310-7189-2016-3-46-53

BIBLIOGRAPHIC REFERENCE

Dj. Nadjafov, R. Aqverdiyeva. Growth and development of the greek tortoise (*Testudo graeca* L. 1758) In postnatal period of life // Bulletin of Moscow State Regional University. Series: Natural sciences. 2016. no 3. pp. 46–53.
DOI: 10.18384/2310-7189-2016-3-46-53

УДК 581.95

DOI: 10.18384/2310-7189-2016-3-54-62

НОВЫЕ И РЕДКИЕ ВИДЫ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КАВКАЗА, ВЫЯВЛЕННЫЕ В АБИНСКОМ И НОВОРОССИЙСКОМ ФЛОРИСТИЧЕСКИХ РАЙОНАХ

Попович А.В.*Московский государственный областной университет**141014, г. Мытищи, ул. Веры Волошиной, д. 24, Московская область,
Российская Федерация*

Анотация. Автором приведены сведения о местонахождении новых и редких видов сосудистых растений во флоре Северо-Западного Кавказа, выявленные в Абинском и Новороссийском флористических районах, отмеченные в период проведения полевых исследований 2010-2015 гг. Впервые для флор изучаемых районов отмечены 5 видов; подтверждены местонахождения 2 видов, известных по старым сведениям; отмечены новые местонахождения 16 видов сосудистых растений, включенных в Красные книги РФ (2008) и Краснодарского края (2007). Полученные сведения подтверждают неполную изученность флор региона, дополняют имеющуюся информацию по редким видам, с целью принятия конкретных мер их охраны.

Ключевые слова: местонахождение, редкий вид, Красная книга, популяция.

NEW AND RARE SPECIES OF VASCULAR PLANTS OF THE NORTH-WESTERN CAUCASUS, FOUND IN THE ABINSK AND NOVOROSSYISK FLORISTICAL REGIONS

A. Popovich*Moscow State Regional University**ul. Very Voloshinoy 24, 141014 Mytishchi, Moscow region, Russia*

Abstract. We report data on new and rare species of vascular plants in the flora of the North-Western Caucasus, found in the Abinsk and Novorossyisk floristical regions during the field research in 2010–2015. In these floristical regions we have found five new species, confirmed the location of two species known from the old reports and identified new locations of sixteen vascular plant species included in the Red Data Book of the Russian Federation and in the Red Data Book of the Krasnodar territory. The data confirm that the flora of the region is still poorly studied and complement available information about rare species with the purpose of taking concrete measures to protect them.

Key words: location, rare species, Red Data Book, population.

Автором проведено изучение флоры Новороссийского флористического района (НФР) Северо-Западного Кавказа (СЗК), границы которого соответствуют границам Северо-Западного Закавказья: Анапа-Геленджикскому району, вы-

© Попович А.В., 2016.

деленному Меницким [8, с. 1513–1521]; Анапскому и Новороссийскому району Зернова [4, с. 9–10]; Анапско-Абраускому и Новороссийскому районам Дубовик [2, с. 69]. Дополнительно изучены эксклавы крымско-новороссийской флоры в Пшадском и Абинском флористических районах, границы которых соответствуют границам Пшадско-Джубгского и Адагум-Пшишского районов, выделенных Меницким [8, с. 1513–1521].

Сборы и наблюдения сделаны Антоном Поповичем (А.П.). Особо редкие виды фотографировались, и делалась GPS-привязка (в системе координат WGS84) их местонахождений. Гербарные материалы хранятся в Гербарии им. Д.П. Сырейщикова (MW).

Arum maculatum L.: КК, 44°48'29" с.ш., 37°44'30" в.д., Новороссийск, хребет Маркотх, на водоразделе над поселком Кирилловка в дубово-грабовом лесу. 06.V.2012. А.П. (MW). Ранее указывался Флеровыми по Абраускому п-ову [13, с. 21]. Указывается Серегиным, Сусловой в Глубокой щели в окрестностях поселка Южная Озереевка [3, с. 27; 11, с. 112].

Bellevalia speciosa Woronow ex Grossh.: 1) КК, 44°48'49" с.ш.; 37°42'25" в.д., Новороссийск, хребет Маркотх над поселком Гайдук, степной склон с группировками томилярной растительности. Высота 370 м н.у.м. 24.IV.2014. Небольшая популяция, состоящая из 22 разновозрастных растений; 2) КК, 44°50'17" с.ш.; 37°20'45" в.д., Абрауский п-ов, гора Лысая вблизи поселка Супсех, степной приморский склон южной экспозиции. 01 IV 2015. Малочисленная популяция, состоящая из 6 разновозрастных растений; 3) КК, 44°51'06" с.ш.; 37°35'16" в.д., долина

реки Маскага, окрестности станицы Раевской, степной участок вблизи дубово-ясеневоего леса. 17.IV.2015. Небольшая популяция, состоящая из 21 разновозрастных растений. Редкий вид, ранее достоверно известный в НФР только из окрестностей Суджукской лагуны и станицы Раевской [3, с. 30; 5, с. 370; 10, с. 71]. Вид включен в Красную книгу РФ и Красную книгу Краснодарского края [6, с. 284–285; 5, с. 369–370].

Galanthus alpinus Sosn. [*G. caucasicus* (Baker) Grossh.]. Найдены несколько местонахождений на границе Новороссийского и Абинского флористических районов: 1) КК, 44°44'49" с.ш., 37°51'03" в.д., Новороссийск, хребет Маркотх, северный макросклон, отрог горы Сахарная Голова, склон юго-западной экспозиции; дубово-буково-осиновый лес (*Quercus petraea*, *Fagus orientalis*, *Populus tremula*). 09.III.2015. Отмечено 14 разновозрастных растений; 2) КК, 44°45'06" с.ш., 37°50'26" в.д., Новороссийск, хребет Маркотх, северный макросклон, отрог горы Сахарная Голова, выровненное плато, юго-западный склон, дубово-кленово-буковый лес (*Quercus petraea*, *Acer laetum*, *Fagus orientalis*), в подлеске *Staphyllea pinnata*. 09.III.2015. Не менее 100 генеративных растений на 100 м²; 3) КК, 44°45'04" с.ш.; 37°49'47" в.д., Новороссийск, хребет Маркотх, северный макросклон, гора Сахарная Голова, северная экспозиция, на 300 м ниже водораздела, выше и ниже лесной дороги, буково-дубовый лес (*Quercus petraea*, *Fagus orientalis*). 09.III.2015. Крупная полночленная ценопопуляция. Площадь популяционного поля – 0,35 Га. Средняя плотность – 1-2 генеративных растений на 1 м²; 4) КК,

44°45'01" с.ш.; 37°49'47" в.д., там же. 09.III.2015. На площади 25 м² отмечено не менее 100 генеративных особей. А.П. Вид включен в Красную книгу РФ и Красную книгу Краснодарского края [6, с. 50–51; 5, с. 362–364].

Leucojum aestivum L.: 1) КК, 44°40'42" с.ш.; 37°46'35" в.д., Абрау-ский п-ов, Новороссийск, вблизи 14-го микрорайона, в балке по ручью, между виноградниками. 06.IV.2015 (любезно показано Ю. Малыхиним). Малочисленная популяция; 2) КК, 44°51'24" с.ш.; 37°37'59" в.д., Новороссийск, долина реки Маскага, в окрестностях хутора Ленинский путь, топкий ясеновый лес. 11.IV.2015. На площади 100 м² зарегистрировано 169 разновозрастных растений; 3) КК, 44°51'09" с.ш.; 37°35'13" в.д., долина реки Маскага, окрестности станицы Раевской, участок, представленный лугово-болотной растительностью с доминированием *Carex riparia*. 17.IV.2015. На площади 0,7 Га отмечено не менее 915 разновозрастных растений; 4) КК, 44°51'17" с.ш.; 37°35'54" в.д., долина реки Маскага, между станицами Раевской и Натухаевской. Пойменный заболоченный дубовый лес (*Quercus pedunculiflora*) с примесью *Fraxinus excelsior* и *Acer tataricum*, в подлеске *Cornus australis*, *Euonymus europaea*, *Staphylea pinnata*. В травянисто-кустарничковом ярусе доминирует *Leucojum aestivum*, на площади 600 м² отмечено не менее 1000 разновозрастных растений белоцветника летнего. Вид включен в Красную книгу РФ и Красную книгу Краснодарского края [6, с. 55–56; 5, с. 358–359].

Sternbergia colchiciflora Waldst. et Kit. – КК, 44°43'21" с.ш., 37°52'35" в.д., Новороссийск, хребет Маркотх, гора Большой Маркотх, южный ма-

кросклон, участок горной степи. 30.IX.2007; 31.III.2013. Популяция, состоящая из 49 разновозрастных растений. Вид включен в Красную книгу РФ и Красную книгу Краснодарского края [6, с. 57–58; 5, с. 368–369].

Gladiolus tenuis M.Bieb. [*G. imbricatus* auct. non L.]: 1) КК, 44°50'38" с.ш., 37°34'99" в.д., 44°50'76" с.ш., 37°35'52" в.д., 44°51'02" с.ш., 37°35'30" в.д., 44°51'21" с.ш., 37°35'59" в.д., долина реки Маскага, между станицами Раевской и Натухаевской, на пойменных лугах и в заболоченном ясеновом лесу (*Fraxinus excelsior*). 04.VI.2011, 17.IV.2015 (MW). Наиболее многочисленные популяции в НФР; 2) КК, Новороссийск, окрестности поселка Глебовка, шибляк, опушка у выхода грунтовых вод. 19.V.2010; 3) КК, Новороссийск, хребет Маркотх, верховья 14-й щели близ нефтебазы "Шесхарис", в расщелинах скалы. 19.IV.2013; 4) КК, 44°51'10" с.ш., 37°37'55" в.д., Новороссийск, окрестности хутора Ленинский путь, в дубово-ясеновом влажном лесу. 11.IV.2015; 5) КК, 44°45'20" с.ш., 37°47'50" в.д., Новороссийск, верховья Нефтяной балки, между горой Петушок (Семистоловая) и перевалом Маркотхский, на осыпном склоне, среди петрофитной растительности. 30.V.2015. Вид включен в Красную книгу Краснодарского края [5, с. 350–351].

Dactylorhiza urvilleana H.Baumann et Kuenke [*Orchis urvilleana* Steudel]: КК, 44°51'03" с.ш., 37°35'28" в.д., 44°51'02" с.ш., 37°35'30" в.д., долина реки Маскага, между станицами Раевской и Натухаевской, в заболоченном ясеново-дубовом лесу (*Fraxinus excelsior*, *Quercus pedunculiflora*) с примесью *Acer tataricum* и *Ulmus glabra*. 17.IV.2015. Отмечено 92 разновозрастных растения в фазе

вегетации. Максимальная плотность 12 растений на 1 м². Довольно редкий вид на территории НФР. Ранее автором отмечалась крупная популяция в этом же районе [10, с. 71]. Вид включён в Красную книгу РФ и Красную книгу Краснодарского края [6, с. 371–372; 5, с. 388–387].

Epipactis microphylla Sw.: КК, 44°45'59" с.ш., 37°47'43" в.д., Новороссийский р-н, хребет Маркотх, северный макросклон, гора Лысая-Новороссийская, юго-восточная экспозиция, у родника. 08.VII.2015. № 97 (MW). Чрезвычайно редкий вид.

Himantoglossum caprinum (M.Bieb.) C.Koch: 1) КК, 44°46'26" с.ш., 37°32'52" в.д., хребет Семисан, между горой Смертная и щелью Вербовой, безымянная гора, вершина, по горной дороге к водоразделу рек Сукко и Дюрсо, на границе луга и кустарниковых зарослей. 07.VI.2015. Отмечено 3 генеративных растения; 2) там же, 44°46'26" с.ш., 37°32'48" в.д., южный склон. Типчаковый степной участок с элементами луговой растительности, зарастающий *Jasminum fructicans*. 07.VI.2015. На площади 400 м² отмечено 18 генеративных растений; 3) КК, 44°40'37" с.ш., 37°47'22" в.д., Новороссийск, 14 микрорайон, "Пионерская роща", южная окраина рощи, в 70 м от дороги. Заросший кустарниками (*Prunus spinosa*) и подростом *Fraxinus excelsior* участок рощи. 09.VI.2015 (любезно показан Ю. Малыхиным). Отмечено 278 растений на площади 125 м²; 4) КК, 44°49'53" с.ш., 37°48'46" в.д., Новороссийский район, хребет Свинцовый (параллельный хребту Маркотх), восточная экспозиция горы, высота – 199 м н.у.м., типчако-ковыльная горная степь с элементами луга. 13.IV.2013.

Отмечено 59 разновозрастных растений; 5) КК, 44°37'57" с.ш., 37°56'95" в.д., Геленджикский район, хребет Туапхат, водораздел горы Дооб, высота – 434 м н.у.м., юго-восточная экспозиция, террасированный участок горной степи. Отмечено 4 разновозрастных растения. 31.III.2014. Чрезвычайно редкий вид. Вид включён в Красную книгу РФ и Красную книгу Краснодарского края [6, с. 381–382; 5, с. 394–395].

Orchis morio L. subsp. *picta* (Loisel) K.Richt. [*O. picta* Loisel]: КК, 44°51'02" с.ш., 37°35'19" в.д., долина реки Маскага, окрестности станицы Раевской, заброшенные земли сельскохозяйственного назначения, суходольный разнотравный луг. 17.IV.2015. Крупная популяция, не менее 465 генеративных растений. Максимальная плотность на 1 м² – 10 генеративных растений. Площадь популяционного поля – 0,15 Га. Довольно редкий вид на территории НФР. Вид включён в Красную книгу РФ и Красную книгу Краснодарского края [6, с. 403–404; 5, с. 413–414].

Orchis punctulata Steven ex Lindl.: КК, 44°51'15" с.ш., 37°35'28" в.д., 44°51'19" с.ш., 37°35'30" в.д., 44°51'24" с.ш., 37°35'28" в.д., 44°51'21" с.ш., 37°35'29" в.д., долина реки Маскага, между станицами Раевской и Натухаевской, заброшенные земли сельскохозяйственного назначения, в кустарниках на опушке дубового леса. 17 IV 2015. Крупная популяция, не менее 880 генеративных растений. Максимальная плотность на 1 м² – 30 генеративных растений. Площадь популяционного поля – 1,4 Га. Вид включён в Красную книгу РФ и Красную книгу Краснодарского края [6, с. 405–406; 5, с. 416–418].

Celtis planchoniana K.I.Chr. [*C. glabrata* Steven ex Planch.]: КК, 44°50'45"

с.ш., 37°20'40" в.д., полуостров Абрау, Анапский район, окрестности поселка Супсех, гора Лысая, приморский обрывистый склон. 30.VIII.2015. Чрезвычайно редкий вид, включенный в Красную книгу Краснодарского края [5, с. 175–176]. Северо-западная граница распространения вида на Кавказе.

Polygonum pulchellum Loisel [*P. janaetae* Klokov]: КК, Новороссийск, южный берег Суджукской лагуны, вблизи поселка Алексино, галечниковая пересяпь между лагуной и морем. 30 IX 2015. Единично. Новый вид в НФР. Ближайшее местонахождение Таманский п-ов [9, с. 202].

Gypsophila pallasii Ikonn.: КК, 44°40'43" с.ш., 37°47'51" в.д., Новороссийск, водосборная зона Суджукской лагуны, степной мелкощепнистый склон. 10.VII.2015. № 102 (MW). Отмечено не менее 100 растений, преимущественно генеративных. Чрезвычайно редкий вид, в СЗК отмечен только в НФР. Популяция *G. pallasii* у Суджукской лагуны является единственной достоверно известной в СЗК. Указывается без точных местонахождений Липским [7, с. 133]; Флеровыми [13; с. 33]; Флеровым [12, с. 186]. Зернов также отмечал этот вид в окрестностях Суджукской лагуны [3, с. 48].

Hornungia petraea (L.) Reichenb. [*Hutchinsa petraea* (L.) R.Br.]: КК, п-ов Абрау, хребет Семисан, гора Беда, юго-западная экспозиция у вершины, мелкощепнистый участок, петрофитная растительность. 03.IV.2015. № 350 (MW). Новый вид в НФР. Указывается Косенко, Дубовик по Таманскому п-ову [4, с. 128; 2, с. 123].

Prunus mahaleb L.: 1) КК, 44°42'02" с.ш., 37°42'42" в.д., п-ов Абрау, окрестности дачных участков СНП "Двуре-

чье", щель Широкая Балка, в разреженном шибляке. 02.V.2014. № 6 (MW); 2) КК, 44°50'54" с.ш., 37°20'37" в.д., п-ов Абрау, гора Лысая, между поселками Супсех и Варваровкой, в шибляковых сообществах. 03.V.2015. № 106 (MW); 3) КК, 44°34'40" с.ш., 37°58'37" в.д., окрестности Геленджика, "Голубая бухта", юго-восточные отроги хребта Туапхат, по обочине горной дороги и по линиям электропередач. 17.IV.2015 № 41 (MW). Чрезвычайно редкий вид в НФР, включен в Красную книгу Краснодарского края [5, с. 195].

Pyracantha coccinea M.Roem.: 1) КК, 44°27'25" с.ш., 38°12'71" в.д., Геленджикский район, Прасковеевская щель, щепнистый склон над шоссе, между поселком Прасковеевка и б/о "Парус". 28.V.2014. № 45 (MW); 2) КК, Геленджикский район, окрестности поселка Кабардинка, южный макросклон хребта Туапхат, гора Дооб, щель Христова в окрестности Дообского маяка, по ручью. 16.VIII.2014. № 63 (MW). Чрезвычайно редкий вид в НФР. Вид указывается Зерновым по НФР [3, с. 63–64].

Sorbus umbellata (Desf.) Fritsch var. ***taurica*** (Zinserl.) Gabr. [*S. taurica* Zinserl.; *S. turcica* Zinserl.]: 1) КК, Новороссийский р-н, полуостров Абрау, гора Колдун, окрестности поселка Балка, дубово-грабинниковый (*Quercus pubescens*, *Carpinus orientalis*) шибляк, на опушке. 06 VI 2013. Единично; 2) КК, 44°46'40" с.ш., 37°23'11" в.д., п-ов Абрау, Анапский район, окрестности поселка Сукко, гора Солдатская, седловина на вершине, каменистый склон. 18.VIII.2015. № 92 (MW). Отмечено 17 растений, преимущественно генеративных; 3) КК, 44°38'28" с.ш., 38°24'28" в.д., Абинский район, гора Папай, у восточной вершины, осыпной склон.

Единично. 09.V.2015. № 47 (MW). Бондаренко приводит для горы Папай *S. turcica* [1, с. 203]. Чрезвычайно редкий вид в СЗК, включенный в Красную книгу Краснодарского края [5, с. 199–200].

Lathyrus aureus (Steven) Brandza [*Orobis aureus* Steven]: КК, хребет Маркотх, гора Лысая-Новороссийская, юго-восточный склон, дубово-грабовый лес. 08.V.2010. Единственное точное указание местонахождения вида в НФР. Дубовик приводит вид по НФР, но без точного указания местонахождения [2, с. 138].

Trigonella cretacea (M.Bieb.) Taliev: КК, 44°38'28" с.ш., 38°24'28" в.д.; 44°38'30" с.ш., 38°23'15" в.д.; Абинский район, гора Папай, южный макросклон, на средней восточной, центральной и западной вершинах на осыпных и скалистых участках, в типичных для НФР петрофитных группировках растительности. 09.V.2015. Впервые крымско-новороссийский региональный эндем приводится по Абинскому району. Вид включен в Красную книгу Краснодарского края [5, с. 225–226].

Hypericum maleevii A. Zernov et A.Jelen.: КК, 44°39'12" с.ш., 38°25'25" в.д., Абинский район, спуск со средней восточной вершины горы Папай (в истоках реки Убин), южная экспозиция, на глинистой почве, в светлом дубовом лесу (*Quercus petraea*). 10.V.2015. Чрезвычайно редкий вид, включён в Красную книгу РФ под названием *Hypericum montbretii* Spach и Красную книгу Краснодарского края [6, с. 291–292; 5, с. 150–151].

Thymus helendzhicus Klok. et Des.-Shost.: КК, 44°38'30" с.ш., 38°23'15" в.д., Абинский район, западная верши-

на горы Папай, южный макросклон, восточная экспозиция, на каменистой россыпи и скалистых выступах. 10.V.2015. Впервые новороссийский эндемик приводится по Абинскому району. Вид включен в Красную книгу Краснодарского края [5, с. 290–291].

Scorzonera schischkinii Lipsch. et Vass.: 1) КК, 44°50'49" с.ш., 37°40'41" в.д., Новороссийск, окрестности поселка Верхнебаканский, степной склон вблизи железной дороги. 28.IV.2015 (MW); 2) КК, 44°49'40" с.ш., 37°38'28" в.д., Новороссийск, Тоннельские горы, вершина горы над ж/д тоннелем, каменистая степь. 28.IV.2015 (MW); 3) КК, 44°50'49" с.ш., 37°35'12" в.д., Новороссийск, окрестности станицы Раевской, долина реки Маскага, каменистый степной склон. 06.V.2015 (MW); 4) КК, 44°49'21" с.ш., 37°38'41" в.д., Новороссийск, Тоннельские горы, степной каменистый склон вблизи ретранслятора. 15.V.2015 (MW); 5) КК, 44°48'14" с.ш., 37°21'54" в.д., п-ов Абрау, Анапский район, приморский щебнистый склон между поселками Сукко и Варваровка, юго-восточная экспозиция. 26.V.2015 (MW). Новороссийский эндемик, с ограниченным ареалом. Вид включен в Красный список МСОП [14]. Ранее мной указывался *S. lachnostegia* (Woronow) Lipsch. для окрестностей Сукко [10, с. 74], на самом деле эти растения являются особой опушенной формой *S. schischkinii*.

Scorzonera turkeviczii Krasch. et Lipsch.: КК, Абинский район, центральная вершина горы Папай, южный макросклон, на скалистых выступах. 09.V.2015. Очень редко. Впервые вид приводится по Абинскому району, включен в Красную книгу Краснодарского края [5, с. 318–319].

Автор выражает благодарность тений, за участие и помощь в исследованиях Н.А. Дону, В.А. Голубитченко, А.С. Зернову за поддержку и помощь в определении некоторых видов рас- Ю.А. Малыхину, А.А. Шепелину.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бондаренко С.В. Флора бассейна реки Афипис Западного Кавказа: дис... канд. биол. наук. СПб. 2002. 178 с.
2. Дубовик О.Н. Флорогенез Крымско-Новороссийской провинции. Киев: Фитон, 2005. 180 с.
3. Зернов А.С. Растения Северо-Западного Закавказья. М.: МПГУ. 2000. 130 с.
4. Косенко И.С. Определитель высших растений Северо-Западного Кавказа и Предкавказья. М.: Колос, 1970. 614 с.
5. Красная книга Краснодарского края (растения и грибы) / Отв. ред. С.А. Литвинская, изд. 2-е. Краснодар: ООО «Дизайн Бюро № 1». 2007. 640 с.
6. Красная книга Российской Федерации (растения) / Отв. ред. Л.В. Бардунов, Р.В. Камелин, В.С. Новиков. М.: МГУ, 2008. 885 с.
7. Малеев В.П. Растительность района Новороссийск – Михайловский перевал и её отношение к Крыму // Записки Никитского сада. 1931. Т. 13 (Вып. 2). С. 71–174.
8. Меницкий Ю.Л. Проект «Конспект флоры Кавказа»: карта районов флоры // Ботан. журн. 1991. Т. 76 (№ 11). С. 1513–1521.
9. Новосад В.В. Флора Керченско-Таманского региона. Киев: Наукова думка. 1992. 277 с.
10. Попович А.В. Новые и редкие виды сосудистых растений Новороссийского флористического района (Северо-Западный Кавказ) // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2013. № 2. С. 70–75.
11. Серёгин А.П., Суслова Е.Г. Флора сосудистых растений окрестностей пос. Малый Утриш // Ландшафтное и биологическое разнообразие Северо-Западного Кавказа: Сб. науч. тр. / Под. ред. К.Б. Гонгальского, О.А. Леонтьевой, Е.Г. Сусловой. М.: МГУ, 2007. С. 104–174.
12. Флеров А.Ф. Список растений Северного Кавказа и Дагестана. Ростов-на-Дону: Рост. обл. книгоизд. 1938. 696 с.
13. Флёрв А.Ф., Флёрв В.А. Растительность Северо-Черноморского побережья Кавказа. 1. Растительность полуострова Абрау и побережья Анапа-Новороссийск // Труды Северо-Кавказской ассоциации научно-исследовательских институтов. 1926. № 8. С. 1–94.
14. *Podospermum schischkinii* [Электронный ресурс] // The IUCN Red List of Threatened Species [сайт]. URL: <http://www.iucnredlist.org/details/200342/0> (дата обращения: 22.09.2016 г.)

REFERENCES

1. Bondarenko S.V. Flora basseina reki Afips Zapadnogo Kavka-za: dis... kand. biol. nauk [The flora of the basin of the river Afips in the Western Caucasus: dis. ... kand. biol. sciences]. SPb., 2002. 178 p.
2. Dubovik O.N. Florogenez Krymsko-Novorossiiskoi provintsii [The florogenesis of the Crimean-Novorossiysk province]. Kiev: Fiton, 2005. 180 p.
3. Zernov A.S. Rasteniya Severo-Zapadnogo Zakavkaz'ya [Plants Of The North-Western Caucasus]. M., MPGU, 2000. 130 p.
4. Kosenko I.S. Opredelitel' vysshikh rastenii Severo-Zapadnogo Kavkaza i Predkavkaz'ya [Keys to higher plants of the North-West Caucasus and Ciscaucasia]. M.: Kolos, 1970. 614 p.
5. Krasnaya kniga Krasnodarskogo kraya (rasteniya i griby) / izd. 2-e. [Red data book of the

- Krasnodar territory (plants and mushrooms) / ed. 2.]. Krasnodar, ООО 'Dizain Byuro № 1', 2007.
6. Krasnaya kniga Rossiiskoi Federatsii (rasteniya) / Otv. red. L.V. Bardunov, R.V. Kamelin, V.S. Novikov [The red book of the Russian Federation (plants) / Ed. by L.V. Bardunov, R.V. Kamelin, V.S. Novikov]. M.: MGU, 2008. 885 p.
 7. Maleev V.P. Rastitel'nost' raiona Novorossiisk – Mikhailovskii pereval i ee otnoshenie k Krymu [Vegetation of the district Novorossiysk – Mikhaylovskiy Pereval and its relation to the Crimea] // Zapiski Nikitskogo sada. 1931. no. 2. Pp. 71–174.
 8. Menitskii Yu.L. Proekt "Konspekt flory Kavkaza": karta raionov flory [The project "Flora of the Caucasus": a map of the flora of the areas] // Botanicheskii zhurnal. 1991. Vol. 76 (no. 11). Pp. 1513–1521.
 9. Novosad V.V. Flora Kerchensko-Tamanskogo regiona [Flora of the Kerch-Taman region]. Kiev, Naukova dumka, 1992. 277 p.
 10. Popovich A.V. Novye i redkie vidy sosudistyykh rastenii Novorossiiskogo floristicheskogo raiona (Severo-Zapadnyi Kavkaz) [New and rare species of vascular plants of the Novorossiisk floristic region (North-Western Caucasus)] // Vestnik MГОU. Seriya "Estestvennyye nauki". 2013. no. 2. Pp. 70–75.
 11. Seregin A.P., Suslova E.G. Flora sosudistyykh rastenii okrestnostei pos. Maliy Utrish [The flora of vascular plants of the environs of the village Maliy Utrish] Landshaftnoe i biologicheskoe raznoobrazie Severo-Zapadnogo Kavkaza: Sb. nauch. tr. / Pod. red. K.B. Gongal'skogo, O.A. Leont'evoi, E.G. Suslovoi [Landscape and biological diversity of the North-West Caucasus: Collection of scientific works / Ed. by K.B. Gongalsky, O.A. Leontyeva, E.G. Suslova]. M.: MGU, 2007. Pp. 104–174.
 12. Flerov A.F. Spisok rastenii Severnogo Kavkaza i Dagestana. [List of plants of Northern Caucasus and Dagestan.]. Rostov-on-don, Rostovskoe oblastnoe knigoizdatel'stvo, 1938. 696 p.
 13. Flerov A.F. Flerov V.A. Rastitel'nost' Severo-Chernomorskogo poberezh'ya Kavkaza. 1. Rastitel'nost' poluostrova Abrau i poberezh'ya Anapa-Novorossiysk [Vegetation of the North Black Sea coast of Caucasus. 1. The vegetation of the Abrau Peninsula and the coast of Anapa-Novorossiysk] // Tr. Sev.-Kavkaz. assots. nauch.-issled. in-tov. 1926. no. 8. Pp. 1–94.
 14. Podospermum schischkinii [Electronic Resource] // The IUCN Red List of Threatened Species [web-site]. URL: <http://www.iucnredlist.org/details/200342/0> (request date: 22.09.2016 г.)

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Попович Антон Владимирович – аспирант Московского государственного областного университета; руководитель комиссии охраны и изучения природных экосистем Северо-Западного Кавказа Русского географического общества;
e-mail: antonio220386@rambler.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Popovich Anton V. – post-graduate student of the Moscow State Regional University; the leader of the commission for the protection and study of ecosystems of Nord-Western Caucasus of the Russian geographical society;
e-mail: antonio220386@rambler.ru

БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ССЫЛКА

Попович А.В. Новые и редкие виды сосудистых растений Северо-Западного Кавказа, выявленные в Абинском и Новороссийском флористических районах // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2016. № 3. С. 54–62.

DOI: 10.18384/2310-7189-2016-3-54-62

BIBLIOGRAPHIC REFERENCE

A. Popovich. New and rare species of vascular plants of the North-Western Caucasus, found in the Abinsk and Novorossyisk floristical regions // Bulletin of Moscow State Regional University. Series: Natural sciences. 2016. no 3. Pp. 54–62.

DOI: 10.18384/2310-7189-2016-3-54-62

УДК: 579.68

DOI: 10.18384/2310-7189-2016-3-63-73

МИКРОБИОЛОГО-ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АРПАЧАЙСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Салманов М.А.¹, Ансарова А.Г.², Гусейнов А.Т.¹

¹ Институт микробиологии Национальной академии наук Азербайджана
Az1004, г. Баку, ул. М. Мушфиг 103, Республика Азербайджан

² Азербайджанский медицинский университет
Az1022, г. Баку, ул. С. Вургун 167, Республика Азербайджан

Аннотация. В статье представлены результаты впервые проведенных на Арпачайском водохранилище исследований по микробиологическому режиму воды и донных отложений, а также по некоторым ингредиентам гидрохимии по сезонам 2014 года. Выявлено, что изменение численности и распространения микробиоты по сезонам года ярко выражено, в основном, в летние (максимум) и зимние дни (минимум). Такая амплитуда колебания отмечена в численности микрофлоры воды, а в грунтах в течение года она меняется гораздо слабее. Также наблюдается кратковременное возрастание числа микроорганизмов после таяния снегов и выпадения сильных дождей. При этом общее число микроорганизмов, численности гетеротрофных, сапрофитных бактерий в центральных акваториях и приплотинной части водохранилища изменяются незначительно. В концентрации биогенных элементов за весь год не отмечено резкого колебания, а также отсутствуют стационарные источники их антропогенного поступления. В водохранилище величина первичной продукции фотосинтеза фитопланктона и деструкции органического вещества приравнивается к показателям мезотрофных водоемов.

Ключевые слова: Арпачайское водохранилище, санитарная гидробиология, трофический статус водоема, микробиота, баланс органического вещества.

MICROBIOLOGICAL AND HYDROCHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE ARPACHAY RESERVOIR

M. Salmanov¹, A. Ansarova², A. Guseynov¹

¹ Institute of Microbiology, Azerbaijan National Academy of Sciences
Az1004, Baku, M. Mushfik st. 167, Azerbaijan Republic

² Azerbaijan Medical University
Az1022, Baku, S. Vurkun st. 167, Azerbaijan Republic

Abstract. We report the results of the first studies on the microbiological regime of water and sediments, as well as on some hydrochemistry ingredients of the Arpacay reservoir in 2014. It is found that a change in the number and spreading of microbiota by seasons is highly pronounced, mainly in summer (high) and cold winter days (minimum). This oscillation amplitude is observed in the number of microflora of water, whereas in the soil it varies much weaker during the year. Also, we have observed a short-term increase in the number of microorgan-

isms after the snow melting and heavy rains. In this case, the total number of microorganisms and the number of heterotrophic and saprophytic bacteria in the central part of the waters and near the dam of the reservoir vary slightly. The concentration of nutrients does not exhibit sharp fluctuations for the entire year, and stationary sources of anthropogenic emissions are absent. In the reservoir, the magnitude of primary production of phytoplankton photosynthesis and degradation of organic matter is equal to that of mesotrophic reservoirs.

Key words: microbiota, primary production, anthropogenic emission, mesotrophic reservoirs, destruction of organic matter.

Арпачайское водохранилище создано в 1977 г. на русле одноименной реки у селении Гюмушли Шарурского района Нахичеванской Автономной Республики. Длина течения реки Арпачай составляет 126 км, формируется в горной системе Зянгязур Армянской Республики (3100 м). Водосборная площадь ее равна 2630 км². Средний многолетний расход не превышает 23,7 м³/с и годовой сток – 747,5 млн/м³. Из этого общего объема воды 624,42 млн/м³ формируется на территории Армении и 63,08 млн/м³ – в пределах Нахичеванской АР. Основные источники питания реки – атмосферные осадки (в основном снег) и подземные родники. Более 50% годового стока происходит в весенний сезон, а максимальный расход – летом. Площадь водохранилища равна 600 га, объем воды – 150 млн/м³, 140 млн/м³ из которой считается полезной. Используется оно, в основном, в системе орошения более 17000 га земли автономной республики, для чего и была создана оросительная система протяженностью более 130 км.

Следует подчеркнуть, что Арпачайское водохранилище отличается от многих водохранилищ местом своего расположения. Несмотря на то, что река является трансграничной, на ее водосборной площади отсутствуют крупные населенные пункты, промышленные объекты и пригодные для

посева сельхозкультуры почвы. Поэтому сама река и созданное на ее русле водохранилище не подвержены антропогенным воздействиям. В тоже время, исходя из того, что вода водохранилища, помимо орошения, в Араксинской низменности Шарурского района Нахичеванской АР в большинстве населенных пунктах используется в быту, было весьма актуальным изучение экологической ситуации в водоеме, путем определения микробиологического режима воды и донных отложений, а также некоторых гидрохимических элементов одновременно.

Материалы и методы исследования

Материал собран по сезонам 2014 г. на 5-ти станциях, расположенных в различных акваториях водохранилища (рис. 1). В водохранилище узкоруслового характера отбор образцов воды, грунта и наблюдения проводились в срединной части. В водохранилище температурное расслоение и кислородная стратификация не образуется. Поэтому в большинстве случаев разница физического характера качества воды между поверхностным и придонным слоях выражена весьма слабо. Поэтому ограничились сбором образца воды с поверхностных горизонтов.

Вода отобралась для микробиологических анализов с бутылочным ба-

АРМЕНИЯ

Рис. 1. Карта-схема Арпачайского водохранилища (цифрами обозначены номера станций отбора проб воды и донных отложений).

тометром Ю.И. Сорокина [17], а для гидрохимического и гидробиологического (первичная продукция фитопланктона) анализов образцы брались батометром Кнудсена. Общее число микроорганизмов воды и грунтов определялось методами А.С. Разумова [10; 11] и С.Н. Виноградского [3]. Гетеротрофная макрофлора выращивались на соответствующих селективных средах, составы которых указаны в лабораторных руководствах В.И. Романенко [14-15], С.И. Кузнецова [5-6] и А.Г. Родиной [12; 13]. Первичная продукция фотосинтеза фитопланктона и деструкция органического вещества определены кислородным методом Винклера-Винберга [1; 2]. Для определения некоторых гидрохимических элементов использован фотометр фирмы Palintest для воды. Температура и прозрачность воды измерялись, соответственно, ртутным-опрокидывающим (глубоководным) термометром и диском Секки. Донные отложения отобраны трубкой (малой) ГОИНА.

Полученные результаты и их обсуждение

В Арпачайском водохранилище, по сравнению с химическими элементами, физические показатели более подвижны-изменчивы (табл. 1). Как видно, при разнице в температуре воды летом и зимой, прозрачность максимальна зимой. Весной и осенью прозрачность воды уменьшается по сравнению с другими сезонами в 3-5 раз. Из всех показателей только содержание кислорода воды за весь год остается почти стабильно. Характерно также то, что за весь год в воде нитриты не отмечаются, а концентрация нитратов колеблется в пределах 3,6-6,4 мг/л и снижается, в основном, в летний сезон – на 70%. Наличие фосфатов и аммония отмечается в течение года, их максимальная концентрация не превышает 0,08-0,04 мг/л соответственно. Сезонное изменение содержания нитрат, аммоний и фосфатов в течение года более контрастно в летнем сезоне. Как видно, по сравнению с весной, летом содержание нитратов и аммония

Таблица 1

Прозрачность (м), температура ($t^{\circ}\text{C}$) и некоторые элементы гидрохимии (мг/л) воды Арпачайского водохранилища в сезонах 2014 г (среднее)

Вид анализа	Зима	Весна	Лето	Осень
Прозрачность	1,3	0,3	1,4	0,6
Температура	0,3	9,2	16,3	11,2
Кислород	11,3	12,0	9,3	10,0
Нитраты	5,3	6,4	3,3	4,8
Нитриты	0	0	0	0
Фосфор	0,03	0,08	0,01	0,06
Аммоний	0,01	0,04	0,02	0,02

уменьшается в 2 раза, а фосфатов – в 8 раз. Поэтому можно предполагать, что в вегетации фитопланктона, фитобентоса и малочисленности высшей водной растительности лимитирующими из биогенных элементов являются компоненты минерального фосфора.

Следует подчеркнуть, что для определения трофического статуса (трофность) водоемов одним из основных показателей является балансовый расчет продукции и деструкции органического вещества в нем [2]. С этой целью проводятся исследования по первичной продукции фотосинтеза фитопланктона и деструкции органического вещества [7; 14]. Несмотря на то, что экосистема Арпачайского водохранилища далеко от стационарных источников антропогенного прессинга, определение санитарно-гидробиологического состояния воды, которая зависит от поступления веществ аллохтонного происхождения, было необходимо выяснить роль автохтонного происхождения органического вещества и его естественной деградации бактериопланктоном в изменении гигиенического и органолептического качества воды.

Результаты сезонного измерения величин продукции фитопланктона и

деструкции органического вещества представлены в табл. 2. Как видно, в зимний период, когда температура воды находится на уровне замерзания водоема, рост первичной продукции фотосинтеза фитопланктона не фиксируется кислородным методом, хотя величина деструкции органического вещества составляет $0.14 \text{ мг } \text{O}_2/\text{л}$ в сутки. Максимальные величины первичной продукции фотосинтеза фитопланктона и деструкции органического вещества отмечаются летом, когда и температура воды бывает высокой. За весь год среднесуточная сумма первичной продукции, за исключением зимнего сезона, составляет $3 \text{ мг } \text{O}_2/\text{л}$ в сутки, а деструкции – $4.16 \text{ мг } \text{O}_2/\text{л}$. Если хотя бы предварительно, вести расчет баланса органического вещества водохранилища, то можно легко убедиться, что деструкция органического вещества превышает первичную продукцию всего лишь на 33%. Для открытых водоемов, при нынешней экологической ситуации, этот показатель считается весьма низким и свидетельствует о том, что в водохранилище продукционно-деструкционные процессы находятся в стабильно сбалансированном положении.

Таблица 2

**Среднесезонные величины первичной продукции фотосинтеза
фитопланктона и деструкции органического вещества (O_2 мг/л)
Арпачайского водохранилища за 2014 г.**

Станции	Зима		Весна		Лето		Осень	
	ПП ¹	Д ²	ПП	Д	ПП	Д	ПП	Д
1	0	0.2	0.2	0.3	1.3	1.4	0.4	1.0
2	0	0.1	0.3	0.4	1.6	1.8	0.5	1.2
3	0	0.1	0.3	0.5	2.0	2.8	0.6	1.3
4	0	0.2	0.4	0.5	2.4	2.6	0.8	1.1
5	0	0.1	0.5	0.6	2.6	3.1	0.9	1.2
Среднее	0	0.14	0.34	0.46	2.0	2.4	0.64	1.16

Примечание: ПП – первичная продукция; Д – деструкция органического вещества.

Для сравнения можно указать, что в Шамкирском [8], Мингячевирском и Варваринском [9] водохранилищах деструкция превышает продукцию в 4, 3 и 5 раз соответственно. При стабильном водном балансе, отсутствии сильного разрушения береговой суши, поступления аллохтона извне и своеобразной климатической ситуации, вода Арпачайского водохранилища остается с точки зрения санитарной гидробиологии благополучной, в нем не отмечены цветение фитопланктона, дефицит кислорода и другие признаки экологического ухудшения. Поэтому можно допускать, что при применении мероприятий по санитарно-гигиенической охране, Арпачайское водохранилище может быть альтернативным источником воды для бытовых нужд местного населения Нахичеванской АР Азербайджана.

Известно, что природная вода содержит те или иные соединения органических и минеральных веществ, которые используются микроорганизмами как основной источник энергии. Поэтому в развитии микрофлоры воды органические вещества являются од-

ним из ведущих факторов в их жизнедеятельности [6], а ее численность, а также таксономические разнообразие, тесно связаны с концентрацией и качеством энергетического субстрата. Кроме того, выявлено, что на численность и видового состава микробиоты влияют также времени года, состояние эксплуатации водоема, заселенность водосборной площади и другие факторы [7].

В Арпачайском водохранилище общая численность микроорганизмов, количество сапрофитных, кооформных бактерий воды в течение года изменяется по сезонам гораздо сильнее, чем в донных отложениях (табл. 3). Как видно, все средние показатели лета превосходят остальные сезоны в 2-3 раза, что, по-видимому, связано с повышением температуры воды. В грунтах численность микрофлоры приравнивается к весенней величине, при заметно большей разности температуры воды. Такое совпадение, очевидно, связано с поступлением почвенной микрофлоры, т.к. в эти сезоны в водоем сливаются талые и дождевые воды. Следует от-

метить, что, будучи одним из показателей трофности, своего рода экологическим индикатором сапробности,

численность сапрофитных бактерий в Арпачайском водохранилище не превышает 3,3 тыс/мл.

Таблица 3

Общее число микроорганизмов воды (млн/мл), грунта (млрд/г), количество сапрофитных бактерий воды (тыс/мл), грунта (млн/г), аэробно клетчаткоразлагающих, азотфиксирующих, сульфатредуцирующих и колиформных бактерий воды Арпачайского водохранилища по сезонам 2014 г.

Вид анализа	Станции	Зима		Весна		Лето		Осень	
		вода	грунт	вода	грунт	вода	грунт	вода	грунт
Общее число микроорганизмов	1	0,7	0,5	1,4	0,8	2,1	1,3	2,6	1,0
	2	0,6	0,4	1,3	0,7	2,3	1,2	2,3	1,3
	3	0,8	0,7	1,5	0,9	2,6	1,4	2,0	1,4
	4	0,9	0,8	1,6	1,1	2,8	1,6	2,1	1,7
	5	0,9	0,9	1,8	1,3	2,9	2,1	2,2	1,8
Сапрофитные бактерии	1	0,4	0,6	1,3	2,0	0,62	1,8	2,2	1,4
	2	0,4	0,7	1,2	2,2	0,70	2,4	2,4	1,6
	3	0,6	0,6	1,3	2,3	1,3	2,0	2,6	2,2
	4	0,6	0,8	2,0	2,6	2,0	2,3	2,8	2,8
	5	0,7	0,9	2,3	3,1	2,2	2,8	3,3	3,3
Клетчаткоразлагающие	1	0	10	100	1000	10	100	10	100
	2	0	10	100	100	10	100	10	100
	3	0	10	100	100	10	100	10	100
	4	10	10	100	100	150	100	10	100
	5	10	10	100	100	120	1000	10	100
Азотфиксирующие	1	0	0	16	0	30	44	33	24
	2	0	0	25	26	33	36	30	18
	3	0	0	33	44	46	0	26	23
	4	0	0	24	50	66	0	20	31
	5	0	0	20	40	48	24	41	19
Сульфатредуцирующие	1	0	10	0	14	0	16	3	4
	2	0	16	0	21	0	24	4	6
	3	0	11	3	33	0	38	3	14
	4	0	10	3	26	2	60	3	16
	5	0	8	4	41	3	55	6	24
Колиформные	1	0	0	20	–	4	–	33	–
	2	0	0	32	–	3	–	42	–
	3	0	0	19	–	2	–	36	–
	4	0	0	24	–	2	–	60	–
	5	0	0	36	–	6	–	73	–

Такая малочисленность сапрофитных бактерий в открытых водоемах-водохранилищах, как Арпачайское, может быть ярким показателем благополучного состояния его экосистемы. Для того чтобы представить себе степень сапробности воды Арпачайского водохранилища, уместно констатировать, что в воде Мингячевирского, Шамкирского, Еникедского и Варваринского водохранилищ среднегодовые показатели сапрофитных бактерий в 9-11 раз были больше таковых Арпачайского водохранилища [9]. Более того, согласно С.И. Кузнецову [6; 7], путем определения соотношения численности беспоровых форм, выросших на МПА (мясопептонный агар) сапрофитных бактерий к споровым, можно также предварительно установить трофический статус и степень сапробности воды водоемов. По его же мнению, в эвтрофированных и полисапробных водоемах среди выросших сапрофитных бактерий споровые формы составляют 25% культур, а в мезотрофно-олиготрофных водоемах к ним относится более 50-60% выросших культур сапрофитных бактерий. Характерно, что в Арпачайском водохранилище в общей численности выделенных культур спороностные формы составляют 80%.

Результаты изучения распространения и численности сапрофитных бактерий в грунтах показали, что, за исключением зимнего сезона, по всей акватории среднесезонные показатели весьма схожи и варьируют в пределах 3,1-3,3 млн/г. При этом также выявлено, что споросные формы сапрофитов в донных отложениях гораздо больше и достигают 85%. Таким образом, можно допускать, что имеющиеся в воде

и в донных отложениях компоненты энергетического материала состоят из трудноминерализуемых. Высокий процент спороносных форм сапрофитных бактерий в водной массе и в донных отложениях Арпачайского водохранилища дает основание полагать, что в водоем не поступают сточные воды, богатые легкоминерализуемыми аллохтонными субстратами. Более того, согласно С.М. Кузнецову [7], преобладание споровых форм выросших культур сапрофитных бактерий может быть показателем глубокой минерализации органических субстратов в воде и грунтах Арпачайского водохранилища и говорить об интенсивности процесса самоочищения в нем.

Одной из характерных особенностей Арпачайского водохранилища является то, что в нем физиологические группы микроорганизмов не нашли широкого распространения. Как видно из табл. 3, количество аэробно клетчаткоразлагающих бактерий в поверхностном слое воды и в донных отложениях не превышает 10 кл/мл и 100 кл/г, соответственно. Свободно азотфиксирующие бактерии р. *Azotobacter* (выросшие на среде Эшби в присутствии маннита) встречаются в основном летом и осенью. В поверхностных слоях воды их численность варьирует в пределах 20-48/мл, а в грунтах – 18-50/г. Как видно, количество аэробно-азотфиксирующих бактерий в воде и в грунтах выражено одинаковыми величинами. Исходя из имеющихся данных, можно полагать, что для активной деятельности азотфиксирующих бактерий в Арпачайском водохранилище нет оптимальных условий, тогда как в грунтах общее число микроорганизмов в сотни и тысячи раз больше чем в

воде. Характерно, что ряд исследователей отмечают симбиотические связи р. *Azotobacter* с водной растительностью [12; 16]. Как указано выше, в Арпачайском водохранилище очень слабо развиты фитопланктон и высшая водная растительность. Поэтому можно полагать, что в обогащении водохранилища нитрат-нитритом роль азотфиксирующих бактерий ограничена.

Результаты исследования показали, что в Арпачайском водохранилище из физиологических групп бактерий самыми малочисленными оказались сульфатредуцирующие. Как видно из табл. 3, в более 80% проб поверхностной воде не отмечается наличие этих бактерий. Характерно, что из большинства образцов воды весной и осенью выделяются культуры этих бактерий, когда в водоеме сильно снижается ее прозрачность, связанная с обильным выпадением атмосферных осадков. В донных отложениях численность сульфатредуцирующих не превышает 60 кл/г. Исходя из того, что для оптимального развития и физиолого-биохимической активности сульфатредуцирующих бактерий необходимо наличие в достаточном количестве органических веществ, минеральных солей сульфат-сульфитов и дефицит кислорода, можно полагать, что для интенсивной вегетации этих бактерий в Арпачайском водохранилище условия неподходящие и пока нет опасности возник-

новения сероводородного отравления гидробионтов и ухудшения качества воды в нем. Для определения санитарно-гидробиологического состояния воды водоема обычно учитывается количество бактерий коли-групп [4]. Несмотря на то, что водосборная площадь и прибрежные участки Арпачайского водохранилища малонаселенны и не имеют крупных промышленных центров, некоторые населенные пункты используют воду нижнего бьефа водохранилища. Поэтому было желательно и интересно выяснить степени осеменения воды кишечными бактериями.

Как видно из табл. 3, в Арпачайском водохранилище из образцов воды зимнего сезона и донных отложений за весь год кишечные бактерии не выделяются. Коли групп бактерии отмечаются во всех пробах воды весной, летом и осенью в количестве 2-73/мл. Максимум численности колиморфные бактерии достигает осенью (73 кл/мл) и весной (36 кл/мл). Среднесезонные показатели бактерий коли групп весной, летом и осенью составляют 26; 5 и 49 кл/мл соответственно. Однако наличие кишечных палочек, в основном в весенне-осенних образцах воды, вероятно, связано со смыыванием почвы осадками, и нет стационарного источника поступления в водохранилище сточных вод коммунально-бытовых и животноводческих хозяйств.

ЛИТЕРАТУРА

1. Винберг Г.Г. К вопросу о балансе органического вещества в водоемах // Труды лимнологической станции в Косине. 1934. Вып. 18. С. 5-24.
2. Винберг Г.Г. Первичная продукция водоемов. Минск: Вышш. школа, 1960. 329 с.
3. Виноградский С.Н. Микробиология почвы. М.: Изд-во АН СССР, 1952. 792 с.
4. Драчев С.Н. Борьба с загрязнением рек, озер и водохранилищ промышленными и бытовыми стоками. Л.: Наука, 1964. 274 с.

5. Кузнецов С.И. Микробиологическая характеристика распада органических веществ в иловых отложениях // Труды лаборатории сапропелевых отложений. 1950. Вып. 4. С. 15–28.
6. Кузнецов С.И. Роль микроорганизмов в круговороте веществ в озерах. М.: АН СССР, 1952. 300 с.
7. Кузнецов С.И. Микрофлора озер и ее геохимическая деятельность. Л.: Наука, 1970. 440 с.
8. Мамедова В.Ф. Современное микробиологическое и санитарно-гидробиологическое состояние Шамкирского водохранилища: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Баку. 2005. 22 с.
9. Манафова А.А. Фитопланктон, его продукция, деструкция органического вещества и микробиологический режим Мингячевинского и Варваринского водохранилища: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Баку, 1994. 26 с.
10. Разумов А.С. Прямой метод учета бактерий в воде: сравнение его с методом Коха // Микробиология. 1932. Т. 1. С. 131–146.
11. Разумов А.С. Взаимоотношение между сапрофитными бактериями и планктоном в водоемах // Вопросы санитарной бактериологии: труды конференции. М.: АМН СССР, 1948. С. 30–43.
12. Родина А.Г. Местонахождение азотобактера в пресных водоемах // Доклады АН СССР. 1939. Т. 25 (№ 3). С. 448–450.
13. Родина А.Г. Методы водной микробиологии. М.: Наука, 1965. 364 с.
14. Романенко В.И., Кузнецов С.И. Экология микроорганизмов пресных водоемов (лабораторное руководство). Л.: Наука, 1974. 194 с.
15. Романенко В.И. Микробиологические процессы продукции и деструкции органического вещества во внутренних водоемах. Л.: Наука, 1985. 295 с.
16. Салманов М.А. Роль микрофлоры и фитопланктона в продукционных процессах водоемов. М.: Наука, 1987. 216 с.
17. Сорокин Ю.И. Вопросы методики отбора проб воды в водной микробиологии // Океанология. 1959. Т. 11. С. 188–197.

REFERENCES

1. Vinberg G.G. K voprosu o balanse organicheskogo veshchestva v vodoemakh [To the problem of balance of organic substances in reservoirs] // Trudy limnologicheskoi stantsii v Kossine. 1934. no. 18. Pp. 5–24.
2. Vinberg G.G. Pervichnaya produktsiya vodoemov. [Primary production of water bodies]. Minsk: Vysshaya shkola, 1960. 329 p.
3. Vinogradskii S.N. Mikrobiologiya pochvy [Microbiology of soil]. M.: Izd-vo AN SSSR, 1952. 792 p.
4. Drachev S.N. Bor'ba s zagryazneniem rek, ozer i vodokhranilishch promyshlennymi i bytovymi stokami [Pollution of rivers, lakes and reservoirs of industrial and domestic effluents]. L.: Nauka, 1964. 274 p.
5. Kuznetsov S.I. Mikrobiologicheskaya kharakteristika raspada organicheskikh veshchestv v ilovykh otlozheniyakh [Microbiological characteristics of decomposition of organic substances in the sludge sediments] // Trudy laboratorii sapropolevykh otlozhenii. 1950. no. 4. Pp. 15–28.
6. Kuznetsov S.I. Rol' mikroorganizmov v krugovorote veshchestv v ozerakh [The role of microorganisms in the nutrient cycle in the lakes]. M.: AN SSSR, 1952. 300 p.
7. Kuznetsov S.I. Mikroflora ozer i ee geokhimicheskaya deyatel'nost' [Microflora of lakes and its geochemical activity]. L., Nauka, 1970. 440 p.

8. Mamedova V.F. Sovremennoe mikrobiologicheskoe i sanitarno-gidrobiologicheskoe sostoyanie Shamkirkского vodokhranilishcha: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk [Modern microbiological and sanitary-hydrobiological condition of Shamkir reservoirs: abstract dis. ... cand. biol. sciences]. Baku, 2005. 22 p.
9. Manafova A.A. Fitoplankton, ego produktsiya, destruktsiya organicheskogo veshchestva i mikrobiologicheskii rezhim Mingyachevinskogo i Varvarinskogo vodokhranilishcha: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk [Phytoplankton, its production, destruction of organic matter and microbiological regime of Mingechevinskogo and Varvara reservoirs: abstract diss. ... cand. biol. sciences]. Baku, 1994. 26 p.
10. Razumov A.S. Pryamoi metod ucheta bakterii v vode: sravnenie ego s metodom Kokha [Direct method of counting bacteria in water: comparison with the Koch method] // Mikrobiologiya. 1932. Vol. 1. Pp. 131–146.
11. Razumov A.S. Vzaimootnoshenie mezhdru saprofitnymi bakteriyami i planktonom v vodoemakh [The relationship between saprophytic bacteria and plankton in water bodies] Voprosy sanitarnoi bakteriologii: trudy konferentsii [The sanitary bacteriology: proceedings of the conference]. M.: AMN SSSR, 1948. Pp. 30–43.
12. Rodina A.G. Mestonakhozhdenie azotobaktera v presnykh vodoemakh [The location of Azotobacter in fresh water] // Doklady AN SSSR. 1939. Vol. 25 (no. 3). Pp. 448–450.
13. Rodina A.G. Metody vodnoi mikrobiologii [Methods of water microbiology]. M.: Nauka, 1965. 364 p.
14. Romanenko V.I., Kuznetsov S.I. Ekologiya mikroorganizmov presnykh vodoemov (laboratornoe rukovodstvo) [Ecology of microorganisms of fresh water bodies (laboratory manual)]. L.: Nauka, 1974. 194 p.
15. Romanenko V.I. Mikrobiologicheskie protsessy produktsii i destruktsii organicheskogo veshchestva vo vnutrennikh vodoemakh [Microbial processes of production and destruction of organic matter in inland waters]. L.: Nauka, 1985. 295 p.
16. Salmanov M.A. Rol' mikroflory i fitoplanktona v produktsionnykh protsessakh vodoemov [The role of microflora and phytoplankton in production processes of ponds]. M.: Nauka, 1987. 216 p.
17. Sorokin Yu.I. Voprosy metodiki otbora prob vody v vodnoi mikrobiologii [Methodology of selection of water samples in water microbiology] // Okeanologiya. 1959. Vol. 11. Pp. 188–197.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Салманов Мамед Ахад оглы – доктор биологических наук, профессор, академик, директор Институт микробиологии Национальной академии наук Азербайджана;
e-mail: msalmanov@mail.ru

Ансарова Айнур Гаджибрагим гызы – кандидат биологических наук, ассистент кафедры общей биологии и генетики Азербайджанского медицинского университета;
e-mail: azmbi@mail.ru

Гусейнов Анар Теюб оглы – кандидат биологических наук, заведующий лабораторией водной микробиологии Институт микробиологии Национальной академии наук Азербайджана;
e-mail: msalmanov@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Salmanov Mamed Ahad oglu – doctor of biological sciences, professor, academician, director of the Institute of Microbiology of the Azerbaijan National Academy of Sciences;
e-mail: msalmanov@mail.ru

Ansarova Aynur Gadzhybragim gyzy – candidate of biological sciences, lecturer of the Department of General Biology and Genetics of the Azerbaijan Medical University;
e-mail: azmbi@mail.ru

Guseynov Anar oglu – candidate of biological sciences, head of the Laboratory of Aquatic Microbiology at the Institute of Microbiology of the Azerbaijan National Academy of Sciences;
e-mail: msalmanov@mail.ru

БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ССЫЛКА

Салманов М.А., Ансарова А.Г., Гусейнов А.Т. Микробиолого-гидрохимическая характеристика Арпачайского водохранилища // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2016. № 3. С. 63–73.
DOI: 10.18384/2310-7189-2016-3-63-73

BIBLIOGRAPHIC REFERENCE

M. Salmanov, A. Ansarova, A. Guseynov. Microbiological and hydrochemical characteristics of the Arpachay reservoir // Bulletin of Moscow State Regional University. Series: Natural sciences. 2016. no 3. Pp. 63–73.
DOI: 10.18384/2310-7189-2016-3-63-73

УДК 577.1:577.41

DOI: 10.18384/2310-7189-2016-3-74-83

ВЛИЯНИЕ НАНОЧАСТИЦ ОКСИДА МЕДИ (II) И ИОНА CU НА ОБРАЗОВАНИЕ ПРОДУКТОВ ПЕРЕКИСНОГО ОКИСЛЕНИЯ ЛИПИДОВ В ЖАБРАХ МИДИИ ГРЕЯ *CRENOMYTILUS GRAYANUS* (DUNKER, 1853) (BIVALVIA: MYTILIDAE) В УСЛОВИЯХ ЛАБОРАТОРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Фадеева Ю.И.¹, Слободскова В.В.², Кавун В.Я.¹, Челомин В.П.²

¹ Институт биологии моря им. А.В. Жирмунского, Дальневосточное отделение Российской академии наук

690041, г. Владивосток, ул. Балтийская, д. 43

² Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева, Дальневосточное отделение Российской академии наук
690041, г. Владивосток, ул. Балтийская, д. 43

Аннотация. Проведена сравнительная оценка влияния наночастиц CuO (НЧ CuO; 20 мкг/л) и ионов Cu (12 мкг/л) на образование продуктов перекисного окисления липидов (малоновый диальдегид МДА), 4-гидрокси-2,3-ноненаль (4-HNE) в жабрах *Crenomytilus grayanus* в условиях лабораторного эксперимента. Полученные результаты свидетельствуют о низкой биодоступности наночастиц CuO для мидии Грея. При этом в жабрах моллюсков как в эксперименте с НЧ, так и с ионами меди, были отмечены изменения содержания МДА и 4-HNE, отличные от таковых в группе контроля. Учитывая факт отсутствия значительного накопления Cu в группе с НЧ CuO, высказано предположение о косвенном проявлении токсичности наночастиц оксида меди.

Ключевые слова: наночастицы, CuO, *Crenomytilus grayanus*, малоновый диальдегид, 4-гидрокси-2,3-ноненаль, продукты перекисного окисления липидов.

EFFECTS OF NANOPARTICLES AND IONS COPPER ON THE FORMATION PRODUCTS OF LIPID PEROXIDATION IN ORGANS MUSSELS *CRENOMYTILUS GRAYANUS* (DUNKER, 1853) (BIVALVIA: MYTILIDAE) UNDER LABORATORY CONDITIONS

Yu. Fadeeva¹, V. Kavun¹, V. Slobodskova², V. Chelomin²

¹ National Scientific Center of Marine Biology, Far East Branch, Russian Academy of Sciences

ul. Pal'chevskogo 17, 690041 Vladivostok, Russia

² V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute, Far East Branch, Russian Academy of Sciences

ul. Baltiiskaya 43, 690041 Vladivostok, Russia

Abstract. A comparative evaluation is performed of the effect of CuO (CuO NPs; 20 mkg/l) and Cu (12 mkg/l) nanoparticles on the formation of lipid peroxidation products (malondialdehyde

(MDA), 4-hydrox-2,3-inonenal (4-HNE)) in gills of a mussel in a laboratory experiment. The results demonstrate low bioavailability of CuO NPs that we have used for the mussels. Moreover, in gills of molluscs, in the experiment with particles and copper ions we have observed changes in the content of MDA and 4-HNE as compared to those in the control group. Taking into account the fact that there is no considerable accumulation of Cu in the group with CuO NPs, the manifestation of its toxicity is suggested to be indirect.

Key words: nanoparticles, CuO, *Crenomytilus grayanus*, malondialdehyde, 4-hydrox-2,3-inonenal, lipid peroxidation products.

В результате разносторонней деятельности человека прибрежные акватории постоянно подвергаются влиянию, которое нередко приводит к различным негативным последствиям. В настоящее время масштабы загрязнения морских экосистем все сильнее опережают возможности научнообоснованных оценок и прогнозирования последствий антропогенного воздействия. В связи с этим особое внимание уделяется вопросам влияния различных токсических веществ на жизнедеятельность морских организмов. В последние годы все чаще появляются работы, связанные с исследованиями токсичности наночастиц (НЧ), особенно тяжелых металлов, благодаря тому, что интенсивное их производство и использование может в конечном итоге привести к попаданию последних в морские прибрежные акватории [12; 5]. Так, например, наночастицы оксида меди входят в состав многих приспособлений, таких, как газовые датчики, катализаторы, батареи, высокотемпературные сверхпроводники, преобразователи солнечной энергии [18], компьютерные процессоры, чернила принтеров, антивозрастные крема для кожи и минеральные добавки [15], а также используются в качестве антибактериальных добавок [8].

Хотя принято противопоставлять токсичность НЧ CuO токсичности

ионов Cu, стоит отметить, что из НЧ металлов при определенных условиях могут образовываться ионные формы. Например, ионы Cu и Zn образуются из НЧ CuO и ZnO в кислой среде ($\text{pH} = 4,5$). При этом концентрация образовавшихся ионов Cu^{2+} и Zn^{2+} в нейтральной среде мала, а потенциальные последствия их попадания в водную среду могут быть значительными, так как эти ионы отличаются высокой токсичностью [7]. Также помимо частичного перехода CuO в ионную медь в жидкостях, НЧ сами по себе могут служить причиной образования активных радикалов, которые, взаимодействуя с органическими молекулами: липидами, белками, нуклеиновыми кислотами, приводят к развитию окислительного стресса [9]. Одними из главных показателей степени развития окислительного стресса являются малоновый диальдегид (МДА) и 4-гидрокси-2,3-ноненаль (4-HNE), при этом МДА считается мутагенным, а 4-HNE – наиболее токсичным метаболитом перекисного окисления липидов [10].

На сегодняшний день существуют отдельные немногочисленные работы, демонстрирующие токсическое влияние НЧ на рыб [11], земноводных [5], человека [6], но, к сожалению, работ, посвященных воздействию наночастиц на морских беспозвоночных, довольно мало. В связи с чем цель нашей

работы состояла в сравнении (сопоставлении) биодоступности НЧ CuO (наноформа, 20 мкг/л) и Cu (ионная форма, 12 мкг/л) и их влияния на образование продуктов перекисного окисления липидов (ПОЛ) МДА, 4-HNE в жабрах *Crenomytilus grayanus* в лабораторном эксперименте. Морской двустворчатый моллюск *C. grayanus* широко используется в экотоксикологических исследованиях, связанных с биоаккумуляцией тяжелых металлов [7], хлорорганических пестицидов [1] и радионуклидов [17], а также при изучении механизмов токсического действия комплексного загрязнения [3; 2].

Материалы и методы исследования

Моллюски *Crenomytilus grayanus* примерно равного размера ($13,18 \pm 0,62$ см) были отобраны из акватории о-ва Рейнеке (фоновый район, залив Петра Великого, Японское море) [16]. Исходную группу мидий выдержали в аквариуме в воде из фонового района в течение двух дней после отбора. Затем часть моллюсков препарировали и извлекли жабры. Другую часть поместили на 7 сут. в аквариумы с морской водой для акклиматизации. После животных разделили на 3 группы и переместили в 100-литровые аквариумы, наполненные морской водой из аквариальной установки Института биологии моря ДВО РАН из расчета 1 экз. на 2 л.

Первая группа мидий («контрольная») в количестве 46 экз. была помещена в аквариум с чистой водой, 2-я и 3-я («экспериментальные») группы по 44 экз. – в два аквариума, один – с НЧ CuO (20 мкг/л), другой – с ионами Cu (12 мкг/л). Выбранные нами концентрации двух форм Cu, широко ис-

пользуются в экотоксикологических исследованиях для изучения генотоксичности данного элемента [4; 12]. В целом эксперимент длился 60 сут. Воду в аквариумах меняли через каждые 24 ч. В течение первых 30 сут. для получения необходимой концентрации НЧ CuO и Cu^{2+} в аквариумы вносили по 20 мл соответствующих растворов. В течение вторых 30 сут. длился период «очистки». Для подготовки рабочих растворов в 100 мл дистиллированной воды растворяли 0,0125 г порошка CuO (<50 нм, $29 \text{ м}^2/\text{г}$, “Sigma-Aldrich”) и 0,0251 г $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (квалификация – ЧДА). Перед каждым внесением в аквариум растворы перемешивали на ультразвуковой бане (44 кГц) в течение 20 мин. В ходе эксперимента каждые 10 сут. отбирали по 5 мидий из каждого аквариума. Мидий препарировали и выделяли жабры.

В ходе эксперимента измеряли показатели солёности ($32,11 \pm 1,1^\circ/\text{оо}$), температуры ($17 \pm 0,5^\circ\text{C}$) и pH ($7,97 \pm 0,32$). Также определяли содержание Cu в воде из района сбора моллюсков (о-в Рейнеке, $0,19 \pm 0,05$ мкг/л) и в месте водозабора для аквариальной ($0,36 \pm 0,07$ мкг/л). Мидий во время эксперимента не кормили дополнительно, смертность животных не зарегистрирована.

Исследуемые органы высушивали при 85°C и минерализовали концентрированной HNO_3 марки ОСЧ. Концентрацию металлов определяли методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии на приборах Shimadzu-6800F и Shimadzu-6800G. Контроль качества определений включал измерение концентраций металлов в используемых кислотах, дубликатах проб и сертифицированных образцах моллюсков (NBS SRM 1566a

и ERM-CE278k). Среднее отклонение для Cu от паспортных данных стандартных образцов составляло 5%. Средние значения концентраций металла и стандартное отклонение определяли с помощью пакета программ Excel. Достоверность различий между выборками определяли по t-критерию Стьюдента с использованием пакета программ Statistica.

Интенсивность ПОЛ оценивали путем определения концентрации малонового диальдегида и 4-гидрокси-2,3-ноненаля при перекисном окислении полиненасыщенных жирных кислот, согласно описанному методу [13]. Этот процесс основан на реакции двух моль N-метил-2-фенилиндолла, хромогенного агента, с одним моль либо МДА (в присутствии HCl), либо с комплексом продуктов ПОЛ (в присутствии метилсульфоновой кислоты (MSA)) при температуре 45°C в течение 60 мин с получением стабильного хромофора, который имеет максимальное поглощение при 586 нм. Концентрация 4-HNE равнялась разнице между общим комплексом продуктов ПОЛ и МДА. Содержание продуктов ПОЛ выражали в нмоль/г сыр. массы.

Результаты и обсуждение

Результаты эксперимента показали, что накопление Cu в жабрах моллюсков группы с НЧ CuO практически не отличались от контрольной группы на протяжении всего эксперимента. В целом, в исследуемом органе мидий этих групп не было зарегистрировано значительного накопления наноформы меди (рис. 1). В свою очередь, у моллюсков, находящихся на экспозиции в аквариуме с ионной формой меди, в первой половине эксперимента было

зарегистрировано достоверное повышение ее концентрации в исследуемом органе на 10-е и 30-е сут. (в 2 и 4 раза соответственно) по сравнению с контролем. В период «очистки» содержание этого металла резко снизилось (в 4 раза) на 40-е и 50-е сут. эксперимента.

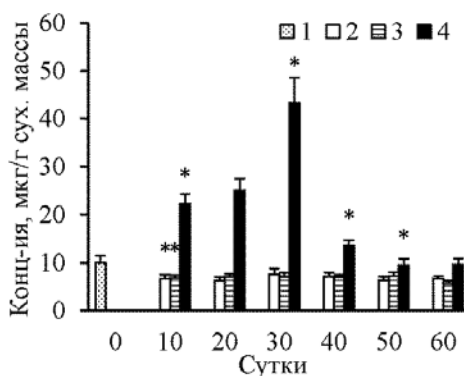


Рис. 1. Динамика изменения концентрации Cu в жабрах *Crenomytilus grayanus*:

1 – исходная концентрация, 2 – контроль, 3 – наноформа, 4 – ионная форма. * – отличие от контроля достоверно при $p \leq 0,05$.

Несмотря на сходные изменения содержания Cu в жабрах моллюсков групп контроля и с НЧ CuO, динамики содержания продуктов ПОЛ (МДА, 4-HNE) значительно отличались (рис. 2А). У контрольной группы моллюсков достоверные изменения концентрации малонового диальдегида на первом этапе эксперимента заключались в его повышении на 20-е сут. (примерно в 1,5 раза) с последующим снижением на 30-е сут. В период с 50-х по 60-е сут. содержание этого продукта ПОЛ увеличилось, достигнув значения, превышающего исходное в 2 раза (рис. 2А). В жабрах мидий группы с НЧ меди концентрация МДА резко возросла уже на 10-е сут. эксперимента, превысив ее уровень в контрольной

группе (примерно в 1,5 раза). В период с 20-х по 30-е сут. уровень содержания этого продукта снова снизился до исходного значения. На этапе «очистки» (40-е и 50-е сут.), напротив, отмечено накопление МДА почти в 2 и 2,5 раза соответственно (рис. 2А). К концу эксперимента концентрация малонового диальдегида в экспериментальной группе с НЧ меди сравнялась со значением контрольной группы. У группы мидий, содержащихся в аквариуме с ионами меди, были отмечены достоверные повышения содержания МДА на 10, 30, 50-е сут. (в 1, 1,5 и 2 раза соответственно). При этом повышения концентраций МДА чередовались с его понижениями на 20, 40, 60-е сут. (1/2, 1,2 и 1,5 раза) (рис. 2А).

В динамике содержания 4-HNE в жабрах контрольных мидий отмечено постепенное его накопление на 20-е и 30-е сут. эксперимента (в 2,5 раза от исходного) с дальнейшим значительным колебанием концентрации этого продукта на 40-60 сут. В жабрах моллюсков группы с НЧ меди на 10-е сут. было отмечено резкое повышение концентрации 4-HNE, что значительно превысило содержание 4-HNE в группе контроля и группе с ионной медью, в 2,5 и 1,5 раза соответственно. На 20-е сут. концентрация этого продукта ПОЛ снизилась в 1,5 раза по сравнению с 10 сут. и практически не изменялась до 40-х сут. эксперимента. Далее (на 50 сут.) уровень содержания 4-HNE значительно возрос с последующей стабилизацией до конца эксперимента (рис. 2Б). В группе мидий с ионной медью изменения концентрации 4-HNE на первом этапе эксперимента заключались в повышении на 10-е сут. На 30-е и 40-е сутки содержание этого продукта было практиче-

ски одинаковым. После такого относительно стабильного уровня содержания 4-HNE в жабрах моллюсков, на 50-е сут. отмечено увеличение этого продукта в 1,5 раза, с последующим снижением на 60-е сут. до значений контрольной группы (рис. 2Б). Стоит отметить, что в жабрах мидий всех трех (экспериментальных и контрольной) групп содержание 4-HNE на 40-е сут. было практически на одном уровне.

Таким образом, резюмируя полученные результаты, можно выделить следующие наиболее важные изменения продуктов ПОЛ в жабрах *S. grayanus*, предположительно, вызванные аккумуляцией меди. Интересен тот факт, что в жабрах мидий из группы с ионной медью при накоплении Cu концентрация МДА активно регулировалась в течение всего эксперимента, о чем свидетельствует пилообразная кривая (рис. 2А). Максимум содержания этого продукта был отмечен в период «очистки» на 50-е сут. эксперимента, вслед за этим на 60-е сут. оно опустилось практически до концентрации группы контроля в этот период. На фоне изменений содержания МДА в течение эксперимента, динамика концентрации 4-HNE после увеличения на 10-е сут. отличалась стабильностью до 40-х сут. эксперимента. В жабрах мидий из аквариума с НЧ на 10-е сут. отмечены скачки содержания обоих продуктов ПОЛ (рис. 2).

Сопоставление динамики накопления меди в органах моллюсков из аквариума с НЧ CuO и из контрольной группы свидетельствует об отсутствии существенного накопления наночастиц оксида меди в жабрах *S. grayanus*. Такое явление может быть связано с рядом причин, например,

с низкой биодоступностью, обусловленной свойствами НЧ CuO и специфично-видовой защитной стратегией моллюсков. Несмотря на это, в органах моллюсков двух групп наблюдалось накопление продуктов ПОЛ, что свидетельствует об увеличении токсической нагрузки на организм.

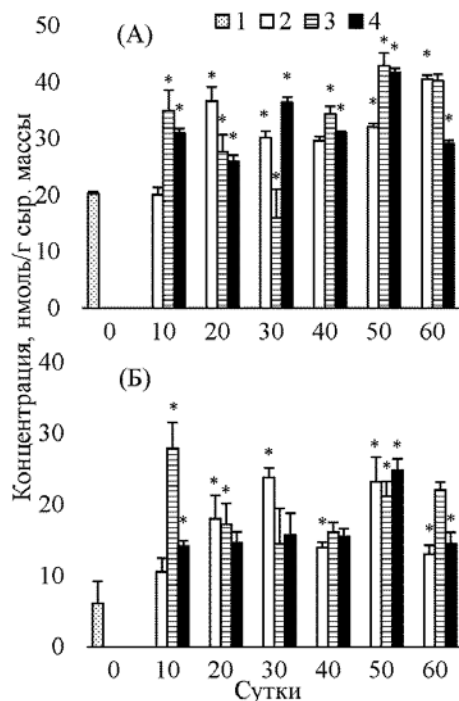


Рис. 2. Динамика изменения концентрации ПОЛ в жабрах *Crenomytilus grayanus*: А- МДА, Б- 4-ННЕ. 1 – исходная концентрация, 2 – контроль, 3 – наноформа, 4 – ионная форма. * – отличие от контроля достоверно при $p \leq 0,05$.

Известно, что активное вмешательство чужеродного агента в окис-

лительный метаболизм прямо или косвенно сопряжено с усилением генерации высокореакционных радикалов кислорода, в результате чего в клетке развивается окислительный стресс [14; 15]. Полученные результаты свидетельствуют о том, что действие меди является одной из причин образования продуктов ПОЛ в жабрах *C. grayanus*. Учитывая факт отсутствия значительного накопления Cu в жабрах моллюсков из группы с НЧ CuO, можно судить о косвенной токсичности наночастиц оксида меди.

Из полученных результатов можно сделать вывод, что отсутствие существенного накопления меди в жабрах моллюсков *C. grayanus* из экспериментальной группы с НЧ CuO определяется низкой биодоступностью исследованной нами формы меди.

Несмотря на это, в жабрах моллюсков группы с НЧ и ионами меди были отмечены изменения содержания МДА и 4-ННЕ, отличные от таковых в контрольной группе мидий.

В настоящее время механизмы завуалированного проявления биологической активности (токсичности) наночастиц неясны, а если учитывать огромные масштабы производства и поступления наночастиц в биосферу, то важность исследований в этом направлении не вызывает сомнений. Для того, чтобы в полной мере прояснить и оценить значение выявленных в нашей работе изменений, необходимы дальнейшие более разносторонние исследования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Боярова М.Д. Современные уровни содержания хлорорганических пестицидов в водных организмах залива Петра Великого (Японское море) и озера Ханка: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Владивосток, 2008. 130 с.
2. Подгурская О.В., Кавун В.Я. Оценка адаптационно-защитного потенциала двустворчатых моллюсков *Modiolus modiolus* (Linnaeus, 1758) и *Crenomytilus grayanus* (Dunker, 1853) в условиях повышенного содержания тяжелых металлов в среде // Биол. моря. 2012. Т. 38 (№ 2). С. 174–182.
3. Шиян А.А. Влияние нанопорошков оксидов металлов на успех прохождения личиночных стадий развития озёрной лягушки (*Rana Ridibunda* Pall.) // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). 2011. № 02 (66). С. 289–299.
4. Amultile biomarker approach to investigate the affects of copper on the marine bivalve mollusc, *Mytilus edulis* / S.N. Al-Subiai et al. // Ecotoxicol. Environ. Saf. 2011.V. 74. P. 1913–1920.
5. Bivalve mollusks as a unique target group for nanotoxicity / L. Canesi et. al. // Mar. Environ. Res. 2012. Vol. 76. P. 16–21.
6. CuO Nanoparticle Interaction with Human Epithelial Cells: Cellular Uptake, Location, Export, and Genotoxicology / Z. Wang et. al. // Chem. Res. Toxicol. 2012. Vol 25. P. 1512–1521.
7. Cytotoxicity in the age of nano: The role of fourth period transition metal oxide nanoparticle physicochemical properties / Ch. C. Chusuei et. al. // Chem. Biol. Interact. 2013. Vol. 206. P. 319–326.
8. Dastjerdi R., Montazer M. A review on the application of inorganic nano-structured materials in the modification of textiles: Focus on anti-microbial properties // Colloids Surf., B. 2010. Vol. 79. P. 5–18.
9. Effects of copper nanoparticles exposure in the mussel *Mytilus galloprovincialis* / T. Gomes et. al. // Environ. Sci. Technol. 2011. Vol. 45, no. 21. P. 9356–9362.
10. Esterbauer H., Eckl P., Ortner A. Possible mutagens derived from lipids and lipid precursors // Mutation Res. 1990. Vol. 238, no. 3. P. 223–233.
11. Federici G., Shaw B.J., Handy R.D. Toxicity of titanium dioxide nanoparticles to rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): Gill injury, oxidative stress, and other physiological effects // Aquat. Toxicol. 2007. Vol. 87. P. 415–430.
12. Moore M.N. Do nanoparticles present ecotoxicological risks for the health of the aquatic environment? // Environ. Int. 2006. Vol 32. P. 967–976.
13. Reactions of N-methyl-2-phenylindole with malondialdehyde and 4-hydroxyalkenals. Mechanistic aspects of the colorimetric assay of lipid peroxidation / I. Erdelmeier et al. // Chem. Res. Toxicol. 1998. no. 11. P.1184–1194.
14. Sies H. Oxidative stress: oxidants and antioxidants. London: Academic Press Limited. 1991. 650 p.
15. Shaw B.J., Handy R.D. Physiological effects of nanoparticles on fish: A comparison of nano-metals versus metal ions // Environ. Int. 2011. Vol. 37. P. 1083–1097.
16. Shulkin V.M., Presley B.J., Kavun V.Ya. Metal concentrations in mussel *Crenomytilus grayanus* and oyster *Crassostrea gigas* in relation to contamination of ambient sediments // Environ. Int. 2003. Vol. 29, no. 4. P. 493–502.
17. Tkalin A.V., Lishavskaya T.S., Shulkin V.M. Radionuclides and trace metals in mussels and bottom sediments around Vladivostok, Russia // Mar. Pollut. Bull. 1998. Vol. 36. P. 551–554.
18. The Toxic Effects and Mechanisms of CuO and ZnO Nanoparticles / Ya-Nan Chang et. al. // Materials. 2012. Vol. 5. P. 2850–2871.

REFERENCES

1. Boyarova M.D. Sovremennye urovni sodержaniya khlororganicheskikh pestitsidov v vodnykh organizmakh zaliva Petra Velikogo (Yaponskoe more) i ozera Khanka: dissertatsiya ... kand. biol. nauk [Modern levels of organochlorine pesticides in aquatic organisms of Peter the Great Bay (Aea of Japan) and lake Khanka: diss. ... cand. biol. sciences]. Vladivostok, 2008. 130 p.
2. Podgurskaya O.V., Kavun V.Ya. Otsenka adaptatsionno-zashchitnogo potentsiala dvustvorchatykh mollyuskov *Modiolus modiolus* (Linnaeus, 1758) i *Crenomytilus grayanus* (Dunker, 1853) v usloviyakh povyshennogo sodержaniya tyazhelykh metallov v srede [Evaluation of adaptive-protective potential of bivalve molluscs *Modiolus modiolus* (Linnaeus, 1758) and *Crenomytilus grayanus* (Dunker, 1853) in conditions of high content of heavy metals in the environment] // Biol. morya. 2012. Vol. 38 (no. 2). Pp. 174–182.
3. Shiyani A.A. Vliyanie nanoporoshkov oksidov metallov na uspekhn prokhozheniya lichinochnykh stadii razvitiya ozernoi lyagushki (*Rana Ridibunda* Pall.) [Influence of nanopowders of metal oxides on the success of completing the larval stages of the development of lake frogs (*Rana Ridibunda* Pall.)] // Politematicheskii setevoy elektronnyi nauchnyi zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyi zhurnal KubGAU). 2011. no. 02 (66). Pp. 289–299.
4. Amultile biomarker approach to investigate the affects of copper on the marine bivalve mollusc, *Mytilus edulis* / S.N. Al-Subiai et al. // Ecotoxicol. Environ. Saf. 2011.V. 74. P. 1913–1920.
5. Bivalve molluscs as a unique target group for nanotoxicity / L. Canesi et. al. // Mar. Environ. Res. 2012. Vol. 76. P. 16–21.
6. CuO Nanoparticle Interaction with Human Epithelial Cells: Cellular Uptake, Location, Export, and Genotoxicology / Z. Wang et. al. // Chem. Res. Toxicol. 2012. Vol 25. P. 1512–1521.
7. Cytotoxicity in the age of nano: The role of fourth period transition metal oxide nanoparticle physicochemical properties / Ch. C. Chusuei et. al. // Chem. Biol. Interact. 2013. Vol. 206. P. 319–326.
8. Dastjerdi R., Montazer M. A review on the application of inorganic nano-structured materials in the modification of textiles: Focus on anti-microbial properties // Colloids Surf., B. 2010. Vol. 79. P. 5–18.
9. Effects of copper nanoparticles exposure in the mussel *Mytilus galloprovincialis* / T. Gomes et. al. // Environ. Sci. Technol. 2011. Vol. 45, no. 21. P. 9356–9362.
10. Esterbauer H., Eckl P., Ortner A. Possible mutagens derived from lipids and lipid precursors // Mutation Res. 1990. Vol. 238, no. 3. P. 223–233.
11. Federici G., Shaw B.J., Handy R.D. Toxicity of titanium dioxide nanoparticles to rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): Gill injury, oxidative stress, and other physiological effects // Aquat. Toxicol. 2007. Vol. 87. P. 415–430.
12. Moore M.N. Do nanoparticles present ecotoxicological risks for the health of the aquatic environment? // Environ. Int. 2006. Vol 32. P. 967–976.
13. Reactions of N-methyl-2-phenylindole with malondialdehyde and 4-hydroxyalkenals. Mechanistic aspects of the colorimetric assay of lipid peroxidation / I. Erdelmeier et al. // Chem. Res. Toxicol. 1998. no. 11. P. 1184–1194.
14. Sies H. Oxidative stress: oxidants and antioxidants. London: Academic Press Limited. 1991. 650 p.
15. Shaw B.J., Handy R.D. Physiological effects of nanoparticles on fish: A comparison of nano-metals versus metal ions // Environ. Int. 2011. Vol. 37. P. 1083–1097.
16. Shulkin V.M., Presley B.J., Kavun V.Ya. Metal concentrations in mussel *Crenomytilus gray-*

- anus and oyster *Crassostrea gigas* in relation to contamination of ambient sediments // *Environ. Int.* 2003. Vol. 29, no. 4. P. 493–502.
17. Tkalin A.V., Lishavskaya T.S., Shulkin V.M. Radionuclides and trace metals in mussels and bottom sediments around Vladivostok, Russia // *Mar. Pollut. Bull.* 1998. Vol. 36. P. 551–554.
18. The Toxic Effects and Mechanisms of CuO and ZnO Nanoparticles / Ya-Nan Chang et. al. // *Materials*. 2012. Vol. 5. P. 2850–2871.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Фадеева Юлия Игоревна – аспирант лаборатории физиологии Института биологии моря им. А.В. Жирмунского, Дальневосточное отделение Российской академии наук;
e-mail: fadeeva-imb@mail.ru

Слободскова Валентина Владимировна – кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории морской экотоксикологии Тихоокеанского океанологического института им. В.И. Ильичева, Дальневосточное отделение Российской академии наук;
e-mail: slobodskova@poi.dvo.ru

Кавун Виктор Яковлевич – кандидат биологических наук, доцент, старший научный сотрудник лаборатории физиологии Института биологии моря им. А.В. Жирмунского, Дальневосточное отделение Российской академии наук;
e-mail: Vkavun11@mail.ru

Челомин Виктор Павлович – доктор биологических наук, заведующий лабораторией морской экотоксикологии Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева, Дальневосточное отделение Российской Академии наук;
e-mail: chelomin@poi.dvo.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Fadeeva Yulia I. – post-graduate student of the Physiology Laboratory of the National Scientific Center of Marine Biology, Far East Branch, Russian Academy of Sciences;
e-mail: fadeeva-imb@mail.ru

Kavun Victor Ya. – candidate of biological sciences, associate professor, senior researcher of the Physiology Laboratory of the National Scientific Center of Marine Biology, Far East Branch, Russian Academy of Sciences;
e-mail: Vkavun11@mail.ru

Slobodskova Valentina V. – candidate of biological sciences, researcher of the Laboratory of Marine Ecotoxicology at the V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute, Far East Branch, Russian Academy of Sciences;
e-mail: slobodskova@poi.dvo.ru

Chelomin Victor P. – doctor of biological sciences, head of the Laboratory of Marine Ecotoxicology at the V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute, Far East Branch, Russian Academy of Sciences;
e-mail: chelomin@poi.dvo.ru

БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ССЫЛКА

Фадеева Ю.И., Кавун В.Я., Слободскова В.В., Челомин В.П. Влияние наночастиц оксида меди (II) и иона Cu на образование продуктов перекисного окисления липидов в жабрах мидии Грея *Crenomytilus grayanus* (Dunker, 1853) (Bivalvia: Mytilidae) в условиях лабора-

торного эксперимента // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2016. № 3. С. 74–83.

DOI: 10.18384/2310-7189-2016-3-74-83

BIBLIOGRAPHIC REFERENCE

Yu. Fadeeva, V. Kavun, V. Slobodskova, V. Chelomin. Effects of nanoparticles and ions copper on the formation products of lipid peroxidation in organs mussels *Crenomytilus grayanus* (Dunker, 1853) (Bivalvia: Mytilidae) under laboratory conditions // Bulletin of Moscow State Regional University. Series: Natural sciences. 2016. no 3. Pp. 74–83.

DOI: 10.18384/2310-7189-2016-3-74-83

УДК 577.472

DOI: 10.18384/2310-7189-2016-3-84-97

**ВЛИЯНИЕ ОКСИДА МЕДИ (II) И ИОНА CU НА ИЗМЕНЕНИЕ
МИКРОЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА ОРГАНОВ МИДИИ ГРЕЯ
CRENOMYTILUS GRAYANUS (DUNKER, 1853) (BIVALVIA: MYTILIDAE)
В УСЛОВИЯХ ЛАБОРАТОРНОГО И НАТУРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТОВ**

Фадеева Ю.И.¹, Кавун В.Я.¹, Слободскова В.В.², Челомин В.П.²

¹ Институт биологии моря им. А.В. Жирмунского, Дальневосточное отделение
Российской академии наук

690041, г. Владивосток, ул. Балтийская, д. 43

² Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева,
Дальневосточное отделение Российской академии наук

690041, г. Владивосток, ул. Балтийская, д. 43

Аннотация. Проведена сравнительная оценка биодоступности наночастиц CuO (НЧ; 20 мкг/л) и ионов Cu (12 мкг/л) и их влияния на соотношение микроэлементов (Zn, Mn, Cd) в жабрах, пищеварительной железе и почках мидии Грея в условиях лабораторного эксперимента. Полученные результаты свидетельствуют о низкой биодоступности использованных нами НЧ меди для мидии Грея. В пищеварительной железе на фоне незначительного накопления НЧ отмечено существенное изменение содержания Zn. Высказано предположение о значительном влиянии стресса, вызванного долговременной изоляцией при ежедневной замене воды в аквариумах, на микроэлементный обмен в исследованных органах мидии Грея.

Ключевые слова: наночастицы, CuO, тяжелые металлы, *Crenomytilus grayanus*.

**INFLUENCE OF NANOPARTICLES AND COPPER IONS ON VARIATION
OF TRACE METALS IN THE MUSSEL *CRENOMYTILUS GRAYANUS*
(DUNKER, 1853) (BIVALVIA: MYTILIDAE) UNDER LABORATORY
CONDITIONS AND NATURAL EXPERIMENT**

Yu. Fadeeva¹, V. Kavun¹, V. Slobodskova², V. Chelomin²

¹ National Scientific Center of Marine Biology, Far East Branch,
Russian Academy of Sciences

ul. Pal'chevskogo 17, 690041 Vladivostok, Russia

² V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute, Far East Branch,
Russian Academy of Sciences

ul. Baltiiskaya 43, 690041 Vladivostok, Russia

Abstract. In conditions of laboratory experiment compared bioavailability of CuO nanoparticles (NPs; 20 mkg/l) and Cu ions (12 mkg/l). Variations of Fe, Zn, Mn, and Cd of gills, digestive

gland and kidneys of the *Crenomytilus grayanus* were studied. The results demonstrated low bioavailability CuO NPs that we used for the mussels. In the digestive gland was a significant change concentration Zn against insignificant accumulation of CuO NPs. It is assumed that the stress caused by the isolation mollusks at a daily change of water influenced the trace element metabolism in the bodies of Gray mussels.

Key words: nanoparticles, CuO, heavy metals, *Crenomytilus grayanus*.

В последнее десятилетие одним из итогов техногенного развития человечества стало все более широкое применение еще одной формы металлов – наночастиц (НЧ, частицы размером между 1 и 100 нм). Поверхностные свойства и очень маленькие размеры НЧ металлов обеспечивают проявление ими комплекса физических, химических и биологических свойств, которые часто радикально отличаются от свойств этих же элементов в ионной форме. Среди таких особенностей выделяют увеличение их адсорбционной ёмкости, химической реакционной способности и каталитических свойств из-за высокой удельной поверхности наноматериалов. Из-за малых размеров наночастицы могут не распознаваться защитными системами, не подвергаться биотрансформации и не выводиться из организма. Данные свойства НЧ металлов могут привести к их накоплению в биосфере и передаче по пищевой цепи [17; 18; 14].

Стоит отметить, что НЧ металлов при определённых условиях могут стать источниками ионов. Например, ионы Cu и Zn в большей степени образуются из НЧ CuO и ZnO в кислой среде (pH = 4.5). Хотя концентрация образовавшихся ионов Cu и Zn в нейтральной среде мала, их потенциальные последствия могут быть значительными, так как эти два иона очень токсичны [12]. Также, помимо частичного перехода CuO в ионную медь

в жидкостях, НЧ, как и ионы, могут быть причиной образования активных радикалов, развития окислительного стресса [16], окисления липидов и повреждения ДНК.

Наряду с прямым токсическим воздействием на органы и ткани живых организмов металлы могут оказывать косвенное влияние. Известно, что избыточное поступление одного из микроэлементов в организм предполагает неизбежное его участие в конкурентных взаимоотношениях с другими физиологически важными элементами. Так, ранее проведённые исследования показали, что воздействие сублетальных концентраций ионов кадмия сопровождалось изменением микроэлементного состава (Fe, Zn, Cu) органов моллюсков [10, с. 50]. Опубликованы данные о влиянии НЧ CuO на микроэлементный состав печени крыс [11].

В целом к настоящему времени накоплено мало информации о том, что происходит с НЧ металлов при попадании в водную среду, а также об их биоаккумуляции в органах и тканях морских организмов, о биодоступности и влиянии на микроэлементный состав, особенно при хроническом воздействии. Имеющиеся сведения о токсичном воздействии НЧ металлов на морские организмы противоречивы и нуждаются в дальнейшем изучении.

Двустворчатые моллюски, благодаря способности фильтровать

большие объёмы воды и аккумулировать в своих органах различные поллютанты, широко используются в экотоксикологических исследованиях [15]. Проблему воздействия наночастиц, в частности оксида меди, на морских двустворчатых моллюсков на протяжении последних пяти лет на примере *Mytilus galloprovincialis* изучает Гомес с соавторами [16; 12].

Цель нашей работы состояла в сравнении биодоступности НЧ CuO (наночастица, 20 мкг/л) и иона Cu (12 мкг/л) и их влияния на соотношение микроэлементов в жабрах, пищеварительной железе (ПЖ) и почках *Crenomytilus grayanus* в лабораторном и натурном экспериментах.

Материал и методика

Моллюски *Crenomytilus grayanus* примерно равного размера ($13,18 \pm 0,62$ см) были отобраны из акватории о-ва Рейнеке (фоновый район, залив Петра Великого, Японское море) [21; 5]. Исходную группу мидий выдержали в аквариуме с ежедневной заменой воды из фонового района в течение двух дней после отбора. Затем часть моллюсков отпрепарировали и извлекли жабры, ПЖ и почки. Другую часть моллюсков поместили на 7 сут. в аквариумы с морской водой из аквариальной установки Института биологии моря ДВО РАН для акклиматизации при постоянной температуре и аэрации. После животных разделили на 3 группы и переместили в 100-литровые аквариумы, наполненные морской водой из аквариальной установки Института биологии моря ДВО РАН из расчета 1 экз. на 2 л.

Первая группа мидий («контрольная») в количестве 46 экз. была помещена в аквариум с чистой водой, 2-я и

3-я («экспериментальные») группы по 44 экз. – в два аквариума, один – с НЧ CuO (20 мкг/л), другой – с ионами Cu (12 мкг/л). Воду в аквариумах меняли через каждые 24 ч. В течение 30 сут. для получения необходимой концентрации НЧ CuO и ионов Cu в аквариумы вносили по 20 мл соответствующих растворов. Для подготовки рабочих растворов в 100 мл дистиллированной воды растворяли 0,0125 г порошка CuO (<50 нм, $29 \text{ м}^2/\text{г}$, “Sigma-Aldrich”) и 0,0251 г $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (квалификация – ЧДА). Перед каждым внесением в аквариум растворы перемешивали на ультразвуковой бане (44 кГц) в течение 20 мин. В ходе эксперимента через 10, 20 и 30 сут. отбирали по 5 мидий из каждого аквариума. Мидий препарировали, выделяя жабры, ПЖ и почки.

Воду в аквариумах меняли через каждые 24 ч. В ходе эксперимента измеряли показатели солености ($32,11 \pm 1,1 \text{ ‰}$), температуры ($17 \pm 1^\circ\text{C}$) и pH ($7,97 \pm 0,32$). Также определяли содержание Cu в воде в районе сбора моллюсков (о-в Рейнеке, $0,19 \pm 0,05$ мкг/л) и в месте водозабора для аквариальной ($0,36 \pm 0,07$ мкг/л). Мидий во время эксперимента не кормили дополнительно, гибель животных не зарегистрирована.

Для сравнения использовались данные по накоплению Cu в органах моллюсков, проведенного ранее натурного эксперимента по пересадке мидий в б. Горностай (район рекультивированной свалки г. Владивосток, залив Петра Великого, Японское море) [4]. Этот эксперимент проводился согласно вышеописанной схеме отбора проб моллюсков. Содержание растворенной меди в б. Горностай составляло не более 5 мкг/л.

Исследуемые органы высушивали при 85°C и минерализовали концентрированной HNO_3 марки ОСЧ. Концентрацию металлов определяли методом атомно-абсорбционной спектrophотометрии на приборах Shimadzu-6800F и Shimadzu-6800G. Контроль качества определений включал измерение концентраций металлов в используемых кислотах, дубликатах проб и сертифицированных образцах моллюсков. Среднее отклонение от паспортных данных стандартных образцов составляло для Fe, Zn, Cu, Cd 3-5%, Mn 8% (NBS SRM 1566a и ERM-CE278k). Средние значения концентраций металлов и стандартное отклонение определяли с помощью пакета программ Excel. Достоверность различий между выборками определяли по критерию Манна-Уитни с использованием пакета программ Statistica.

Результаты и обсуждение

Двустворчатый моллюск *Crenomytilus grayanus* широко используется как в лабораторных, так и в полевых исследованиях, связанных с биоаккумуляцией тяжелых металлов [19; 20], хлорорганических пестицидов [1] и радионуклидов [21], а также при изучении механизмов токсического действия комплексного загрязнения [2; 13; 7; 9].

Для удобства изложения полученные результаты описаны для каждого элемента отдельно.

Медь. В натурном эксперименте в первые 20 сут. концентрация Cu достоверно увеличивалась во всех трех исследуемых органах моллюсков. На

30-е сут. поступление этого металла в жабры не компенсировалось перераспределением меди в ПЖ и почки, что привело к значительному его накоплению в этом органе (рис. 1).

В контрольной группе мидий достоверные разнонаправленные изменения концентрации Cu были выявлены в жабрах (снижение на 10-е сут.) и ПЖ (повышение на 30-е сут.). Однако в почках контрольных моллюсков содержание этого металла оставалось стабильным в течение всего эксперимента (рис. 1).

У мидий из аквариума с ионной формой меди содержание этого металла в жабрах и почках существенно увеличилось на 10-е сут. эксперимента (в 2 и 3 раза соответственно). На 30-е сут. достоверное повышение концентрации металла в жабрах не было скомпенсировано его выведением почками, что привело к достоверному повышению уровня меди в ПЖ. В целом концентрация этого металла в органах моллюсков рассматриваемой группы была ниже, чем у мидий из натурального эксперимента (рис. 1).

Достоверные изменения содержания Cu в органах моллюсков из аквариума с НЧ меди были такими же, как в контрольной группе (рис. 1).

Железо. В жабрах и ПЖ мидий из натурального эксперимента первые 20 сут. поддерживалась стабильная концентрация железа, затем она резко увеличилась в 6 и 8 раз соответственно. В почках концентрация Fe достоверно снизилась (примерно в 3 раза) на 10-е сут. и не изменялась до конца эксперимента (рис. 2).

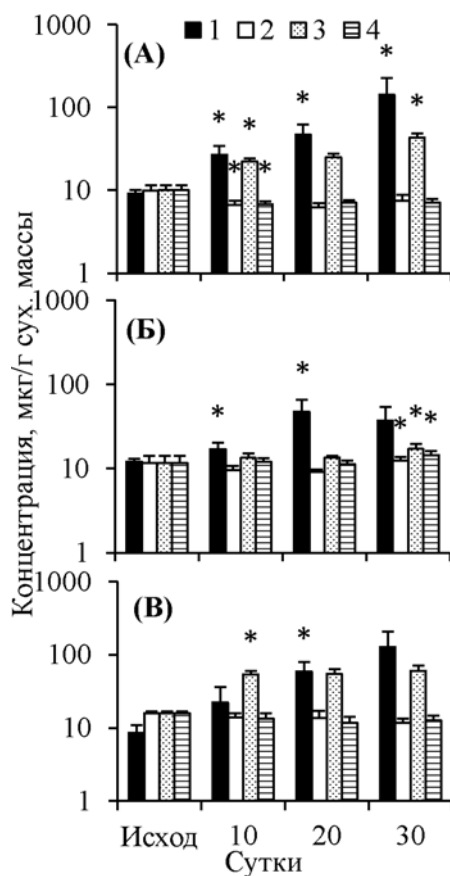


Рис. 1. Динамика изменения концентрации Cu в органах *Crenomytilus grayanus* здесь и на рис. 2 – 5: А – жабры, Б – пищеварительная железа, В – почки; 1 – натурный эксперимент, 2 – контроль, 3 – ионная форма, 4 – наноформа; * – отличие от контроля достоверно при $p \leq 0,05$.

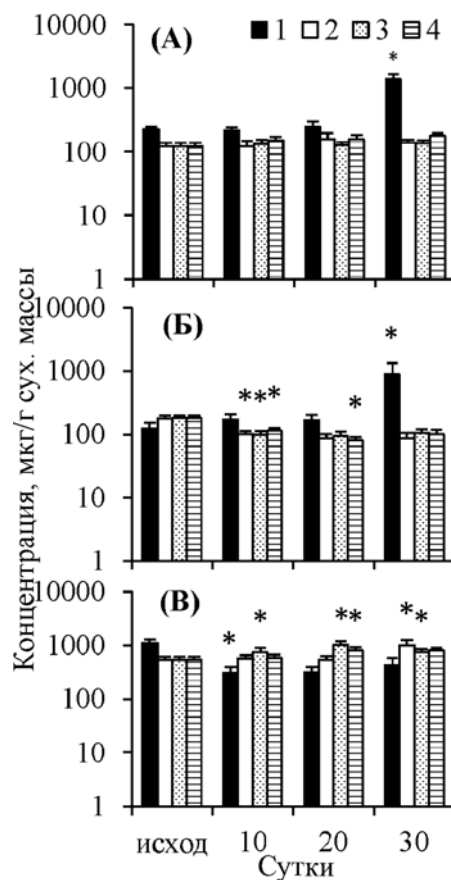


Рис. 2. Динамика изменения концентрации Fe в органах *Crenomytilus grayanus*

В жабрах мидий контрольной группы за период эксперимента изменения уровня содержания Fe не отмечено. В ПЖ концентрация этого металла стабилизировалась в начальный период после ее достоверного снижения на 10-е сут. В почках моллюсков этой группы содержание железа достоверно повысилось только на 30-е сут. эксперимента после периода стабилизации (рис. 2.).

Динамика изменения концентрации железа в жабрах и ПЖ мидий из аквариума с Cu^{2+} была аналогична таковой в контрольной группе. Отсутствие накопления металла в жабрах и его выведение из ПЖ на 10-е сут. с последующей стабилизацией обеспечивала активная работа почек. В этом органе содержание железа достоверно увеличилось на 10-е и 20-е сут., а на 30-е сут. его уровень значительно снизился (рис. 2.).

В жабрах моллюсков из аквариума с НЧ меди, как в контроле и группе с ионной медью, изменений концентрации железа не зафиксированы. В ПЖ уровень этого металла достоверно снижался последовательно на 10-е и 20-е сут. В почках этой группы достоверное повышение концентрации Fe было отмечено на 20-е сут. эксперимента (рис. 2).

Цинк. В жабрах и ПЖ мидий в натурном эксперименте первые 10 сут. достоверно увеличилась концентрация цинка на фоне отсутствия его накопления в почках, в которых содержание металла в этот период оставалось стабильным. На 20-е сут. активация работы почек привела к выведению металла из жабр и ПЖ и, как следствие, к достоверному повышению содержания Zn в почках (примерно в 2 раза) (рис. 3).

В жабрах мидий контрольной группы содержание цинка было стабильным в течение всего эксперимента. Концентрация Zn в ПЖ на 10-е сут. достоверно снизилась, тогда как в почках его содержание повысилось в 2 раза на 20-е сут. эксперимента (рис. 3).

В группе мидий из аквариума с ионной Cu достоверные изменения содержания Zn были зарегистрированы только в ПЖ. На 20-е сут. концентрация металла в этом органе достоверно снизилась, достигнув равного с контролем значения (рис. 3).

Динамика содержания цинка в жабрах и почках мидий из аквариума с наночастицами CuO полностью со-

поставима с таковым в контрольной группе. На фоне этого на 10-е сут. в ПЖ мидий, подверженных влиянию НЧ, достоверно повысилась концентрация Zn (до значения, в 1,5 раза превышающего содержание в контроле). Затем, на 20-е сут., содержание металла снизилось и было сопоставимо с таковым в контроле и в группе с ионной медью (рис. 3).

Марганец. В жабрах мидий из натурального эксперимента концентрация марганца достоверно снизилась на 10-е сут., в это же время происходит достоверное увеличение его уровня в ПЖ. В почках достоверное повышение содержания этого металла было зарегистрировано на 30-е сут. (рис. 4).

В жабрах мидий из контрольной группы концентрация Mn оставалась неизменной в течение всего эксперимента, тогда как в ПЖ уровень этого металла последовательно снижался на 10-е и 20-е сут. В почках моллюсков содержание марганца колебалось в течение всего эксперимента: от значительного понижения на 10-е сут. (примерно в 3 раза) с последующим повышением на 20-е сут. (в 2 раза) до понижения на 30-е сут. (рис. 4).

В жабрах мидий из аквариума с ионной формой меди содержание марганца было стабильным в течение эксперимента. На 10-й сут. в ПЖ и почках концентрация этого металла понизилась до уровня, характерного для контрольной группы, затем содержание Mn в этом органе стабилизировалось (рис. 4).

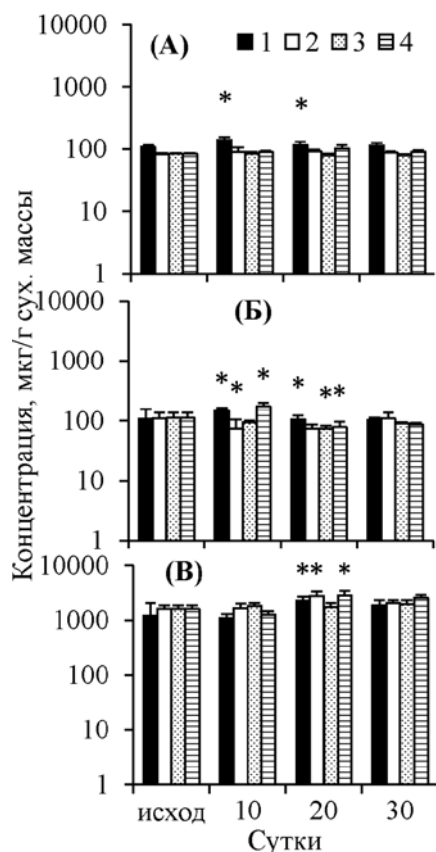


Рис. 3. Динамика изменения концентрации Zn в органах *Crenomytilus grayanus*.

А – жабры, Б – пищеварительная железа, В – почки; 1 – натурный эксперимент, 2 – контроль, 3 – ионная форма, 4 – наноформа; * – отличие от контроля достоверно при $p \leq 0,05$.

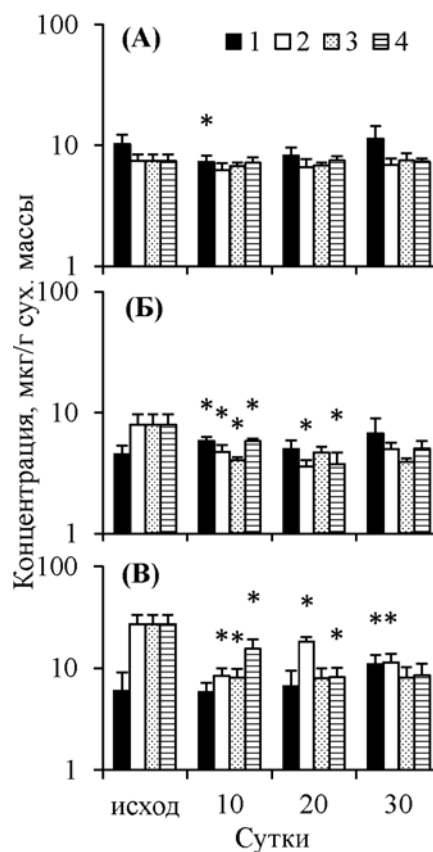


Рис. 4. Динамика изменения концентрации Mn в органах *Crenomytilus grayanus*.

Динамика изменения концентрации Mn в жабрах и ПЖ мидий из аквариума с НЧ не отличалась от таковой в контрольной группе. В почках содержание этого металла последовательно снижалось на 10-е и 20-е сут., достигнув значения примерно в 3 раза ниже исходного. В дальнейшем оно оставалось неизменным до конца эксперимента (рис. 4).

Кадмий. В трех исследованных органах мидий в натурном эксперименте на 10-е сут. концентрация кадмия достоверно уменьшилась. На 20-е сут., на

фоне дальнейшего снижения уровня металла в почках, содержание Cd в жабрах достоверно увеличилось. На 30-е сут. произошло перераспределение металла из жабр в почки, о чем свидетельствовало снижение его концентрации в первом и ее повышение во втором органе (рис. 5).

В контрольной группе моллюсков достоверное повышение содержания Cd было отмечено только в почках на 20-е сут. (рис. 5).

У моллюсков, подверженных влиянию ионной меди, достоверных изме-

нений концентрации кадмия в жабрах и ПЖ не отмечено. В почках уровень металла колебался: повысился на 10-е сут., стабилизировался на 20-е и достоверно снизился на 30-е сут. эксперимента (рис. 5).

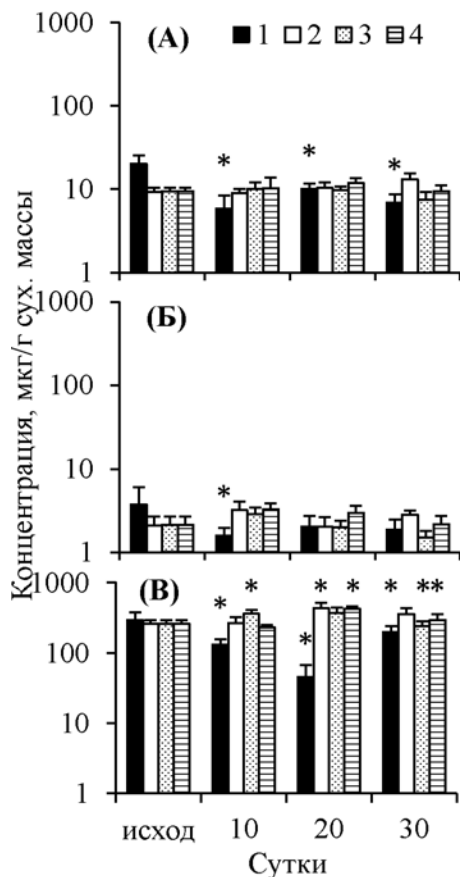


Рис. 5. Динамика изменения концентрации Cd в органах *Crenomytilus grayanus*. А – жабры, Б – пищеварительная железа, В – почки; 1 – натурный эксперимент, 2 – контроль, 3 – ионная форма, 4 – наноформа; * – отличие от контроля достоверно при $p \leq 0,05$.

У мидий из аквариума с НЧ меди изменения содержания Cd в тканях жабр и ПЖ, так же как и в остальных экспериментальных группах, не зарегистрировано. В почках на 20-е сут.

концентрация этого металла достоверно повысилась, а на 30-е сут. она снизилась до исходного значения (рис. 5). Прибрежные воды о-ва Рейнеке традиционно используются в качестве фоновых при изучении загрязнении вод зал. Петра Великого. Донные осадки и моллюски этого района характеризуются минимальным содержанием большинства исследованных металлов [3; 8]. Ранее было показано, что отличительной чертой микроэлементного состава тканей *C. grayanus* из б. Горно-стай, проанализированных целиком, была максимальная концентрация Cu и Pb [3]. Пересадка моллюсков в сильно загрязненный биотоп (с повышенным содержанием биодоступной меди) позволила проследить не только изменение микроэлементного состава органов моллюсков [3], но и защитную стратегию мидии Грея, которая направлена на временную изоляцию от неблагоприятных воздействий среды [7]. В условиях хронического загрязнения такая стратегия оказалась неэффективной. При резком изменении условий среды у мидий выявлено существенное нарушение процессов регуляции содержания ряда тяжелых металлов. В таких условиях основная нагрузка приходилась на ПЖ (Подгурская, Кавун, 2012).

В мидиях из натурной группы сбалансированность процессов накопления и выведения Cu наблюдалась только в начале эксперимента. В конце эксперимента почки, вероятно, были уже не в состоянии накапливать поступающий металл, о чем свидетельствует стабилизация концентрации меди в этом органе на фоне продолжающегося накопления металла в жабрах и ПЖ.

Интересно, что в пищеварительной железе моллюсков из натурального эксперимента к 30-м сут. концентрация Cu, достигнув исходного уровня, стабилизировалась. Это демонстрирует защитную стратегию мидии Грея, направленную на удержание минимально возможной концентрации металлов в ПЖ. Вероятно, вымывание Cd в исследуемых органах у моллюсков было спровоцировано повышением содержания Cu и Zn.

Подобная защитная реакция наблюдалась и у мидий, подверженных воздействию ионной формы металла. Очевидно, в условиях повышенного содержания ионной меди в среде активность работы почек возросла уже на 10-е сут. эксперимента, что позволяло сдерживать накопление Cu в ПЖ. Концентрация меди, используемая в лабораторном эксперименте, в 2,4 раза превышала ее содержание в среде в натурном эксперименте. Такое различие концентраций не привело к большему накоплению этого металла в органах экспериментальной группы моллюсков по сравнению с моллюсками в натурном эксперименте. Данное явление, очевидно обусловлено стрессом, стимулировавшим временную изоляцию моллюсков в ответ на ежедневную смену воды в аквариумах. Поэтому при проведении подобных экспериментальных работ следует учитывать влияние стресса при обсуждении получаемых результатов.

Введение на протяжении 30 сут. двух форм меди в аквариумы с моллюсками позволило сравнить их биодоступность. Сопоставление динамики микроэлементного состава в органах мидий из аквариума с НЧ CuO и из контрольной группы свидетельствует

об отсутствии существенного накопления этой формы меди в исследуемых органах. Такое явление может быть связано с рядом причин, например, с низкой биодоступностью, обусловленной свойствами НЧ меди. Известно также, что НЧ CuO в морской воде образуют агрегации, которые, в свою очередь, могут выпадать в осадок. Часть частиц и их агрегаций, вероятно, сорбируются слизью на поверхности жабр моллюсков, что затрудняет их проникновение в организм. В то время как для ионов меди выделение клеточной слизи не является столь существенным барьером [6]. Стоит отметить, что при препарировании моллюсков органы были тщательно промыты дистиллированной водой и большая часть слизи с НЧ меди могла быть удалена с их поверхности. Наряду с этим степень накопления НЧ может зависеть от видовой специфичности защитной стратегии моллюсков, используемых в экспериментах. Для сравнения, ранее полученные результаты [12] показали, что при меньшем содержании CuO в экспериментальной среде (10 мкг/л) медь в ПЖ моллюска вида *Mytilus galloprovincialis* аккумулировалась в течение всего 15-суточного эксперимента и достигла концентрации 28 мкг/г сухой массы. В то же время в нашем эксперименте содержание этого металла, как и в контроле, достоверно увеличилось только на 30-е сут. исследования и составило 14 мкг/г сухой массы.

Из полученных результатов можно сделать вывод, что отсутствие существенного накопления меди в органах моллюсков *C. grayanus* из аквариума с НЧ определяется низкой биодоступностью исследованной нами формы металла. В тоже время особого вни-

мания заслуживает тот факт, что, на фоне сходной динамики изменения концентраций меди в исследуемых органах контрольных моллюсков и моллюсков из аквариума с НЧ меди, был отмечен ряд специфичных изменений в содержания микроэлементов, отличных от таковых в контрольной группе. А именно: постепенное снижение содержания Fe и Mn в ПЖ и почках мидий соответственно до 20-е сут. эксперимента; повышение концентрации Fe в почках на 20-е сут.; резкое возрастание уровня содержания Zn в ПЖ (в 1,5 раза) на 10-е сут.; снижение

концентрации Cd в почках на 30-е сут. эксперимента.

В настоящее время механизмы завуалированного проявления биологической активности (токсичности) наночастиц неясны, хотя важность исследований в этом направлении не вызывает сомнений, если учитывать огромные масштабы производства и поступления наночастиц в биосферу. Для того чтобы в полной мере прояснить и оценить значение выявленных в нашей работе изменений в метаболизме меди, необходимы дальнейшие углубленные исследования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Боярова М.Д., Лукьянова О.Н. ДДТ и ГХЦГ в моллюсках залива Петра Великого (Японское море) // III Международная научно-практическая конференция «Морские прибрежные экосистемы. Водоросли, беспозвоночные и продукты их переработки», Владивосток, 8-10 сентября 2008 г. Владивосток: ТИНРО-Центр. 2008. С. 181–182.
2. Биохимические показатели окислительного стресса как индикаторы антропогенного загрязнения водных экосистем / Р.В. Довженко и др. // Океанологические исследования: сб. статей по материалам конф. молодых ученых ТОИ им. В.И. Ильичева ДВО РАН, 27–30 ноября 2001 г. Владивосток: Дальнаука. 2002. С. 290–296.
3. Влияние концентрации металлов в донных отложениях на их накопление митилидами *Crenomytilus grayanus* и *Modiolus kurilensis* / В.М. Шулькин и др. // Биология моря. 2002. Т. 28 (№ 1). С. 53–60.
4. Кавун В. Я., Шулькин В. М. Изменение микроэлементного состава органов и тканей двусторчатого моллюска *Crenomytilus grayanus* при акклиматизации в биотопе, хроническом загрязненном тяжелыми металлами // Биол. моря. 2005. Т. 31 (№ 2). С. 123–128.
5. Ковековдова Л.Т., Симоконов М.В. Тенденции изменения химико-экологической ситуации в прибрежных акваториях Приморья. Токсичные элементы в донных отложениях и гидробионтах // Изв. ТИНРО. 2004. Т. 137. С. 310–320.
6. Кукла С.П., Слободскова В.В., Журавель Е.В. Оценка генотоксичности наночастиц на морских гидробионтах с помощью метода ДНК-комет // III Международ. научно-техническая конференция «Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана», Владивосток, 24-27 мая 2014 г. Владивосток: Дальрыбвтуз. С. 156–160.
7. Подгурская О.В., Кавун В.Я. Оценка адаптационно-защитного потенциала двусторчатых моллюсков *Modiolus modiolus* (Linnaeus, 1758) и *Crenomytilus grayanus* (Dunker, 1853) в условиях повышенного содержания тяжелых металлов в среде // Биол. моря. 2012. Т. 38 (№ 2). С. 174–182.
8. Тяжелые металлы в промысловых и культивируемых моллюсках залива Петра Великого / Н.К. Христофорова и др. Владивосток: Дальнаука. 1994. 296 с.
9. Холинэстеразная активность гемолимфы мидии *Crenomytilus grayanus* (Dunker, 1853) (*Bivalvia: Mytilidae*), обитающей в импактных природных и антропогенных условиях / Н.Н. Ковалев и др. // Биол. моря. 2016. Т. 42 (№ 1). С. 41–47.

10. Челомин В. П. Экотоксикологические аспекты биоаккумуляции кадмия: на примере двустворчатых моллюсков: автореф. ... докт. биол. наук. Владивосток, 1998. 50 с.
11. Элементный состав печени при многократном введении наночастиц меди / Е.А. Си-
зова и др. // Микроэлементы в медицине. 2011. Т. 12 (№ 3–4). С. 67–69.
12. Accumulation and toxicity of copper oxide nanoparticles in the digestive gland of *Mytilus galloprovincialis* / T. Gomes et al. // *Aquat. Toxicol.* 2012. Vol. 118–119. P. 72–79.
13. Anthropogenic pollution stimulates oxidative stress in soft tissues of mussel *Crenomytilus grayanus* (Dunker, 1853) / N.N. Belcheva et al. // *Ocean Sci. J.* 2011. Vol. 46, no 2. P. 85–94.
14. Bhatt, I., Tripathi B.N. Interaction of engineered nanoparticles with various components of the environment and possible strategies for their risk assessment // *Chemosphere.* 2011. Vol. 82, no. 3. P. 308–317.
15. Bivalve mollusks as a unique target group for nanotoxicity / L. Canesi et al. // *Marine Environ. Res.* 2012. Vol. 76. P. 16–21.
16. Effects of Copper Nanoparticles Exposure in the Mussel *Mytilus galloprovincialis* / T. Gomes et al. // *Environ. Sci. Technol.* 2011. Vol. 45, no. 21. P. 9356–9362.
17. Moore M.N. Do nanoparticles present ecotoxicological risks for the health of the aquatic environment? // *Environ. Int.* 2006. Vol. 32. P. 967–976.
18. Scown T.M., Aerle R.V., Tyler C.R. Review: do engineered nanoparticles pose a significant threat to the aquatic environment? // *Crit. Rev. Toxicol.* 2010. Vol. 40, no. 7. P. 653–670.
19. Shulkin V.M., Kavun V.Ya. The use of marine bivalves in heavy metal monitoring near Vladivostok, Russia // *Mar. Pollut. Bull.* 1995. Vol. 31. P. 330–333.
20. Shulkin V.M., Presley B.J., Kavun V.Ya. Metal concentrations in mussel *Crenomytilus grayanus* and oyster *Crassostrea gigas* in relation to contamination of ambient sediments // *Environ. Int.* 2003. Vol. 29, no. 4. P. 493–502.
21. Tkalin A.V., Lishavskaya T.S., Shulkin V.M. Radionuclides and trace metals in mussels and bottom sediments around Vladivostok, Russia // *Mar. Pollut. Bull.* 1998. Vol. 36. P. 551–554.

REFERENCES

1. Boyarova M.D., Luk'yanova O.N. DDT i GKHTSG v mollyuskakh zaliva Petra Velikogo (Yaponskoe more) [DDT and HCH in mussels of Peter the Great Bay (Sea of Japan)] III Mezhdunarod. nauchno-prakt. konf. «Morskie pribrezhnye ekosistemy. Vodorosli, bespozvonochnye i produkty ikh pererabotki», Vladivostok, 8–10 sentyabrya 2008 g [III International scientific-practical conf. "Marine coastal ecosystems. Algae, invertebrates and products of their processing", Vladivostok, 8–10 September 2008]. Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2008. Pp. 181–182
2. Biokhimicheskie pokazateli okislitel'nogo stressa kak indikatory antropogennogo zagryazneniya vodnykh ekosistem [Biochemical indicators of oxidative stress as indicators of anthropogenic pollution of aquatic ecosystems] Okeanologicheskie issledovaniya: sb. statei po materialam konf. molodykh uchenykh TOI im. V.I. Il'icheva DVO RAN, 27–30 noyabrya 2001 g [Marine studies: Proc. of the Conference of Young Scientists at the V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute]. Vladivostok, Dal'nauka, 2002. Pp. 290–296
3. Vliyanie kontsentratsii metallov v donnykh otlozheniyakh na ikh nakoplenie mitilidami *Crenomytilus grayanus* i *Modiolus kurilensis* [The influence of concentration of metals in bottom sediments on accumulation by mytilidae *Crenomytilus grayanus* and *Modiolus kurilensis*] // *Biol. morya.* 2002. Vol. 28 (no. 1). Pp. 53–60.
4. Kavun V. YA., Shul'kin V.M. Izmenenie mikroelementnogo sostava organov i tkanei dvustvorchatogo mollyuska *Crenomytilus grayanus* pri akklimatizatsii v biotope, khronicheskom zagryaznennom tyazhelymi metallami [Change of microelement composition of or-

- gans and tissues of the bivalve mollusc *Crenomytilus grayanus* during the acclimatization in the biotope, chronically polluted with heavy metals] // *Biol. morya*. 2005. Vol. 31 (no. 2). Pp. 123–128.
5. Kovekovdova L.T., Simokon' M.V. Tendentsii izmeneniya khimiko-ekologicheskoi situatsii v pribrezhnykh akvatoriyakh Primor'ya. Toksichnye elementy v donnykh otlozheniyakh i gidrobiontakh [Trends in chemical-environmental situation in the coastal waters of Primorye. Toxic elements in bottom sediments and hydrobionts] // *Izvestiya TINRO*. 2004. Vol. 137. Pp. 310–320.
 6. Kukla S.P., Slobodskova V.V., Zhuravel' E.V. Otsenka genotoksichnosti nanochastits na morskikh gidrobiontakh s pomoshch'yu metoda DNK-komet [Evaluation of the genotoxicity of nanoparticles on marine aquatic organisms using the method of DNA-comets] III Mezhdunarod. nauchno-tekhnicheskaya konferentsiya «Aktual'nye problemy osvoeniya biologicheskikh resursov Mirovogo okeana», Vladivostok, 24–27 maya 2014 g [III International. scientific-technical conference "Actual problems of development of biological resources of the World ocean, Vladivostok, 24–27 may 2014]. Vladivostok: Dal'rybtvuz. Pp. 156–160.
 7. Podgurskaya O.V., Kavun V.Ya. Otsenka adaptatsionno-zashchitnogo potentsiala dvustvorchatykh mollyuskov *Modiolus modiolus* (Linnaeus, 1758) i *Crenomytilus grayanus* (Dunker, 1853) v usloviyakh povyshennogo soderzhaniya tyazhelykh metallov v srede [Evaluation of adaptive-protective potential of bivalve molluscs *Modiolus modiolus* (Linnaeus, 1758) and *Crenomytilus grayanus* (Dunker, 1853) in conditions of high content of heavy metals in the environment] // *Biol. morya*. 2012. Vol. 38 (no. 2). Pp. 174–182.
 8. Tyazhelye metally v promyslovyykh i kul'tiviruemykh mollyuskakh zaliva Petra Velikogo / N.K. Khristoforova i dr [Heavy metals in commercial and cultured molluscs of Peter the Great Bay / Khristoforova N.K. et al.]. Vladivostok: Dal'nauka, 1994. 296 p.
 9. Kholinesteraznaya aktivnost' gemolimfy midii *Crenomytilus grayanus* (Dunker, 1853) (Bivalvia: Mytilidae), obitayushchei v impactnykh prirodnykh i antropogennykh usloviyakh [Cholinesterase activity of the hemolymph of the mussel *Crenomytilus grayanus* (Dunker, 1853) (Bivalvia: Mytilidae) inhabiting in the impact natural and anthropogenic conditions] // *Biol. morya*. 2016. Vol. 42 (no. 1). Pp. 41–47.
 10. Chelomin V. P. Ekotoksikologicheskie aspekty bioakkumulyatsii kadmiya: na primere dvustvorchatykh mollyuskov: avtoref. ... dokt. biol. nauk [Ecotoxicological aspects of bioaccumulation of cadmium: the case of bivalves: abstract diss. ... doctor biol. sciences]. Vladivostok, 1998. 50 p.
 11. Elementnyi sostav pecheni pri mnogokratnom vvedenii nanochastits medi [The elemental composition of the liver with repeated administration of nanoparticles of copper] // *Mikroelementy v meditsine*. 2011. Vol. 12 (no. 3–4). Pp. 67–69.
 12. Accumulation and toxicity of copper oxide nanoparticles in the digestive gland of *Mytilus galloprovincialis* / T. Gomes et al. // *Aquat. Toxicol.* 2012. Vol. 118–119. P. 72–79.
 13. Anthropogenic pollution stimulates oxidative stress in soft tissues of mussel *Crenomytilus grayanus* (Dunker, 1853) / N.N. Belcheva et al. // *Ocean Sci. J.* 2011. Vol. 46, no 2. P. 85–94.
 14. Bhatt, I., Tripathi, B.N. Interaction of engineered nanoparticles with various components of the environment and possible strategies for their risk assessment // *Chemosphere*. 2011. Vol. 82, no. 3. P. 308–317.
 15. Bivalve molluscs as a unique target group for nanotoxicity / L. Canesi et al. // *Marine Environ. Res.* 2012. Vol. 76. P. 16–21.
 16. Effects of Copper Nanoparticles Exposure in the Mussel *Mytilus galloprovincialis* / T. Gomes et al. // *Environ. Sci. Technol.* 2011. Vol. 45, no. 21. Pp. 9356–9362.

17. Moore M.N. Do nanoparticles present ecotoxicological risks for the health of the aquatic environment? // *Environ. Int.* 2006. Vol. 32. P. 967–976.
18. Scown T.M., Aerle R.V., Tyler C.R. Review: do engineered nanoparticles pose a significant threat to the aquatic environment? // *Crit. Rev. Toxicol.* 2010. Vol. 40, no. 7. P. 653–670.
19. Shulkin V.M., Kavun V.Ya. The use of marine bivalves in heavy metal monitoring near Vladivostok, Russia // *Mar. Pollut. Bull.* 1995. Vol. 31. P. 330–333.
20. Shulkin V.M., Presley B.J., Kavun V.Ya. Metal concentrations in mussel *Crenomytilus grayanus* and oyster *Crassostrea gigas* in relation to contamination of ambient sediments // *Environ. Int.* 2003. Vol. 29, no. 4. P. 493–502.
21. Tkalin A.V., Lishavskaya T.S., Shulkin V.M. Radionuclides and trace metals in mussels and bottom sediments around Vladivostok, Russia // *Mar. Pollut. Bull.* 1998. Vol. 36. P. 551–554.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Фадеева Юлия Игоревна – аспирант лаборатории физиологии Института биологии моря им. А.В. Жирмунского, Дальневосточное отделение Российской академии наук;
e-mail: fadееva-imb@mai.ru

Слободскова Валентина Владимировна – кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории морской экотоксикологии Тихоокеанского океанологического института им. В.И. Ильичева, Дальневосточное отделение Российской академии наук;
e-mail: slobodskova@poi.dvo.ru

Кавун Виктор Яковлевич – кандидат биологических наук, доцент, старший научный сотрудник лаборатории физиологии Института биологии моря им. А.В. Жирмунского, Дальневосточное отделение Российской академии наук;
e-mail: Vkavun11@mail.ru

Челомин Виктор Павлович – доктор биологических наук, заведующий лабораторией морской экотоксикологии Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева, Дальневосточное отделение Российской Академии наук;
e-mail: chelomin@poi.dvo.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Fadeeva Yulia I. – post-graduate student of the Physiology Laboratory of the National Scientific Center of Marine Biology, Far East Branch, Russian Academy of Sciences;
e-mail: fadееva-imb@mai.ru

Kavun Victor Ya. – candidate of biological sciences, associate professor, senior researcher of the Physiology Laboratory of the National Scientific Center of Marine Biology, Far East Branch, Russian Academy of Sciences;
e-mail: Vkavun11@mail.ru

Slobodskova Valentina V. – candidate of biological sciences, researcher of the Laboratory of Marine Ecotoxicology at the V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute, Far East Branch, Russian Academy of Sciences;
e-mail: slobodskova@poi.dvo.ru

Chelomin Victor P. – doctor of biological sciences, head of the Laboratory of Marine Ecotoxicology at the V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute, Far East Branch, Russian Academy of Sciences;
e-mail: chelomin@poi.dvo.ru

БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ССЫЛКА

Фадеева Ю.И., Кавун В.Я., Слободскова В.В., Челомин В.П. Влияние оксида меди (II) и иона Cu на изменение микроэлементного состава органов мидии Грея *Crenomytilus grayanus* (Dunker, 1853) (Bivalvia: Mytilidae) в условиях лабораторного и натурального экспериментов // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2016. № 3. С. 84–97.

DOI: 10.18384/2310-7189-2016-3-84-97

BIBLIOGRAPHIC REFERENCE

Yu. Fadeeva, V. Kavun, V. Slobodskova, V. Chelomin. Influence of nanoparticles and copper ions on variation of trace metals in the mussel *Crenomytilus grayanus* (Dunker, 1853) (Bivalvia: Mytilidae) under laboratory conditions and natural experiment // Bulletin of Moscow State Regional University. Series: Natural sciences. 2016. no 3. Pp. 84–97.

DOI: 10.18384/2310-7189-2016-3-84-97

УДК 796.012:57

DOI: 10.18384/2310-7189-2016-3-98-113

КОНТРОЛЬ ЗА БИОМЕХАНИЧЕСКИМИ ХРАКТЕРИСТИКАМИ В ГАНДБОЛЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

Хусейн Саджад Абдуламир Хусейн, Иванов В.А., Вяльцев А.С.

Московский государственный областной университет

105005, г. Москва, ул. Радио, д.10А, Российская Федерация

Аннотация. Применение технических средств во время тренировочных занятий позволяет эффективнее развивать двигательные способности; совершенствовать техническое и тактическое мастерство; получать срочную и достоверную информацию о количественных и качественных характеристиках движений, об уровне развития физических способностей и технической подготовленности спортсмена; обеспечивать ускоренное совершенствование двигательного навыка. В литературе обучение спортивным упражнениям с применением средств срочной информации освещено недостаточно, слабо разработаны технические средства для измерения показателей эффективности выполнения двигательных действий в гандболе.

Ключевые слова: гандбол, биомеханика, методика обучения двигательным действиям, двигательная реакция (спорт).

CONTROL OF THE BIOMECHANICAL CHARACTERISTICS IN HANDBALL WITH THE USE OF TECHNICAL MEANS

Husaein Sajjad Abdulameer Husaein, V. Ivanov, A. Vyaltsev

Moscow State Regional University

ul. Radio 10A, 105005 Moscow, Russia

Abstract. The use of technical tools during training sessions allows one to efficiently develop motor skills, to improve technical and tactical skills, to receive urgent and reliable information about the quantitative and qualitative characteristics of the movements and the level of development of physical abilities and technical preparedness of the athlete, and to ensure the rapid improvement of motor skills. In the literature, sports training using means of urgent information is insufficiently studied, and hardware is poorly designed for the measurement of performance indicators of motor actions in handball.

Key words: innovative system, biomechanical characteristics, technical training in handball, funds of urgent information and speed of motor reaction.

Гандбол является олимпийским игровым контактным видом спорта с мячом, который характеризуется быстрыми темпами оборонительных и наступательных действий во время игры, целью которых является забросить максимально возможное количество мячей в ворота противника, одновременно защищая свои ворота от нападения. Главнейшей задачей учебно-тренировочного про-

цесса подготовки спортсменов является повышение результатов рассматриваемых движений. Это может быть достигнуто на основе оптимизации характеристик двигательных действий и развития двигательной реакции выбора [4].

Цель исследования заключалась в проведении анализа эффективности методики обучения двигательным действиям в гандболе с применением средств срочной информации.

Методика и организация исследования

Одной из главных задач обучения двигательным действиям является приведение биомеханических характеристик технического приема к оптимальному соответствию параметрам модели двигательного действия как отдельного элемента, так и технического приема в целом, и на основе полученных данных устранение возникающих ошибок [3].

Установить оптимальные параметры движений студентов возможно, применяя методику определения кинематических характеристик с использованием средства срочной информации.

Методу срочной корректирующей информации содействуют разработки: классификации биомеханических характеристик двигательных действий студента, включающие оценочные характеристики, количественно определяющие качество выполнения технических приемов и обеспечивающие характеристики, детерминирующие формирование оценочных показателей; стандартизированной методики определения биомеханических характеристик технических приемов, позво-

ляющей вычислить любые характеристики, учитывающие геометрию тела спортсмена и положение звеньев тела в пространстве, дающей возможность фиксировать характеристики технических приемов в процессе выполнения двигательных действий и применять их для коррекции действий спортсмена [2].

Разработанная методика позволяет воздействовать на развитие двигательных реакций. Реакция – это осознаваемое ответное действие на определенный сигнал. Все разновидности реакции имеют одну и ту же структуру: восприятие сигнала (предварительный период); осознание сигнала (основной период, латентный); ответное действие (исполнительный период). Реакции, как правило, очень быстротечны. Они длятся тысячные доли секунд. Но за это время система периферических и центрально-мозговых нервных процессов выполняет функции восприятия сигнала, его осознания, посылки по эфферентным путям импульсов к мышцам, обеспечивающим выполнение ответных действий. В спорте различают простые и сложные реакции. Сложные реакции типичны для всех видов спорта, где есть противостояние соперников (бокс, фехтование, виды борьбы, спортивные игры). Представители этих видов спорта, как правило, владеют значительным арсеналом приемов нападения, защиты, обманных действий, но все не знают заранее, как себя вести в данный момент, какой применить прием, поэтому их реакции носят характер выбора. Такие реакции тоже отличаются быстротой, но у них более длительный, по сравнению с простыми реакциями, латентный период, воз-

никающий в результате большого количества информации, поступающей в головной мозг и требующей переработки.

Развитие быстроты двигательной реакции. Двигательная реакция – это ответ на внезапно появляющийся сигнал определенными движениями или действиями. Различают время реакции на сенсорные раздражители и время реакции умственных процессов. Но так как может быть не только один, а несколько одновременных или последовательных раздражителей, и, следовательно, одна или несколько возможных реакций, то различают время простой и сложной реакции. Сложные реакции, в свою очередь, подразделяются на реакции выбора и реакции на движущийся объект.

Быстрота двигательной реакции имеет большое прикладное значение практически для любой профессиональной деятельности, связанной с выполнением каких-либо двигательных действий. В ходе решения таких профессиональных задач встречаются случаи, когда требуется отвечать на какой-либо сигнал с минимальной задержкой времени. Современные технические системы, операторская деятельность например, нередко предъявляют высокие требования к скорости реагирования. Быстрота реакции имеет большое значение и для различных игровых видов спорта и особенно в командно-игровых, таких, как гандбол, регби, футбол и др.

В условиях игровой соревновательной деятельности у игроков защиты и нападения возникает множество вариантов решения технико-тактических задач в условиях дефицита времени и пространства. Исследования показы-

вают, что в игровых ситуациях (принятие решения и последующие технико-тактические действия – например, выполнение финта и последующий спринт, то есть бег с максимальной скоростью) преимущество имеют те спортсмены, у кого выше быстрота реакции и подвижность нервных процессов [1].

Инновационная система кинематического анализа способствует развитию не только двигательной реакции, но и техники выполнения приёмов в гандболе. Данная система имеет ярко выраженные технические решения и преследует в первую очередь научную цель. Изобретение данной технологии способствует развитию спортивных умений и навыков при подготовке спортсменов в игровых видах спорта и единоборствах для достижения самых высоких спортивных результатов. На рис. 1 представлена схема работы инновационной системы.

Инновационная система кинематического анализа состоит из входящих в неё приборов:

- цифровых видеокамер с высокой частотой съёмки и мультимедийным интерфейсом высокой четкости (6 камер), причем скоростная съёмка (цифровая съёмка с частотой от 32 до 1000 кадров в секунду) используется для получения эффекта замедленного движения при проекции фильма со стандартной частотой кадров, а также в научных целях получения кинематических характеристик;

- электрических прожекторов с различными цветами и светодиодной технологией (11 штук);

- панели оптических и акустических сигналов, в которую входит 2 аккумулятора (24 В), 2 электронные



Рис. 1. Схема инновационной системы кинематического анализа

зарядки (24 В), автоматические зарядки (4 шт.), 2 антенны (преодолевающие расстояние в 500 м), Wi-Fi устройство, 5 звуковых колонок, 2 порта (разъема), 2 выключателя, 2 фиксатора для аккумуляторов, электронный процессор белого цвета, две платы (см. рис. 5 и 6), центральное процессорное устройство для преобразования сигнала цифрового видеорекордера.

Схема действия системы. Видеорекордер (цифровой видеорекордер модель 8400 «CAMSCAN») получает информацию со всех камер. Камера улавливает движение, которое попадает в зону ее действия. Каждая камера расположена в определенной точке, в которых автоматически включается видеозапись. Согласно инновационной программе камера может фиксировать любую нужную точку на спор-

тивной площадке, если в этих точках происходит движение. Для записи и последующего воспроизведения видеосигнала и звука в цифровом формате могут применяться электронные носители: жёсткие и оптические диски, твердотельные накопители, USB- или флеш-накопители, карты памяти.

В данном исследовании в качестве модели были взяты четыре приема броска в ворота в гандболе: бросок с места, бросок с разбега, бросок в прыжке, бросок с поворотом. В тестировании были измерены: 1) скорость полета мяча; 2) точность броска, 3) общий центр масс тела. Исследование проводилось в процессе учебно-тренировочного занятия по гандболу. В методики учитывалось два уровня сложности при обучении бросков в ворота из различных положений.

На первом этапе обучения применялся первый уровень сложности, который технологически осуществлялся следующим образом: ворота разделены на 4 зоны: правый нижний угол, правый верхний угол, левый верхний угол, левый нижний угол ворот. Две камеры были установлены для контроля указанных зонах от 1-й до 4-й. Камера № 1 фиксировала попадания в правый верхний и нижний угол, камера № 2 фиксировала попадания в левый верхний и нижний угол. Сигнал для выполнения броска подавался тренером перед выполнением броска. В зависимости от того, какую зону называл тренер, испытуемый должен был попасть

в ту или иную часть ворот. Бросок оценивался альтернативно: при успешном попадании плюс, при неуспешном – минус. Основной задачей обучения на данном этапе являлось повышение скорости двигательной реакции студентов, корректировка и закрепление техники выполнения бросков в ворота из различных положений в гандболе, на основе получения срочных кинематических характеристик двигательного действия. На рис. 2 представлена последовательность выполнения фаз броска с места. На рис. 3-5 представлена последовательность выполнения фаз бросков в гандболе из различных исходных положений.

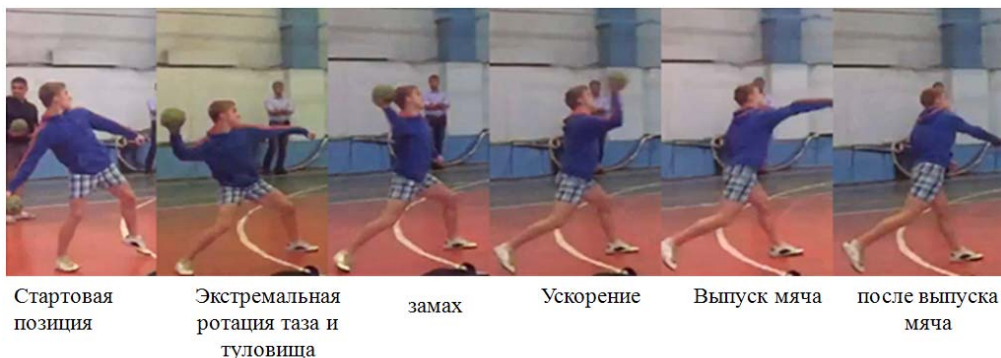


Рис. 2. Последовательность выполнения фаз броска с места.



Рис. 3. Последовательность выполнения фаз броска с разбега.



Рис. 4. Последовательность выполнения фаз броска в прыжке.



Рис. 5. Последовательность выполнения фаз броска с поворотом.

На втором этапе обучения применялся второй уровень сложности, который технологически осуществлялся следующим образом. Ворота были разделены на 4 зоны: правый нижний угол, правый верхний угол, левый верхний угол, левый нижний угол ворот. В каждой зоне устанавливались прожектора, которые по сигналу из центрального процессорного устройства в определенный момент загорались. Когда какой прожектор загорится – определяла компьютерная программа. Первая и вторая камеры были установлены для контроля указанных зон 1–4. Камера № 1 фиксировала попадания в правый верхний и нижний угол, камера № 2 фиксировала попадания в левый

верхний и нижний угол. Третья камера фиксировала начало движения в зоне захвата сегментов тела (зона захвата сегментов тела регулировалась авторской инновационной компьютерной программой и через центральное процессорное устройство подавало сигнал на прожектора). В зависимости от того, в какой зоне загорался прожектор, испытуемый должен был выполнить бросок и попасть в ту или иную часть ворот. Бросок оценивался альтернативно: при успешном попадании – плюс, при неуспешном – минус.

Основной задачей обучения на данном этапе являлось дальнейшее повышение двигательной реакции студентов и повышение эффективности

выполнения технических приемов в гандболе, на основе получения срочных кинематических характеристик. В табл. 1 представлены данные тести-

рования на первом этапе применения методики использования технических средств в процессе обучения двигательным действиям в гандболе.

Таблица 1

Точность выполнения бросков гандболистов в четырех упражнениях на первом уровне сложности

Испытуемые	Бросок с места	Бросок с разбега	Бросок в прыжке	Бросок с поворотом
1	4	1	1	3
2	1	3	2	3
3	3	1	0	1
4	4	1	1	2
5	3	0	0	1
6	0	1	0	1
7	2	2	2	1
8	1	3	1	1
9	1	1	3	2
10	2	1	1	1
Среднее арифметическое	2,1	1,4	1,1	1,6
Стандартное отклонение	1,370	0,966	0,994	0,843
Стандартная ошибка	0,433	0,305	0,314	0,266
коэффициент вариации (%)	65,238	69	90,363	52,687

В табл. 1-5 и на рис. 6-13 представлены количественные и качественные характеристики выполнения точности бросков в ворота из различных положений. Статистические данные дают основания утверждать, что с усложнением характеристик двигательного действия изменяются показатели точности выполнения бросков. Просматривается прямая зависимость точности от скорости полета мяча и условий выполнения (с места, в прыжке, с разбега, с поворотом). На рисунках представлена графическая информация о взаимосвязи скорости выполнения броска и точности, а в таблицах отражена корреляционная зависимость скорости выполнения броска и точности.

Внося корректирующую информа-

цию о техническом действии по ходу выполнения приемов (от попытки к попытке) изменяются кинематические характеристики самого приема и количественные и качественные показатели в серии выполнения бросков. В ходе применения методики использования технических средств в процессе обучения двигательным действиям в гандболе усложнялись условия выполнения задач. На втором этапе применения технических средств визуальные сигналы усложняли условия выполнения задач и способствовали повышению сложности двигательной реакции выбора. Сложность и скорость выполнения дает возможность совершенствования двигательного приема, что подтверждается экспериментальным материалом.

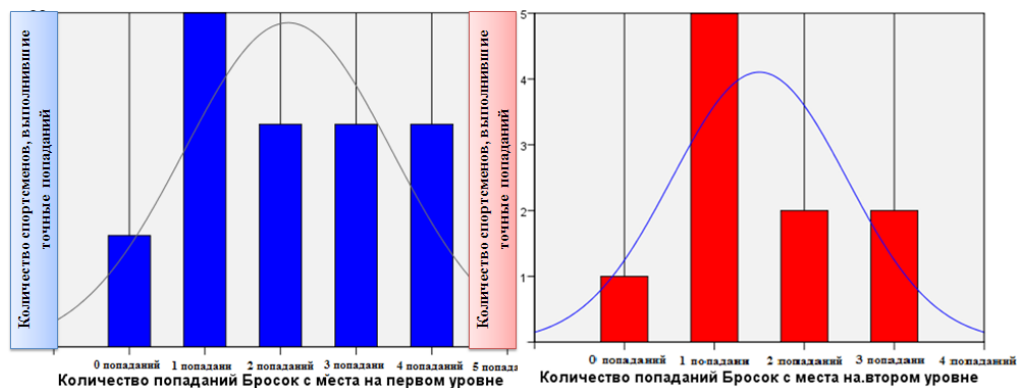


Рис. 6. Количественные и качественные характеристики выполнения бросков на точность из положения «стоя» на первом и на втором уровне сложности.

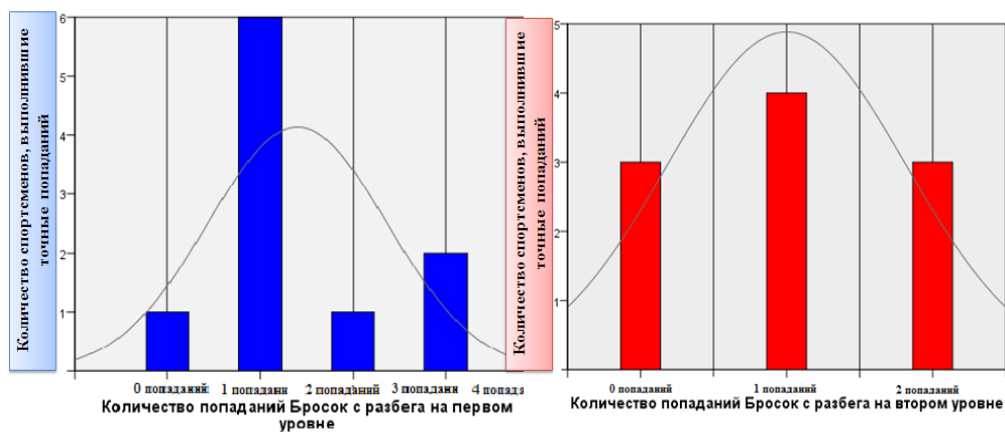


Рис. 7. Количественные и качественные характеристики выполнения бросков на точность из положения «с разбега» на первом и на втором уровне сложности.

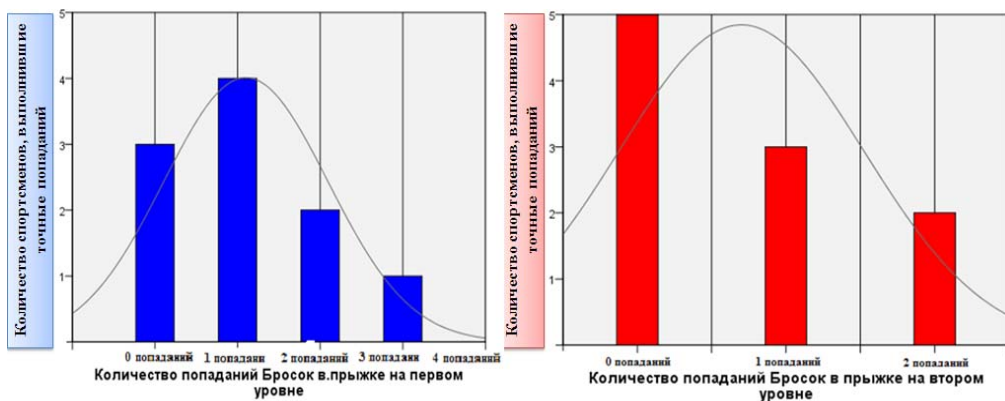


Рис. 8. Количественные и качественные характеристики выполнения бросков на точность из положения «в прыжке» на первом и на втором уровне сложности.

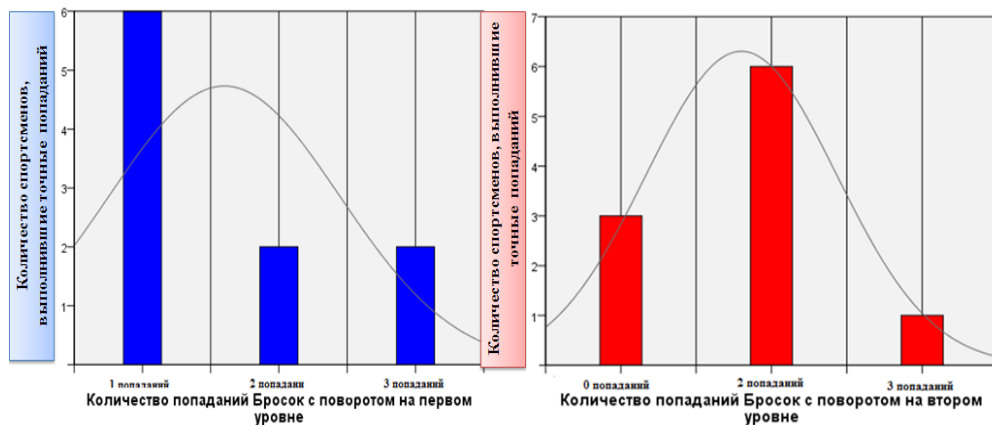


Рис. 9. Количественные и качественные характеристики выполнения бросков на точность из положения «с поворотом» на первом и на втором уровне сложности.

Таблица 2.1

Точность выполнения бросков гандболистов в четырех упражнениях на втором уровне

Испытуемые	Бросок с места	Бросок с разбега	Бросок в прыжке	Бросок с поворотом
1	3	1	0	2
2	1	2	1	1
3	2	0	0	0
4	3	1	0	1
5	1	0	0	0
6	0	1	1	1
7	2	1	2	1
8	1	2	2	1
9	1	2	0	1
10	1	0	1	0

Таблица 2.2

Статистически обработанная совокупность показателей точности бросков гандболистов в четырех упражнениях на втором уровне

Показатель	Бросок с места	Бросок с разбега	Бросок в прыжке	Бросок с поворотом
Среднее арифметическое	1,5	1	0,7	0,8
Стандартное отклонение	0,971	0,816	0,823	0,632
Стандартная ошибка	0,307	0,258	0,260	0,199
Коэффициент вариации, %	64,733	81,6%	117,571%	79%

Предполагается, что применение инновационного устройства позволит улучшить двигательную реакцию спортсменов и повысит эффективность выполнения технических приемов в гандболе на основе получения кинематических характеристик. С помощью данного устройства у игроков развивается быстрота двигательной реакции и повышается эффективность выполнения технических приемов. Данный прибор помогает создать условия, приближенные к соревновательным. Благодаря этому спортсмены накапливают опыт, который будет способствовать достижению наилучших результатов в гандболе.

Коэффициент корреляции Пирсона (корреляция моментов произведений) был использован для расчета влияния кинематических параметров на скорость полета мяча (табл. 5). В зависимости от результатов корреляции, дополнительные линейные модели с повторными измерениями были рассчитаны с целью определения различий в выбранных кинематических переменных техники бросков. Р-значение для определения статистических различий было скорректировано. Анализ полученных результатов дал возможность сделать следующие выводы, что обнаружено значимых различий в точности бросков, поскольку участники экспериментов показали скорость полета мяча в броске с разбега (скорость полета мяча принимается за 100%), в броске с места (93%), при броске в

прыжке (92%) и броске с поворотом (85%).

Участники экспериментов показали наибольшую скорость полета мяча в броске с разбега (скорость полета мяча принимается за 100%), в броске с места (93%), при броске в прыжке (92%) и броске с поворотом (85%). Установлено, что скорость разбега является важным фактором, влияющим на скорость полета мяча, и гандболисты разного уровня профессионализма отличаются качеством подготовительной фазы (фаза разбега). В броске с разбега скорость полета мяча можно рассматривать как сумму скорости разгона и скорости отдельных звеньев тела игрока. Исследования подтверждают наличие значимой корреляции и существенных различий в скорости полета мяча и скорости центра массы.

В заключение можно констатировать, что данное техническое устройство можно использовать с большой эффективностью в гандболе и других видах спорта. Все это стало возможно благодаря видеоанализу, при помощи аппарата с режимом замедленной съемки, который способен записывать от 32 до 1000 кадров в секунду. При помощи данного технического устройства можно проводить диагностику освоения двигательного действия для выявления недостатков и слабых сторон в подготовке спортсменов, с целью дальнейшего совершенствования тренировочного процесса, для достижения наилучшего результата.

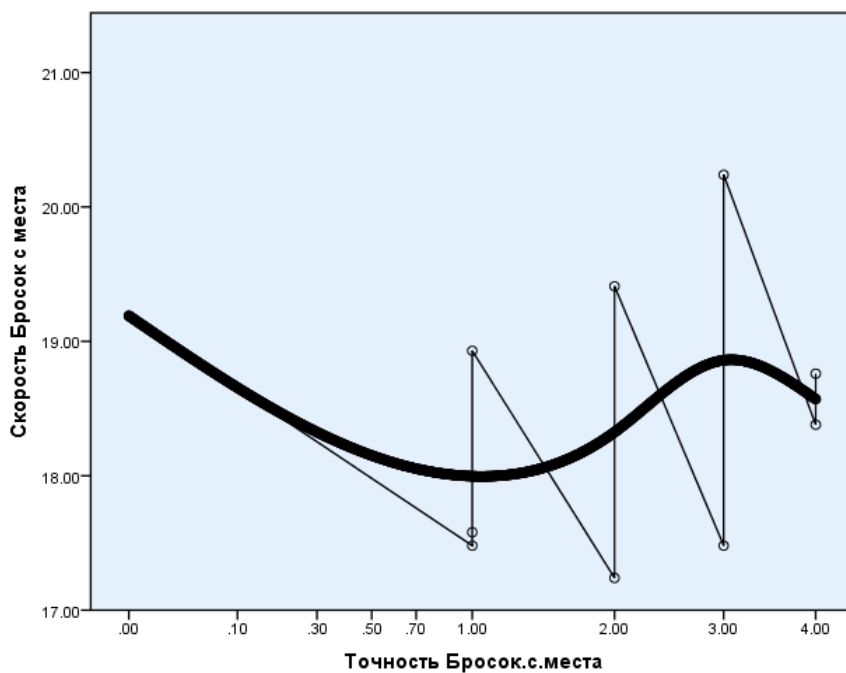


Рис. 10. График взаимосвязи между точностью броска и средней скоростью полета мяча из положения «стоя».

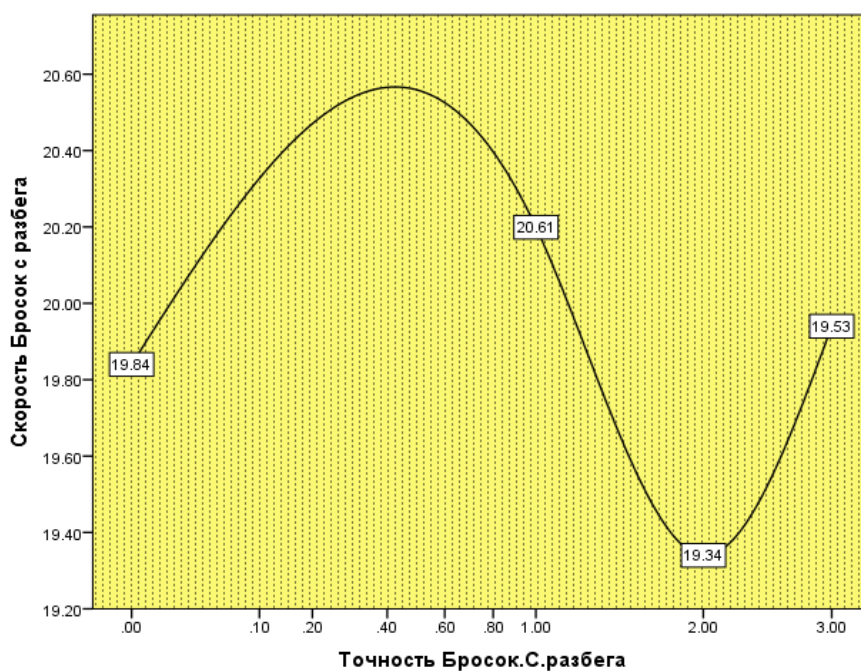


Рис. 11. График взаимосвязи между точностью броска и средней скоростью полета мяча из положения «с разбега».

Таблица 3.1

**Скорость мяча при выполнении бросков гандболистов
в четырех упражнениях (м/с) на первом уровне сложности**

Испытуемые	Бросок с места	Бросок с разбега	Бросок в прыжке	Бросок с поворотом
1	18,76	19,53	18,53	17,81
2	18,93	20,35	18,01	17,65
3	20,24	20,49	17,48	17,35
4	18,38	20,16	17,51	17,27
5	17,48	19,84	17,76	16,95
6	19,19	20,49	19,84	18,86
7	17,24	19,34	18,05	17,36
8	17,48	19,53	17,95	17,12
9	17,58	19,92	17,92	17,3
10	19,41	20,61	19,04	17,97

Таблица 3.2

**Статистически обработанная совокупность показателей
скорости мяча при выполнении бросков гандболистов в четырех
упражнениях на первом уровне сложности**

Показатель	Бросок с места	Бросок с разбега	Бросок в прыжке	Бросок с поворотом
Среднее арифметическое	18,469	20,026	18,269	17,564
Стандартное отклонение	1,370	0,966	0,994	0,843

Таблица 4.1

**Скорость мяча при выполнении бросков гандболистов
в четырех упражнениях (м/с) на втором уровне сложности**

Испытуемые	Бросок с места	Бросок с разбега	Бросок в прыжке	Бросок с поворотом
1	18,30	19,22	18,14	17,75
2	18,65	20,15	17,88	17,21
3	19,40	20,25	17,30	17,19
4	18,25	19,25	17,21	17,13
5	17,32	19,44	17,15	16,59
6	19,13	20,11	18,25	17,36
7	17,11	19,17	17,87	17,14
8	17,28	19,16	17,88	17,10
9	17,38	19,62	17,61	16,88
10	19,21	20,39	18,34	17,59

Таблица 4.2

**Статистически обработанная совокупность показателей скорости мяча
при выполнении бросков гандболистов в четырех упражнениях
на втором уровне сложности**

Показатель	Бросок с места	Бросок с разбега	Бросок в прыжке	Бросок с поворотом
Среднееарифметическое	18,203	19,676	17,735	17,3340
Стандартное отклонение	0,883	0,496	0,439	0,517

Таблица 5

**Коэффициент корреляции Пирсона и Р-значение между точностью
кинематических параметров бросков и скоростью мяча**

Корреляции					
		Скорость броска с места	Скорость броска с разбега	Скорость броска в прыжке	Скорость броска с поворотом
Скорость броска с места	Корреляция Пирсона	1	.795**	.282	.523
	Значение (двухсторонняя)		.006	.429	.121
	№	10	10	10	10
Скорость броска с разбега	Корреляция Пирсона	.795**	1	.308	.486
	Значение (двухсторонняя)	.006		.387	.154
	№	10	10	10	10
Скорость броска в прыжке	Корреляция Пирсона	.282	.308	1	.923*
	Значение (двухсторонняя)	.429	.387		.000
	№	10	10	10	10
Скорость броска с поворотом	Корреляция Пирсона	.523	.486	.923**	1
	Значение (двухсторонняя)	.121	.154	.000	
	№	10	10	10	10
(*) Корреляция значима на уровне 0,01 (двухсторонняя).					

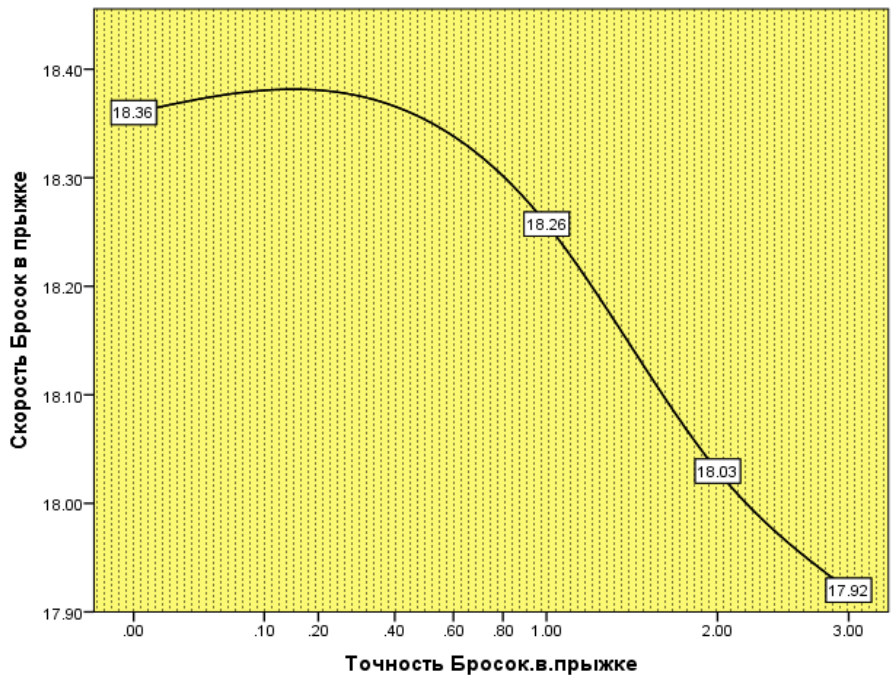


Рис. 12. График взаимосвязи между точностью броска и средней скоростью полета мяча из положения «в прыжке».

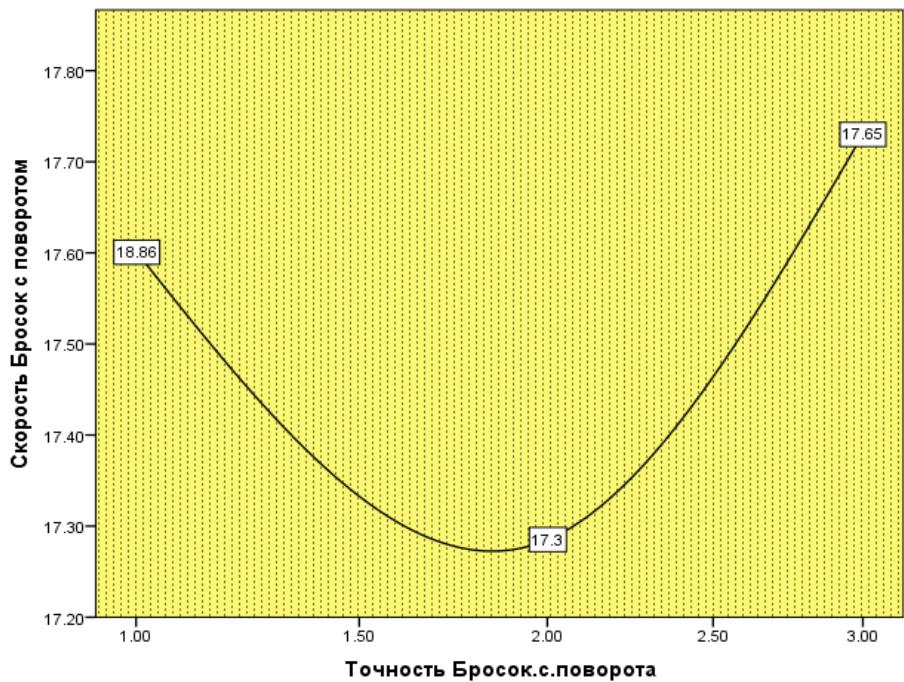


Рис. 13. График взаимосвязи между точностью броска и средней скоростью полета мяча из положения «с поворотом»

ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов В.А., Влияние средств атлетической гимнастики на физическое развитие юношей в пубертатном периоде // Психология и педагогика: методика и проблемы практического применения (материалы I международной научно-практической конференции, Новосибирск 29 апреля, 26 мая 2016 г.) Новосибирск: ООО «Центр развития научного сотрудничества», 2016. С. 112–119.
2. Иванов В.А., Голубничий С.П. Методические особенности определения уровня выносливости спортсменов // Обучение и воспитание: методика и практика (материалы XII международной научно-практической конференции, Новосибирск 20 марта 2014 г.) Новосибирск: ООО «Центр развития научного сотрудничества», 2014. С. 163–167.
3. Зотов В. П. Кондратьев А. И. Моделирование подготовки гандболистов высокой квалификации. Киев: Здоров'я, 2012. 112 с.
4. Теория и методика спортивных игр: учебник для студ. высш. учеб. заведений / Ю.Д. Железняк, Д.И. Нестеровски, В.А. Иванов и др.; 8-е изд., перераб. М.: Издательский центр «Академия», 2013. 464 с.

REFERENCES

1. Ivanov V.A. Vliyanie sredstv atleticheskoi gimnastiki na fizicheskoe razvitie yunoshei v pubertatnom periode [Influence of athletic gymnastics means on physical development of boys in puberty] Psikhologiya i pedagogika: metodika i problemy prakticheskogo primeneniya (materialy I mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Novosibirsk 29 aprelya, 26 maya 2016 g.) [Psychology and pedagogy: methods and problems of practical application (proceedings of the I international scientific-practical conference, Novosibirsk, April 29, may 26, 2016)]. Novosibirsk, ООО «Tsentr razvitiya nauchnogo sotrudnichestva», 2016. Pp. 112–119.
2. Ivanov V.A., Golubnichii S.P. Metodicheskie osobennosti opredeleniya urovnya vynoslivosti sportsmenov [Methodical features of determination of the level of endurance of athletes] Obuchenie i vospitanie: metodiki i praktika (materialy XII mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Novosibirsk 20 marta 2014 g.) [Training and education: methodology and practice (proceedings of the XII international scientific-practical conference, Novosibirsk, March 20, 2014)]. Novosibirsk, ООО «Tsentr razvitiya nauchnogo sotrudnichestva», 2014. Pp. 163–167.
3. Zotov V. P., Kondrat'ev A. I. Modelirovanie podgotovki gandbolistov vysokoi kvalifikaii [Modeling the preparation of handballers of high qualification]. Kiev, Zdorov'ya, 2012. 112 p.
4. Teoriya i metodika sportivnykh igr: uchebnik dlya stud. vyssh. ucheb. zavedenii / Yu.D. Zheleznyak, D.I., Nesterovski, V.A. Ivanov i dr.; 8-e izd., pererab [Theory and methodology of sports: a textbook for students of higher educational institutions / Yu.D. Zheleznyak, D.I., Nesterov, V.A. Ivanov, et al.; 8th edition]. M., Izdatel'skii tsentr «Akademiya», 2013. 464 p.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Хусейн Саджад Абдуламир Хусейн – аспирант кафедры теории и методики физического воспитания и спорта Московского государственного областного университета;
e-mail: Creed_torn77@mail.ru

Иванов Вячеслав Анатольевич – кандидат педагогических наук, доцент, заведующий кафедрой спортивных игр и гимнастики Московского государственного областного университета;
e-mail: ivanov65@inbox.ru

Вяльцев Александр Степанович – кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры теории и методики физического воспитания и спорта Московского государственного областного университета;
e-mail: vyaltsevas@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Huseaien Sajjad Abdulameer Huseaien – post-graduate student of the Department of Theory and Methodology of Physical Education and Sports at the Moscow State Regional University;
e-mail: Creed_torn77@mail.ru

Ivanov Vyacheslav A. – candidate of pedagogical sciences, associate professor, head of the Department of Sports Games and Gymnastics at the Moscow State Regional University;
e-mail: ivanov65@inbox.ru

Vyaltsev Alexander S. – candidate of pedagogical sciences, associate professor, assistant professor of the Department of Theory and Methodology of Physical Education and Sports at the Moscow State Regional University;
e-mail: vyaltsevas@mail.ru

БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ССЫЛКА

Хусейн Саджад Абдуламир Хусейн, Иванов В.А., Вяльцев А.С. Контроль за биомеханическими характеристиками в гандболе с применением технических средств // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2016. № 3. С. 98–113.

DOI: 10.18384/2310-7189-2016-3-98-113

BIBLIOGRAPHIC REFERENCE

Husaein Sajjad Abdulameer Husaein, V. Ivanov, A. Vyaltsev. Control of the biomechanical characteristics in handball with the use of technical means // Bulletin of Moscow State Regional University. Series: Natural sciences. 2016. no 3. Pp. 98–113.

DOI: 10.18384/2310-7189-2016-3-98-113

УДК 669.017:536.421

DOI: 10.18384/2310-7189-2016-3-114-122

НОВАЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ С ВНЕШНИМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ НА ЗАТВЕРДЕВАЮЩИЙ МЕТАЛЛ (СООБЩЕНИЕ 3)

Балакин Ю.А.¹, Юнусов Х.Б.², Хаулин А.Н.², Захаров С.Л.³

¹ *Московский государственный университет технологий
и управления им. К.Г. Разумовского*

109004, г. Москва, ул. Земляной Вал, д.73, Российская Федерация

² *Московский государственный областной университет*

105005, г. Москва, ул. Радио, д.10А, Российская Федерация

³ *РХТУ им. Д.И. Менделеева (г. Москва)*

125047, г. Москва А-47, Миусская пл., 9, Российская Федерация

Аннотация. Рассмотрена термодинамика гомогенной и гетерогенной кристаллизации при внешнем модифицирующем воздействии на расплавы металлов как частного случая физико-химического воздействия на затвердевающий металл и получены термодинамические модели влияния модификатора на кристаллизацию расплавов. Получены оригинальные выражения параметров данного процесса. Сравнение этих параметров показало, что модификатор изменяет параметры состояния данного процесса кристаллизации, его ход и результат, т. е. структуру литого металла, которая становится более мелкозернистой, что повышает качество слитков и отливок.

Ключевые слова: кристаллизация, термодинамика, модификатор, структура металла.

NEW PHYSICO-CHEMICAL MODEL OF CRYSTALLIZATION WITH EXTERNAL INFLUENCE ON THE SOLIDIFYING METAL (3 MESSAGE)

Yu. Balakin¹, Kh. Yunusov², A. Khaulin², S. Zaharov³

¹ *K.G. Razumovskiy Moscow State University of Technologies and Management
ul. Zemlyanoi Val 73, 109004 Moscow, Russia*

² *Moscow State Regional University*

ul. Radio 10A, 105005 Moscow, Russia

³ *Mendeleev University of Technology of Russia, Moscow*

Miuskaya pl. 9, 125047 Moscow, Russia

Abstract. We consider the thermodynamics of homogeneous and heterogeneous crystallization under a modifying external effect on the molten metal, as a particular case of the physico-chem-

@ Балакин Ю.А., Юнусов Х.Б., Захаров С.Л., 2016.

ical action on the solidifying metal. A thermodynamic model of the influence of the modifier on the crystallization of melts is obtained. The original expressions for the parameters of the process are derived. A comparison of these parameters shows that the modifier changes the parameters of the state of the crystallization process as well as its run and result i.e. the structure of the cast metal becomes more fine-grained, which improves the quality of ingots and castings.

Key words: crystallization, thermodynamics, modification, external effect, the structure of the metal.

В данном сообщении продолжается рассмотрение новой физико-химической теории кристаллизации. В сообщениях 1 и 2 содержались аспекты, которые описывали процессы кристаллизации при импульсном, взрывном внешнем воздействии (далее – ВнВ) на расплав. Это технологии обработки ультразвуком, вибрацией, виброимпульсами, электрогидроимпульсами (ЭГИО) и др. [5]. При таком ВнВ внешняя энергия, вводимая в расплав в начале процесса кристаллизации, расходуется в основном на образование поверхности формирующихся в расплаве частиц, зародышей твердой фазы, повышая устойчивость начальной стадии нуклеации.

Анализ публикаций показал, что существует ряд технологий, например, модифицирование, введение в перегретый расплав микрохолодильников, дробы, порошков, листов и др. Все они сопровождаются на начальной стадии кристаллизации переохлаждением расплава, при этом, очевидно, внешняя энергия расходуется на увеличение объемной части свободной энергии Гиббса в ее балансе (см. сообщение 2, выражение 1) [1; 7; 9–11].

Моделирование этих технологий на единой основе метода термодинамики необратимых процессов весьма актуально, т.к. способствует совершенствованию приведенных выше и прогнозированию новых способов ВнВ на

затвердевающий металл [1; 6; 15]. Целью работы является разработка оригинального варианта новой физико-химической теории кристаллизации с учетом (ВнВ) на затвердевающий металл, учитывающей переохлаждение перегретого расплава в начале процесса его нуклеации.

Рассмотрим особенности образования зародышей в начале процесса гомогенной и гетерогенной кристаллизации при внешних физико-химических воздействиях различной природы, в частности модифицирования, на затвердевающий металл. В этом случае изменение любой аддитивной функции, характеризующей процессы в открытой системе [13], в том числе полное изменение свободной энергии Гиббса $\Delta G_{зар}^e$ локального объема расплава (системы), в котором образуются зародыши сферической формы, с учетом (ВнВ) на кристаллизующийся металл, запишется в виде, аналогичном выражению (1) в первом сообщении:

$$\Delta G_{зар}^e = \Delta G_i + \Delta G_e, \quad (1)$$

где: $\Delta G_i = \Delta G_{зар}$ – изменение энергии Гиббса процесса кристаллизации без ВнВ; ΔG_e – изменение энергии Гиббса при ВнВ на систему.

Выражение изменения внешней энергии, в форме свободной энергии Гиббса, использовано из сообщения 1 (см. формулу 3), приведенную к виду:

$$\Delta G_e = (4\pi\sigma^2 T_o / (L\Delta T)) \cdot \Delta r. \quad (2)$$

Выражение энергии ВнВ (2) преобразовано авторами к виду, аналогичному уравнению Гиббса (1) указанной системы (см. сообщение 2), т. е. представлено как сумма двух слагаемых: первое – описывающее влияние этой части энергии на поверхностные явления в кристаллизующемся расплаве – G_{Se} ; второе процессы внутри объема затвердевающего металла – G_{Ve} :

$$G_e = G_{Se} + G_{Ve};$$

здесь

$$G_{Se} = 4\pi\sigma^2 T_o r_p / (L\Delta T);$$

$$G_{Ve} = -4\pi\sigma^2 T_o r_n / (L\Delta T).$$

Последние выражения преобразованы к виду известных формул поверхностного G_{Si} и объемного G_{Vi} членов уравнения энергии Гиббса в системе [7; 9], кристаллизующейся без ВнВ, с учетом известной зависимости критического равновесного радиуса зарождения твердой фазы

$$r_p = 2\sigma^2 T_o / (L\Delta T).$$

В результате получили:

$$G_{Se} = 2\pi\sigma^2 r_p^2; G_{Ve} = -\frac{L\Delta T}{T_o} \pi r_p^2 r_n. \quad (3)$$

После подстановки выражения (2) и (3) в равенство (1), предполагая, что при небольшом отклонении от равновесия $r_p \approx r_n \approx r_*^e$ и дифференцирования (1) по r_*^e – критической величине радиуса зарождения при любом ВнВ, имеем выражение вида:

$$d(\Delta G_{зар}^e) / dr_*^e = -7\pi (r_*^e)^2 (\rho \Delta T L) / (M T_o) + 12\pi r_*^e \sigma_{жк} \approx 0, \quad (4)$$

$$\text{отсюда } r_*^e \approx (12/7)(\sigma_{жк} M T_o) / L \rho \Delta T \approx (6/7) r_p.$$

Таким образом, при любом ВнВ на гомогенную кристаллизацию расплава с энергией, удовлетворяющей выражению (2), становятся устойчивыми к росту зародыши с критическими размерами меньшими, чем при обычной спонтанной кристаллизации металла (см. табл.1 и 2). Выделение из расплава при таком ВнВ большого числа частиц твердой фазы, устойчивых к дальнейшему росту приводит к измельчению структуры затвердевающего металла [7; 10-11].

Таблица 1

Физико-химические свойства металлов

№ п/п	Символ металла	Свойства металлов					Литерат. источник
		Температура кристаллизации, T_0 , К	Удельная теплота кристаллизации, L , кДж/моль	Молекулярная масса, M , кг/моль	Плотность жидкого металла, ρ , кг/м ³	Поверхностное натяжение, $\sigma_{ж-г}$, Дж/м ²	
1	Fe	1812	15,20	55,85	7,015	0,46	[14;16-17]
2	Ni	1728	17,71	58,71	7,9	0,45	Те же
3	Cu	1356	13,02	63,54	8,0	0,40	Те же
4	Al	933	10,47	26,98	2,385	0,25	Те же

При ВнВ на гетерогенную кристаллизацию металлов, как показали работы [2-3], выражение для поверхностной составляющей внешней энергии (3) бу-

дет зависеть от функции краевого угла смачивания расплавом частиц модификатора как подложек для образования и последующего роста на них зародышей.

Таблица 2

Результаты оценочных расчетов критических радиусов зародышей при разных видах кристаллизации металлов

№ п/п	$\Delta T, K$	Химический элемент	Вид кристаллизации			
			Гомогенная		Гетерогенная, при ВнВ* модифицированием расплава	
			Обычная	С ВнВ	С глубоким ΔT практически не-смачиваемых под-ложек	При плохом смачивании подложек
1	0,1	Fe	8730**	7480	–	–
2		Ni	6530	5600	–	–
3		Cu	6620	5670	–	–
4		Al	5300	4540	–	–
5	1,0	Fe	873	748	499	349
6		Ni	653	560	373	261
7		Cu	662	567	378	265
8		Al	530	454	303	212
9	10	Fe	87,3	74,8	49,9	34,9
10		Ni	65,3	56,0	37,3	26,1
11		Cu	66,2	56,7	37,8	26,5
12		Al	53,0	45,4	30,3	21,2
13	100	Fe	8,73	7,48	4,99	3,49
14		Ni	6,53	5,60	3,73	2,61
15		Cu	6,62	5,67	3,78	2,65
16		Al	5,30	4,54	3,03	2,12

Примечания: *ВнВ – внешнее воздействие на расплав; ** величина радиуса в мкм.

При хорошем смачивании частиц модификатора расплавом этот угол изменяется от нуля до 90° , а функция этого угла изменяется от 0 до 1, значит, расход внешней энергии на гетерогенную кристаллизацию будет снижаться. В расплаве при модифицировании такими частицами появится значительно больше, чем при гомогенной кристаллизации, устойчивых к росту зародышей, а структура модифицированного литого металла еще более измельчится. Если частицы модификатора, в частности, получившие широкое распространение ультрадисперсные порошки карбидов (УДПК) [4; 12], плохо смачиваются расплавом, то возможен другой вариант их воздействия на процесс модифицирования кристаллизующегося металла, описанный ниже.

При модифицирующем ВнВ или введении в перегретый расплав микрохолодильников будет происходить его глубокое переохлаждение. В этом случае выражение внешней энергии определяется на основе решения дифференциального уравнения, полученного авторами в работе [8], взаимосвязи изменения внешней энергии, воздействующей на локальный объем кристаллизующегося расплава как систему, и физико-химических свойств этой системы:

$$d(\Delta G_e^n) = -4\pi\sigma_{жк}^2 T_o / (L\Delta T) dr_*^n, \quad (5)$$

интегрируя которое при начальных условиях: при глубоком переохлаждении размер устойчивого к росту зародыша $r_*^n \rightarrow 0$ и $\Delta G_e^n \rightarrow 0$, получили постоянную интегрирования $C = 0$ и общее решение уравнения (5) вида:

$$\Delta G_e^n = -4\pi\sigma_{жк}^2 T_o / (L\Delta T) r_*^n. \quad (6)$$

Данное выражение изменения внешней энергии соответствует рассматриваемому случаю, т. к. имеет знак минус, являясь целиком объемной энергией, вводимой в расплав и способствующей его глубокому переохлаждению.

Проведено решение уравнения (1) с подстановкой в него выражения (3) и (6). Далее, выражение (1), с аналогичными указанными выше допущениями, продифференцировано по r_*^n , и получен общий вид производной $d(\Delta G_{зар}^n) / dr_*^n$, отличный от (4):

$$d(\Delta G_{зар}^n) / dr_*^n = -7\pi(r_*^n)^2 (\rho \Delta T L) / (M T_o) + 8\pi r_*^n \sigma_{жк} \approx 0,$$

$$\text{отсюда } r_*^n \approx (8/7)(\sigma_{жк} M T_o) / L \rho \Delta T \approx (4/7) r_p. \quad (7)$$

Рассмотренный случай относится к ВнВ на расплав практически не смачиваемых жидким металлом частиц вводимого модификатора. Значит, глубокое переохлаждение расплава (для чистых металлов принимали 1°K и более, согласно рекомендациям [7; 9; 11]) приводит к более значительному снижению размера критического радиуса зародыша, чем при воздействии на гомогенную кристаллизацию металла (см. табл. 2).

При наличии плохого смачивания расплавом частиц модификатора (с краевым углом равным и большим 90°) в расчете критического размера радиуса зародыша при такой гетерогенной кристаллизации модифицированного расплава выражение для G_{se} в (3) может изменить знак с плюса на минус, т. к. функция краевого угла смачивания становится отрицательной. Таким образом, вся энергия ВнВ будет фактически способствовать переохлаждению расплава. Для этого случая воздействия модификатора на гетерогенную кристаллизацию металла, выражение (7) критического размера зародыша, как показали проведенные авторами преобразования, имеет вид:

$$r_*^n \approx (8/10)(\sigma_{жск} MT_o) / L\rho\Delta T \approx (4/10)r_p.$$

Следовательно, при модифицировании металлов вообще и УДПК в частности, характер кристаллизации гетерогенный, т. е. зарождение твердой фазы происходит на вводимых в расплав поверхностях частиц модификатора, как на подложках. Это приводит к снижению внешней энергии, расходуемой на образование поверхности, устойчиво растущей в расплаве, частицы твердой фазы значительно меньших размеров (см. табл. 2), в частности, до 50% от ее затрат для зародыша сферической формы при гомогенной кристаллизации [2-3].

Экспериментально установлено, что для никелевых сплавов типа ЖС6 наиболее рационально использовать модификатор, содержащий 0,025% УДП частиц порошка карбонитрида титана (TiCN) и 0,2% порошка титана из расчета на массу обрабатываемого расплава. ВнВ модифицированием позволяет эффективно влиять на увеличение тем-

па кристаллизации сплава на первом этапе кристаллизации, т. е. зарождении частиц твердой фазы в расплаве [4; 12].

ВнВ модифицированием расплава с увеличением количества инокуляторов от 0,001% до 0,5% приводило также к уменьшению размеров глобулярных карбидов от 10-30 до 4-12 мкм, а размеров макрозерна от 2-15 до 0,4-1,7 мм в сравнении с немодифицированным сплавом. Таким образом, при воздействии модификатора на кристаллизацию металла изменяются параметры состояния данного процесса, значит его ход и результат, т. е. структура литого металла, которая становится более мелкозернистой, что повышает качество заготовок деталей машин [6].

В заключение следует отметить, что применение теории внешних воздействий для рассмотрения влияния модифицирования УДПК на параметры процесса кристаллизации расплава, как частного случая физико-химического воздействия на затвердевающий металл, и в результате анализа изменения характеристических функций открытой системы получены термодинамические модели влияния модификатора на кристаллизацию расплавов.

Проведен поиск экстремумов характеристических функций, входящих в термодинамические модели разных вариантов влияния модификатора на кристаллизацию расплавов и получены оригинальные выражения параметров данного процесса. Сравнение этих параметров показало, что модификатор, вводимый в расплав металла, изменяет параметры состояния данного процесса, значит, его ход и результат, т. е. структуру литого металла, которая становится более мелкозернистой, что повышает качество слитков и отливок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Балакин Ю.А. К возможности исследования внешнего воздействия на процесс кристаллизации металла информационно-энтропийным методом // Международный академический вестник. 2015. № 4. С. 80–81.
2. Балакин Ю.А., Гладков М.И. Влияние направления вибрации на межфазные процессы при кристаллизации металлов // Электрометаллургия стали. 2004. № 11. С. 17–23.
3. Балакин Ю.А., Гладков М.И. Термодинамика внешнего воздействия на процессы гомогенной и гетерогенной кристаллизации металлов // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. 2001. № 3. С. 57–60.
4. Балакин Ю.А., Жеребцов С.Н., Гладков М.И. Термодинамика начала процессов гомогенной и гетерогенной кристаллизации при внешнем модифицирующем воздействии на расплавы металлов // Электрометаллургия. 2015. № 2. С. 15–20.
5. Балакин Ю.А., Юнусов Х.Б., Захаров С.Л. Новая физико-химическая модель кристаллизации с внешним воздействием на затвердевающий металл (часть 1) // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2016. № 1. С. 50–56.
6. Балакин Ю.А., Юнусов Х.Б., Захаров С.Л. Разработка новой теории внешних воздействий на процессы в конденсированных средах // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Физико-математические науки. 2014. № 4. С. 119–123.
7. Баландин Г.Ф. Формирование кристаллического строения отливок. М.: Машиностроение, 1973. 228 с.
8. Гладков М.И., Балакин Ю.А., Гончаревич И.Ф. Термодинамический анализ условий зарождения и роста кристаллов при виброобработке металлов // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. 1989. № 9. С. 27–29.
9. Гуляев Б.Б. Теория литейных процессов. Л.: Машиностроение, 1976. 216 с.
10. Ефимов В.А. Разливка и кристаллизация стали. М.: Металлургия, 1976. 552 с.
11. Ефимов В.А., Эльдарханов А.С. Современные технологии разливки и кристаллизации сплавов. М.: Машиностроение, 1998. 360 с.
12. Модифицирование структуры сплава ЖС6-У инокулятором на основе карбонитрида титана / С.Н. Жеребцов и др. // Технология металлов. 2011. № 3. С. 21–24.
13. Пригожин И. Введение в термодинамику необратимых процессов. М.: Мир, 1960. 352 с.
14. Чалмерс Б. Теория затвердевания. М.: Металлургия, 1968. 288 с.
15. Balakin Yu.A., Gladkov M.I. Nucleation Kinetics of a Solidifying Metal under an External Action // Russian metallurgy (Metally). Vol. 2015. № 6. P. 433–437.

REFERENCES

1. Balakin Ya.A. K vozmozhnosti issledovaniya vneshnego vozdeystviya na protsess kristallizatsii metalla informatsionno-entropiinyim metodom [The possibility of the study of external influence on the process of metal crystallization and informational-entropy method] // Mezhdunarodnyi akademicheskii vestnik. 2015. no. 4. Pp. 80–81.
2. Balakin Yu.A., Gladkov M.I. Vliyanie napravleniya vibratsii na mezhfaznye protsessy pri kristallizatsii metallov [Effect of direction of vibration on the interfacial process during solidification of metals] // Elektrometallurgiya stali. 2004. no. 11. Pp. 17–23.
3. Balakin Yu.A., Gladkov M.I. Termodinamika vneshnego vozdeystviya na protsessy gомогенной i гетерогенной kristallizatsii metallov [Thermodynamics of external influence on processes of homogeneous and heterogeneous solidification of metals] // Izv. Vyssh. Ucheb. Zaved. Chernaya metall. 2001. no. 3. Pp. 57–60.

4. Balakin Yu.A., Zherebtsov S.N., Gladkov M.I. Termodinamika nachala protsessov gomogennoi i geterogennoi kristallizatsii pri vneshnem modifitsiruyushchem vozdествii na rasplavy metallov [Thermodynamics of the beginning of the processes of homogeneous and heterogeneous crystallization in the modifying external effects on the metal melts] // Elektrometallurgiya. 2015. no. 2. Pp. 15–20.
5. Balakin Yu.A., Yunusov Kh.B., Zakharov S.L. Novaya fiziko-khimicheskaya model' kristallizatsii s vneshnim vozdествiem na zatverdevayushchii metall (chast' 1) [New physico-chemical model of crystallization with the external influence on the solidifying metal (part 1)] // Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo universiteta. Seriya: Estestvennye nauki. 2016. no. 1. Pp. 50–56.
6. Balakin Yu.A., Yunusov K.H.B., Zakharov S.L. Razrabotka novoi teorii vneshnikh vozdествii na protsessy v kondensirovannykh sredakh [The development of a new theory of external influences on processes in condensed matter] // Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo universiteta. Seriya: Fiziko-matematicheskie nauki. 2014. no. 4. Pp. 119–123.
7. Balandin G.F. Formirovanie kristallicheskogo stroeniya otlivok [The formation of crystal-line structure of castings]. M.: Mashinostroenie, 1973. 228 p.
8. Gladkov M.I., Balakin YU.A., Goncharevich I.F. Termodinamicheskii analiz uslovii zarozhdeniya i rosta kristallov pri vibroobrabotke metallov [Thermodynamic analysis of nucleation and crystal growth when the vibrating processing of metals] // Izv. Vyssh. Ucheb. Zaved. Chernaya metall. 1989. no. 9. Pp. 27–29.
9. Gulyaev B.B. Teoriya liteinykh protsessov [The theory of foundry processes]. L.: Mashinostroenie, 1976. 216 p.
10. Efimov V.A. Razlivka i kristallizatsiya stali [Casting and crystallization of steel]. M.: Metallurgiya, 1976. 552 p.
11. Efimov V.A., El'darkhanov A.S. Sovremennye tekhnologii razlivki i kristallizatsii splavov [Modern technologies of casting and crystallization of alloys]. M.: Mashinostroenie, 1998. 360 p.
12. Modifitsirovanie struktury splava ZhS6-U inokulyatorom na osnove karbonitrida titana [The modification of the ZhS6-U alloy structure by the inoculant based on titanium carbonitride] // Tekhnologiya metallov. 2011. no. 3. Pp. 21–24.
13. Prigozhin I. Vvedenie v termodinamiku neobratimyykh protsessov [Introduction to thermodynamics of irreversible processes]. M.: Mir, 1960. 352 p.
14. Chalmers B. Principles of solidification. New York: Wiley, 1964.
15. Balakin Yu.A., Gladkov M.I. Nucleation Kinetics of a Solidifying Metal under an External Action // Russian metallurgy (Metally). Vol. 2015. № 6. P. 433–437.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Балакин Юрий Александрович – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры электротехники, проектирования машин и автоматов Московского государственного университета технологий и управления им. К.Г. Разумовского;
e-mail: ur.balakin@mail.ru

Юнусов Худайназар Бекназарович – кандидат химических наук, доцент, декан биолого-химического факультета Московского государственного областного университета;
e-mail: hb.yunusov@mgou.ru

Хаулин Алексей Николаевич – кандидат педагогических наук, декан факультета технологии и предпринимательства Московского государственного областного университета;
e-mail: an.haylin@mgou.ru

Захаров Станислав Леонидович – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры стандартизации и инженерно-компьютерной графики Российского химико-технологического университета имени Д.И. Менделеева;
e-mail: staszaharov@yandex.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Balakin Yuri. A. – candidate of technical sciences, associate professor, assistant professor of the Department of Electrical Engineering and Machine Design at the K.G. Razumovskiy Moscow State University of Technologies and Management;
e-mail: ur.balakin@mail.ru

Yunusov Khudainazar B. – candidate of chemical sciences, associate professor, dean of the Department of Biology and Chemistry at the Moscow State Regional University;
e-mail: hb.yunusov@mgou.ru

Khaulin Alexei N. – candidate of pedagogical sciences, dean of the Department of Technology and Business at the Moscow State Regional University;
e-mail: an.haylin@mgou.ru

Zakharov Stanilav L. – doctor of technical sciences, associate professor, professor of the Chair of Standardization and Engineering Computer Graphics at the D. Mendeleyev University of Chemical Technology of Russia;
e-mail: staszaharov@yandex.ru

БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ССЫЛКА

Балакин Ю.А., Юнусов Х.Б., Хаулин А.Н., Захаров С.Л. Новая физико-химическая модель кристаллизации с внешним воздействием на затвердевающий металл (Сообщение 3) // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2016. № 3. С. 114–122.
DOI: 10.18384/2310-7189-2016-3-114-122

BIBLIOGRAPHIC REFERENCE

Yu. Balakin, Kh. Yunusov, A. Khaulin, S. Zakharov. New physico-chemical model of crystallization with external influence on the solidifying metal (3 message) // Bulletin of Moscow State Regional University. Series: Natural sciences. 2016. no 3. Pp. 114–122.
DOI: 10.18384/2310-7189-2016-3-114-122

УДК 574

DOI: 10.18384/2310-7189-2016-3-123-134

ВЛИЯНИЕ АВТОТРАНСПОРТА НА ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ СИТУАЦИЮ В ГОРОДАХ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Викторов И.О., Хайдаров Н.Х., Лялина И.Ю. Юнусов Х.Б.

*Московский государственный областной университет
105005, г. Москва, ул. Радио, д.10А, Российская Федерация*

Аннотация. Работа посвящена изучению экологической ситуации в городах Московской области. Исследовано влияние автомобильного транспорта на состоянии экологии окружающей среды города Клин. Определены пункты фиксирования автомобильных потоков и проведены работы по учету и анализу движения автотранспорта. Проанализирована организация движения и эффективность работы светофоров. Установлены источники шумового загрязнения и даны рекомендации по уменьшению степени этого фактора. Составлены карты исследуемых территорий с учетом расположения светофоров и движения автотранспорта в часы «пик».

Ключевые слова: окружающая среда, ингредиентное загрязнение, шумовое загрязнение, автотранспорт, экология города.

IMPACT OF TRANSPORT ON URBAN ECOLOGY OF MOSCOW REGION

I. Viktorov, N. Khaydarov, I. Lyalina, Kh. Yunusov

*Moscow State Regional University
ul. Radio 10A, 105005 Moscow, Russia*

Abstract. This research is concerned with the urban ecology of the Moscow region. This paper studies the impact of transport on the environment of the city of Klin. During the research we have determined registering posts of transport flows and sources of acoustic pollution. The statistics obtained has made it possible to carry out an analysis of the vehicular traffic. The research work analyses the traffic management and the efficiency of traffic lights and gives guidelines for reduction of high acoustic pollution degree. The paper includes detailed maps of the studied areas with traffic lights and movement of vehicles during rush hours.

Key words: environment, ingradient pollution, acoustic pollution, traffic, transport, urban ecology.

Экологическая ситуация на Земле для всех живых организмов с каждым годом ухудшается. К деградации экологического состояния окружающей среды (ОС) приводит множество факторов, проанализировав которые, условно можно

разделить на естественные и искусственные факторы. Искусственные факторы влияния на ОС связаны с жизнедеятельностью человека на Земле. Государственная программа по устойчивому развитию России на будущие годы может давать достаточные результаты только тогда, когда будет возможен гомеостаз в природных системах и человек полностью осознает тот факт, что он является неотъемлемой частью природы.

Принятое 14.12.2015 г. в Париже (с участием 195 стран) и подписанное 22.04.2016 г. в штаб-квартире ООН в Нью-Йорке новое соглашение по глобальному изменению климата на Земле указывает на старания мирового сообщества по сохранению устойчивого состояния экосистемы планеты [6]. Россия, как участница Парижского соглашения, всячески поддерживает основные положения и способствует улучшению экологической ситуации на планете.

В данной работе рассматривается загрязнение атмосферы, почвы и воды по физическим и химическим направлениям.

Источниками загрязнения атмосферы Московской области выступают транспорт, промышленность, стройиндустрия и хозяйственно-бытовая деятельность человека [1; 5].

Согласно информационному выпуску «О состоянии природных ресурсов и окружающей среды Московской области в 2011 году», Министерства экологии и природопользования Московской области, основными источниками загрязнения крупных водотоков региона являются недостаточно очищенные хозяйственно-бытовые и промышленные сточные воды го-

родов Московской области Клин, Краснозаводск, Серпухов, Кашира, Коломна, Воскресенск, Подольск, Наро-Фоминск, Щелково, Ногинск, Орехово-Зуево и других, а также сельскохозяйственные стоки, поступающие непосредственно в реки или через их притоки [3].

Наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха в городе Клин осуществляется на трех стационарных станциях ГСН по следующим адресам: улица Левобережная, улица Чайковского, д. 64а, Волоколамское шоссе, д. 23. В городе ведутся наблюдения за содержанием взвешенных веществ, диоксида серы, оксида углерода, диоксида и оксида азота, ртути, формальдегида и бенз(а)пирена.

Основными источниками загрязнения атмосферы в г. Клин являются: предприятия по производству химволокна, стекловарения, стройиндустрии, энергетики, пищевой промышленности, автомобильный и железнодорожный транспорт. К крупнейшим загрязнителям относятся ОАО «Клинский станкозавод», ОАО «Термоприбор», ОАО «Медстекло», а также котельные и автотранспорт [2-3].

По данным наблюдений, в 2011 г. уровень загрязнения атмосферного воздуха в городе оценивается как повышенный, $ИЗА_5=6$ [3].

Отмечено, что в течение года существенное загрязнение атмосферного воздуха города происходило по бенз(а)пирену и формальдегиду. Средняя за год концентрация бенз(а)пирена превышала ПДК в 1,3 раза, наибольшая среднемесячная – в 2,6 раза [6]. Среднегодовая концентрация формальдегида составила 2,0 ПДК [6]. Максимальные значения концентрации взвешенных

веществ фиксировалась на уровне 1,8 ПДК, формальдегида – 1,2 ПДК [6]. Загрязнение воздуха оксидом углерода, диоксидом и оксидом азота в течение года оценивается как низкое, и превышения нормы не отмечены, хотя часто находятся в верхнем пределе допустимых норм. Концентрации диоксида серы находятся ниже уровня ПДК. Неоднократные замеры показывали отсутствие паров ртути в атмосферном воздухе города.

В течение 2011 г. отмечался рост концентраций взвешенных веществ в мае и июне, формальдегида – в самые жаркие месяцы года (июль-август), бенз(а)пирена – в отопительный сезон. Изменения концентраций других примесей в течение года было выражено слабо [2-3].

По данным наблюдательных пунктов, за последние пять лет по некоторым видам загрязнений атмосферы наблюдается снижение уровня (рис. 1) [3].

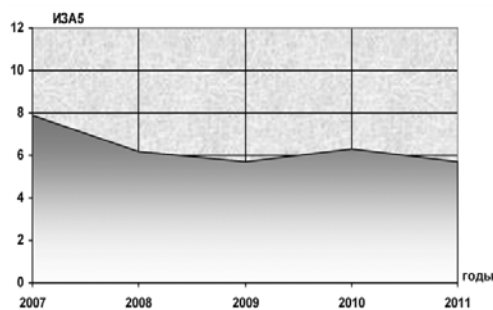


Рис. 1. График изменения содержания загрязняющих веществ в атмосфере г. Клин.

Однако отмечаем, что за период 2007-2011 гг. содержание в атмосферном воздухе оксида азота повысилось,

хотя содержание формальдегида и бенз(а)пирена – понизилось. Загрязнение воздуха другими примесями существенно не изменилось [2].

В своей работе мы проанализировали движение автомобильного потока по городу, т. к. автомобильный транспорт является одним из основных источников загрязнения атмосферы в городе Клин, а также загруженность и текущее состояние автомобильных дорог города. Именно от качества дорог и организации уличного движения автотранспорта зависит время простоя и плотность трафика, что и является губительным для окружающей среды [5].

Акцентируем внимание на самом крупном жилом массиве (далее – Основной жилой массив) города Клин, расположенном на левом берегу реки Сестра. Он на западе ограничен Октябрьской железной дорогой, с севера – промышленной площадкой бывшего комбината «Химволокно», а с востока – Федеральной автомобильной дорогой М-10 «Россия».

Установим загруженность дорог и организацию транспортных потоков, определим состав и возраст автопарка города, шумовое загрязнение и выявим закономерности передвижения автотранспорта по городу Клин.

Для исследования автомобильных потоков определили 11 постов наблюдения (табл. 1, рис. 2, 3). Точки были выбраны на пересечении дорог либо немного поодаль от пересечения, но при этом не допуская рассеивания потока автомобилей, связано это с упрощением подсчета и обеспечением точности эксперимента.

Таблица 1

Перечень постов наблюдения

Пост	Местоположение
А	ул. Мира, рядом с д. 24
Б	Бородинский проезд, рядом со светофором №8
В	ул. Первомайская, около д. 13
Г	ул. Карла Маркса, рядом с д. 78
Д	Бородинский проезд, пересечение с ул. Гагарина
Е	ул. Гагарина, возле кругового движения на ул. Гагарина
Ж	ул. Гагарина, возле банка «сбербанк»
З	ул. Литейная, рядом с Центральным рынком
И	ул. Карла Маркса, у светофора № 9
К	ул. Карла Маркса, напротив ж/д вокзала
Л	ул. Новоямская, рядом со стекольным заводом

На данных точках учитывали количество и качественный состав транспорта, проезжающего по исследуемым дорогам (табл. 2), а также измеряли шумовое сопровождение. Шумовые за-

меры производились непосредственно около дороги и ближайших жилых домов, по методике, описанной в работе [4] В.Н. Луканиным и Ю.В. Трофименко.

Таблица 2

Поток автотранспорта в г. Клин

Место	Время	Автомобили			
		Легковые	Грузовые, до 5 тонн	Автобусы	Грузовые, от 5 тонн
А	утро	232	6	1	0
	день	240	5	1	0
	вечер	310	8	0	0
Б	утро	527	32	70	1
	день	580	43	59	0
	вечер	58	34	72	0
В	утро	1607	305	28	230
	день	1502	294	22	240
	вечер	1942	395	27	276
Г	утро	834	67	73	1
	день	939	77	74	2
	вечер	1092	47	75	0
Д	утро	542	35	71	0
	день	602	35	60	0
	вечер	677	43	76	0
Е	утро	825	60	83	0
	день	843	45	77	0
	вечер	1035	28	95	0

Ж	утро	409	42	40	0
	день	493	24	45	0
	вечер	555	18	38	0
З	утро	X	216	45	90
	день	1300	198	20	98
	вечер	1398	187	47	104
И	утро	852	100	92	0
	день	937	87	78	0
	вечер	1105	76	94	0
К	утро	878	137	161	51
	день	884	112	130	50
	вечер	986	102	157	57
Л	Утро	703	140	20	50
	День	745	115	13	52
	Вечер	836	103	23	57

В результате полученных данных можно сделать выводы, что состав трафика не однороден и количество транспорта сильно различается по

точкам. Автомобильный парк, перемещающийся внутри города, сильно отличается от средних значений по России (рис. 2) [2-3].

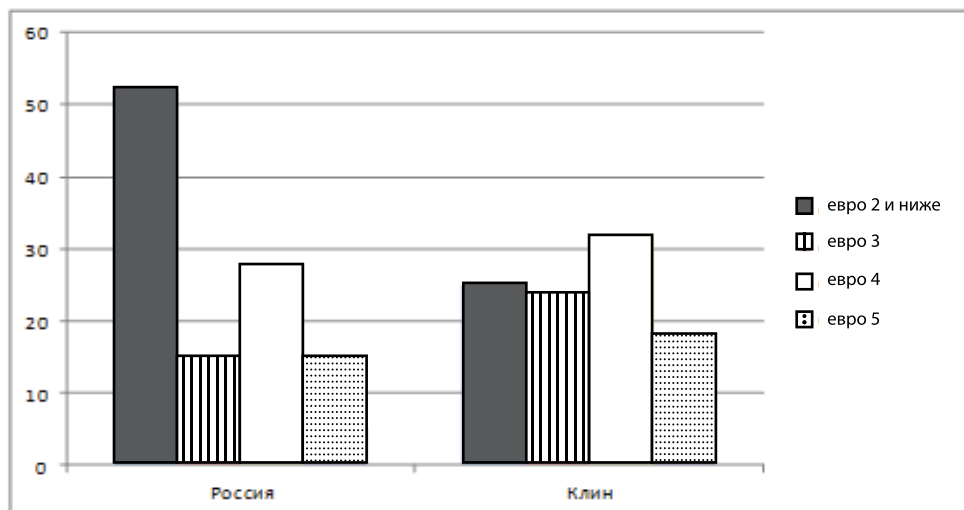


Рис. 2. Распределения парка автомобилей по экологическим классам (%).

Связано это с тем, что статистика учитывает весь транспорт в стране, включая тот, который находится не на ходу. Развитость региона объясняет наличие большого количества автомобилей класса Евро-5 в г. Клин.

Анализ картографических данных (табл. 3, рис. 3, 4) и особенности расположения дорог указывают на необходимость пересмотра организации дорожного движения по наблюдаемым улицам в г. Клин.

Таблица 3

**Расположение светофорного регулирования дорожного движения
по адресам на наблюдаемой территории г. Клин.**

Светофор №	Местонахождение
1	Т-образный перекресток улиц Гагарина и Чайковского
2	Развилка ул. Гагарина, на север от основной дороги уходит ул. Ленина, а на юг уходит Проезжий пер.
3	Перекресток одностороннего движения в сторону г. Санкт-Петербург, по ул. Первомайская и ул. Гагарина
4	Перекресток одностороннего движения в сторону г. Москва, по ул. Первомайская и ул. Гагарина
5	Т-образный перекресток ул. Карла Маркса и Гагарина
6	Т-образный перекресток ул. 60 лет Октября и Федеральной автомобильной дороги М10 «Россия»
7	Пешеходный переход через ул. Победы, рядом с Клинской городской больницей
8	Т-образный перекресток ул. Карла Маркса и Бородинского проезда
9	Перекресток ул. Карла Маркса и Литейная
10	Пешеходный переход через ул. Карла Маркса рядом с ТЦ «Дарья»
11	Перекресток одностороннего движения в сторону г. Санкт-Петербург, по ул. Первомайская и Новоямской ул.
12	Перекресток одностороннего движения в сторону г. Москва, по ул. Первомайская и Новоямской ул.
13	Перекресток одностороннего движения в сторону г. Санкт-Петербург, по ул. Первомайская и Литейной ул.
14	Перекресток одностороннего движения в сторону г. Москва, по ул. Первомайская и Литейной ул.

Дорога ул. Гагарина – ул. Папиви-на пересекает Федеральную автомобильную дорогу М-10 «Россия» (М-10 «Россия») и соединяет две части города – основной жилой массив с исторической частью города, после чего переходит в Автомобильную дорогу

федерального значения А-108, Московское большое кольцо (МБК). Имеет 5 светофоров №№ 1, 2, 3, 4, 5 и один перекресток с круговым движением, в исторической части города имеет 4 полосы движения.



Рис. 3. Расположение светофоров в наблюдаемом районе г. Клин [7].

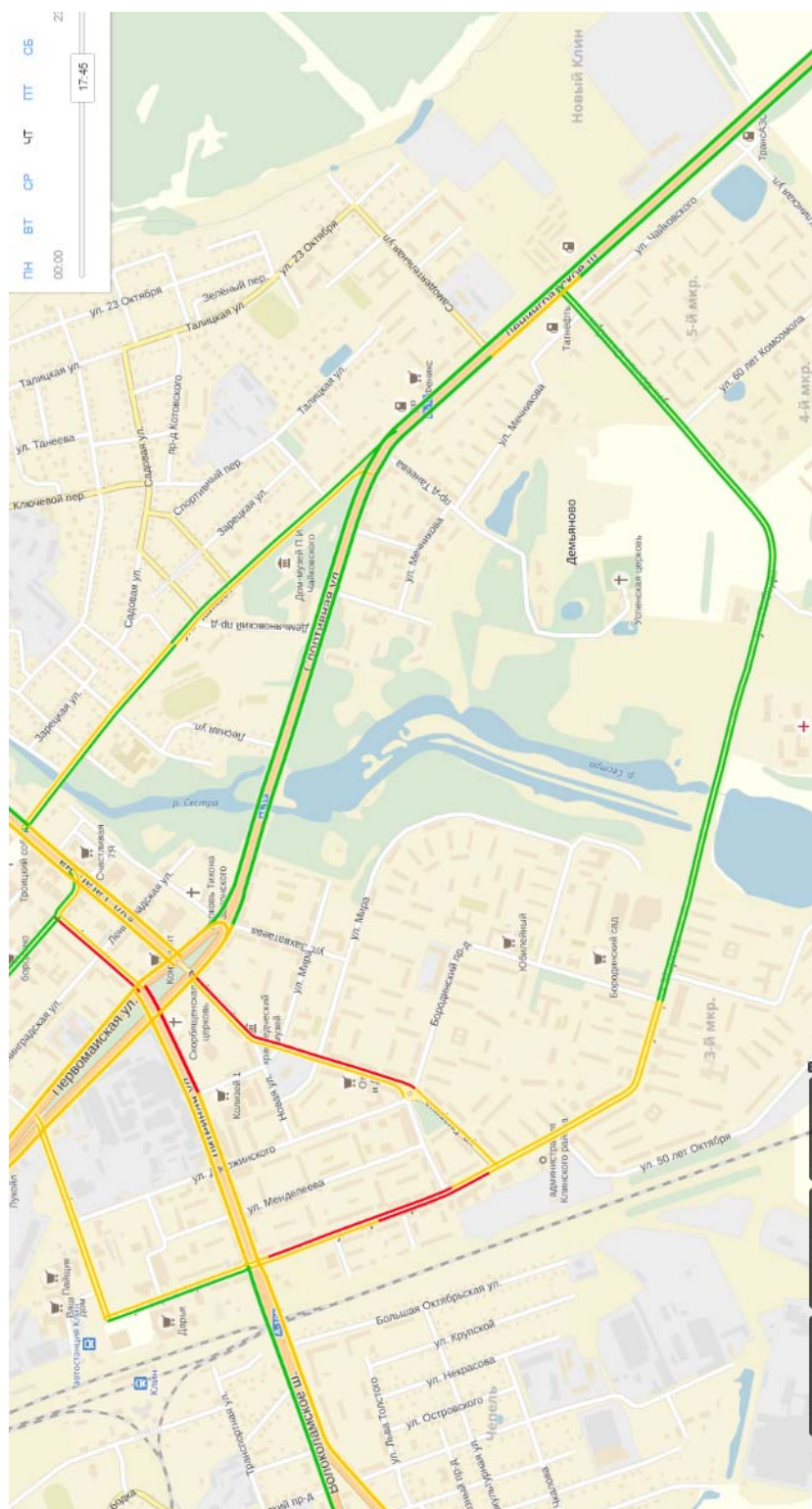


Рис. 4. Интенсивность движения в часы пик в наблюдаемом районе г. Клин [7].

Улица является главной в городе для сферы услуг, здесь находятся: ТЦ «Счастливая 7Я», бизнес-центр «Клин», ТД «Элегант», банк «Сбербанк» (центральный офис в городе), ТЦ «Атак», ТЦ «Седьмой континент», Банк «Росинтербанк», ТЦ «От и До», ТК «Бутик-Центр», банк «Сбербанк». Помимо банков и крупных центров, первые этажи жилых зданий заполнены различными магазинами и ресторанами. Также улица является главной культурной частью города, здесь находятся: Троицкий Собор, Советская площадь, Торговые ряды, Вечный огонь, Краеведческий музей, сквер Афанасьева, 3 фонтана – излюбленные места культурного отдыха клинчан.

Дорога ул. Карла Маркса – ул. Победы – ул. 60 лет Октября соединяет Федеральную автомобильную дорогу М-10 «Россия», 5-й и 4-й микрорайоны с ж/д вокзалом, 3-м микрорайоном и МБК. Место, где ул. Победы переходит в ул. Гагарина – плотина на р. Сестра. Дорога имеет 6 светофоров №№ 5, 6, 7, 8, 9, 10.

На ул. Карла Маркса расположены Клинский ледовый дворец им. В.Б. Харламова, Клинская городская больница, администрация Клинского района, детская поликлиника, многофункциональное муниципальное здание, Банк Возрождение. В конце улицы, после пересечения с ул. Литейная, находится район деловой активности, где сосредоточены: ТЦ «Атак», ТЦ «Дарья», ТЦ «Петровский», ТЦ «Лента», МФЦ, ж/д вокзал и автостанция Клин, привокзальный рынок и привокзальная площадь, а также большое количество оборудованных парковочных мест и стоянок.

Ул. Литейная – дорога является частью МБК. Имеет 3 светофора №№ 9,

13, 14. По разным сторонам дороги расположены: Стекольный завод – с одной и Скорбящая церковь с Центральным рынком – с другой, который после реконструкции оборудовали подземным паркингом, что облегчило ситуацию с парковкой.

Ул. Первомайская – часть трассы М-10 «Россия», которая севернее моста через р. Сестра расходится на два односторонних потока, образуя бульвар, который и называется Первомайской ул. Имеет 6 светофоров №№ 3, 4, 11, 12, 13, 14.

Бородинский проезд – дорога, соединяющая ул. Гагарина и Карла Маркса. Имеет 1 светофор № 8 и 1 круговое движение. Проезд перенаправляет поток автомобилей на юг с ул. Гагарина на ул. Карла Маркса, что, в свою очередь, разгружает светофор № 5. За счет двух жилых массивов в утренние часы обеспечивает загрузку двух дорог, а в вечерние – их разгрузку. Здесь находятся магазины с товарами народного потребления и Бородинский рынок.

Ул. Мира – дорога, соединяющая Бородинский пр. и ул. Гагарина, также через ул. Захватаева ведет к съезду на Федеральную трассу М-10 «Россия», чем вынуждены пользоваться клинчане. Плюсы этой дороги – отсутствие светофоров и невысокая загруженность дороги (в 4 раза меньше чем на ул. Гагарина и Карла Маркса и в 2,5 раза меньше Бородинского пр.), большое количество парковочных мест. Минусы – это второстепенность по сравнению с ул. Гагарина и Бородинским пр., также узость дороги, и плохое состояние второстепенных дорог, примыкающих к ул. Мира, что в совокупности затрудняет съезды. Дорога отделяет жилой район и Сестрорец-

кий парк. Низкая загруженность дороги также связана с расселением домов по ул. Мира.

Новоямская ул. – дорога соединяет ул. Карла Маркса с трассой М-10 «Россия». Также с ул. Гайдара соединяют основной жилой массив и другой частью города, но только в одну сторону, с запада на восток. Имеются два светофора №№ 11, 12. Особенность дороги в том, что она используется для проезда большегрузных автомобилей, т.к. развязка на ул. Литейной с М-10 «Россия» не предназначена для съезда подобного транспорта, в сторону г. Санкт-Петербурга.

Ул. Дзержинского – соединяет ул. Гагарина и Новоямскую. Начинается

с кругового движения на ул. Гагарина, пересекает Литейную ул. и идет параллельно ул. Карла Маркса.

На перекрестках, наблюдаемых нами, характерными загрязняющими веществами являются соединения азота и фосфора, взвешенные и органические вещества, нефтепродукты, фенолы, СПАВ, тяжелые металлы, что соответствует литературным данным [2-5].

В результате проведенных шумовых замеров (табл. 4), мы делаем вывод, что территории, прилегающие к трассе М-10 «Россия», больше всех подвержены шумовому загрязнению, а прилегающие к ул. Мира меньше всех.

Таблица 4

Результаты замеров шумового загрязнения

Пункт наблюдения	Значение шума у дороги, дБ			Значение шума у жил/здания, дБ			Отдаленность от дороги, м
	среднее	min	max	среднее	min	Max	
А	51-71	46,8	80,1	49 -68	45,0	71,1	5-8
Б	53-71	X	82,2	51-58	47,8	68,8	32
В	71-86	65,8	101,4	65-76	60,5	83	19
Г	65- 71	59,8	82,7	60-67	X	78,2	21
Д	55-75	48,6	79,6	50-59	48,3	74,7	22
Е	67- 74	60,2	87,0	57-72	53	81,4	11
Ж	65-71	60,1	83,1	56-71	49,4	X	13
З	68-78	59,4	89,1	59- 73	56	78,9	13
И	68-79	61	92,7	60-73	57	80	12
К	62-78	54,2	89,9	57-62	51,9	69,4	30
Л	59-77	52	89,1	X	X	X	X

Связано это с количеством проезжающего транспорта (по ул. Мира – в 10 раз меньше) и его составом (на трассе М-10 «Россия» больше всего большегрузных автомобилей). Во время замеров было замечено, что наибольшее звуковое сопровождение име-

ют фуры грузоподъемностью 4×10^4 кг, старые автобусы и коммунальная техника; в отношении последних были зафиксированы абсолютные значения, максимальные значения были зафиксированы при разгоне данных видов транспорта. Внутри основного жилого

массива наибольшая нагрузка происходит от больших старых автобусов, особенно это заметно на ул. Гагарина. На значения шума у жилого здания больше всего влияет удаленность от дороги, придомовая территория и растительность (защитная полоса), например зафиксированные наименьшие значения возле дороги на улице Мира, не являются таковыми у жилого здания. Связано это с тем, что на улице Мира у домов со стороны дороги от-

сутствует защитная полоса, а на Бородинском проезде дома отдалены от дороги на 30 метров и местами имеют по 5 рядов посаженных деревьев.

Таким образом, проведённые наблюдения позволяют сделать вывод, что количество автотранспорта в городе Клин достаточно велико и влияние его на экологическую ситуацию требует дальнейшего изучения для разработки эффективных мер по улучшению состояния экологии в городе и регионе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Захаров С.Л., Лялина И.Ю. и др. Основы общей экологии: учебное пособие; Под редакцией Х.Б. Юнусова. ИИУ МГОУ, 2015. 196 с.
2. О состоянии и об охране окружающей среды в Российской Федерации: Государственный доклад.
3. О состоянии природных ресурсов и окружающей среды московской области в 2011 году: Информационный выпуск Министерства экологии и природопользования Московской области.
4. Луканин В.Н., Трофименко Ю.В. Промышленно-транспортная экология: учебник для вузов; Под ред. В. Н. Луканина. М.: Высш. шк., 2003. 273 с.
5. Дедков Ю.М., Насибулина Б.М., Горбунова А.Г. Состояние атмосферного воздуха Российской Федерации и экологические аспекты его охраны: учебное пособие. М., 2009. 92 с.
6. НТВ [Электронный ресурс]. URL: www.ntv.ru (дата обращения: 2.07.16)
7. Яндекс карты [Электронный ресурс]. URL: <https://yandex.ru/maps> (дата обращения: 2.07.16)

REFERENCES

1. Zakharov S.L., Lyalina I.Yu. i dr. Osnovy obshchei ekologii: uchebnoe posobie; Pod redaktsiei Kh.B. Yunusova [Zakharov L.S., Lyalina I.Yu., et al. Fundamentals of general ecology: textbook; Ed. by Kh.B. Yunusov]. II, MGOU, 2015. 196 p.
2. O sostoyanii i ob okhrane okruzhayushchei sredy v Rossiiskoi Federatsii: Gosudarstvennyi doklad. [Status and protection of the environment in the Russian Federation: national report.].
3. O sostoyanii prirodnikh resursov i okruzhayushchei sredy Moskovskoi oblasti v 2011 godu: Informatsionnyi vypusk ministerstva ekologii i prirodopol'zovaniya Moskovskoi oblasti. [On the state of natural resources and environment of the Moscow region in 2011: news release of the Ministry of ecology and nature management of Moscow region.].
4. Lukanin V.N., Trofimenko Yu.V. Promyshlenno-transportnaya ekologiya: uchebnik dlya vuzov; Pod red. V.N. Lukanina. M., Vyssh. shk., 2003. 273 s. [Lukanin B.N., Trofimenko Yu.V. Industrial and transport ecology: textbook for universities; Ed. by V.N. Lukanin]. M., Vyssh. shk., 2003. 273 p.
5. Dedkov Yu.M., Nasibulina B.M., Gorbunova A.G. Sostoyanie atmosfernogo vozdukha Rossiiskoi Federatsii i ekologicheskie aspekty ego okhrany: uchebnoe posobie. M., 2009. 92 s. [Dedkov Yu.M., Nasibulina B.M., Gorbunova A.G. Air quality in the Russian Federation and the ecological aspects of it security: textbook]. M., 2009. 92 p.

6. NTV [Elektronnyi resurs]. [NTV [Electronic resource].] - URL: www.ntv.ru (request date 2.07.16).
7. Yandeks karty [Elektronnyi resurs]. [Yandex map [Electronic resource].] - URL: <https://yandex.ru/maps> (request date 2.07.16).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Викторов Илья Олегович – аспирант биолого-химического факультета Московского государственного областного университета;
e-mail: Fers-07@mail.ru

Лялина Ирина Юрьевна – старший преподаватель кафедры физиологии, экологии человека и медико-биологических знаний Московского государственного областного университета;
e-mail: dekanbio@yandex.ru

Хайдаров Наврузджон Хурсанович – студент факультета технологии и предпринимательства Московского государственного областного университета;
e-mail: hnavruz@bk.ru

Юнусов Худайназар Бекназарович – кандидат химических наук, доцент, декан биолого-химического факультета Московского государственного областного университета;
e-mail: hb.yunusov@mgou.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Viktorov Ilya O. – post-graduate student of the Department of Biology and Chemistry faculty at the Moscow State Regional University;
e-mail: Fers-07@mail.ru

Lyalina Irina Yu. – senior lecturer of the Department of Physiology, Human Ecology and Biomedical Knowledge at the Moscow State Regional University;
e-mail: dekanbio@yandex.ru

Khaydarov Navruzdzhon H. – student of the Department of Technology and Entrepreneurship at the Moscow State Regional University;
e-mail: hnavruz@bk.ru

Yunusov Khudainazar B. – candidate of chemical sciences, associate professor, dean of the Department of Biology and Chemistry at the Moscow State Regional University;
e-mail: hb.yunusov@mgou.ru

БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ССЫЛКА

Викторов И.О., Хайдаров Н.Х., Лялина И.Ю. Юнусов Х.Б. Влияние автотранспорта на экологическую ситуацию в городах Московской области // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2016. № 3. С. 123–134. DOI: 10.18384/2310-7189-2016-3-123-134

BIBLIOGRAPHIC REFERENCE

I. Viktorov, N. Khaydarov, I. Lyalina, Kh. Yunusov. Impact of transport on urban ecology of Moscow Region // Bulletin of Moscow State Regional University. Series: Natural sciences. 2016. no 3. Pp. 123–134.
DOI: 10.18384/2310-7189-2016-3-123-134

УДК 913.8

DOI: 10.18384/2310-7189-2016-3-135-146

ИСТОРИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ПЕРИОДИЗАЦИЯ ОСВОЕНИЯ ЛАНДШАФТОВ МЕЩЕРЫ

Галаганова Л.А.*Московской государственной областной университет,
105005, г. Москва, ул. Радио, д.10А, Российская Федерация*

Аннотация. В настоящее время в отечественной географии отмечается рост интереса к обработке исторических данных, с целью их использовании для экологического или культурно-географического районирования различных территорий России. В статье рассмотрены основные понятия, связанные с ландшафтно-историческим анализом и ретроспективной освоения территории. Представлены два подхода к периодизации освоения территории. Предложена периодизация освоения Мещерской низменности.

Ключевые слова: историческая география, ландшафт, хозяйственное освоение территории, Мещерская низменность (Полесье).

HISTORICAL AND GEOGRAPHICAL PERIODIZATION OF THE DEVELOPMENT OF MESHCHERA LANDSCAPES

L. Galaganova*Moscow State Regional University
ul. Radio 10a, 105005 Moscow, Russia*

Abstract. To date, of undoubtful interest in the domestic geography is the processing of historical data, which can be used for ecological and cultural-geographical division of different territories of Russia into districts. We consider the basic concepts related to the landscape-historical analysis and to retrospective development of the territory. We present two approaches to periodization of the territory development. The periodization of the the development of the Meshchera lowlands is proposed.

Key words: historical geography, landscape, territory development, Meshchera lowlands.

В настоящее время в географии и геоэкологии все большее внимание уделяется ландшафтно-историческому анализу хозяйственного освоения территорий. «Освоение» изначально рассматривалось как включение ранее не освоенных территорий в хозяйственное использование. На поверхности Земли сегодня почти не осталось территорий, не затронутых человеческой деятельностью, поэтому в большинстве случаев географами изучается изменение регионального хозяйства под воздействием комплекса природных и социальных факторов.

На сегодняшний день исследователями разработано два принципиальных подхода к анализу хозяйственного освоения территорий: причинный и технологический. Первый подход применяется для установления причин соци-

ально-исторических событий и рассматривает освоение, как изучение совокупности природных, исторических и социальных факторов. Второй уделяет больше внимания пространственной стороне освоения, а именно процессу насыщения территории объектами инфраструктуры. «Процесс хозяйственного освоения территории – это насыщение ландшафта техническими сооружениями того или иного рода, вследствие чего происходит формирование различных типов геотехнических систем» [25, с. 5]. Для ландшафтно-исторического анализа в большей степени применяется второй подход.

Одним из наиболее применяемых методов такого анализа является построение временных срезов. В.С. Жекулин выделяет несколько методических принципов, которыми следует руководствоваться при построении срезов. Важнейшим принципом ландшафтно-исторического анализа является «установление основных этапов развития объектов» [7, с. 86]. В работах, посвященных ландшафтно-историческому анализу, встречается множество понятий, связанных с выделением временных отрезков. В целом можно выделить два подхода к периодизации: исторический и ландшафтно-исторический.

Исторический подход практикуется историками, базируется на археологических и документальных свидетельствах. Историки и археологи традиционно выделяют культурно-исторические общности и исторические периоды: палеолит, мезолит, неолит, бронзовый век (энеолит), железный век, раннее средневековье, позднее средневековье, XVIII–XIX, XX вв.

Ландшафтно-исторический подход предполагает периодизацию освоения, основанную на интенсивности использования ландшафтов. С точки зрения географа, смена периодов характеризуется качественным изменением ведущего типа хозяйственного освоения и технологических процессов. Подобные смены приводят к созданию новых типов геотехнических систем, определяют трансформацию природно-ресурсного и экономического потенциала в культурном ландшафте [25]. Для того чтобы отследить эти процессы, географам приходится обращаться к материалам исторических и археологических исследований.

Как подчеркивает известный ландшафтовед Е.Ю. Колбовский, наши предки в своем хозяйствовании на Русской равнине всегда четко различали полевья и ополья [9]. Историки также выделяют полевья, как особую зону. Основатель социоестественной истории Э.С. Кульпин противопоставляет интересы обитателей ополья, где основным видом хозяйствования было сельскохозяйственное производство, жителям полевьев, для которых было свойственно комплексное использование природных ресурсов [12].

Географы-ландшафтоведы выделяют особый полесский тип ландшафта. «Полесский тип ландшафта – песчаные равнины, расположенные обычно в обширных понижениях рельефа, часто заболочены или избыточно увлажнены» [4, с. 234]. Возникновение полевьев связывают с воздействием водотоков в краевых зонах плейстоценовых материковых оледенений. Все они расположены на слабо дренированных задровых полях, сложенных преимущественно флювиогляциальными и

аллювиальными отложениями. Полесья представляют собой плоские избыточно увлажненные низменные равнины, в ландшафте которых преобладают низинные болота и заболоченные местности, чередующиеся с соновыми лесами на песках, озерами и обширными поймами.

В европейской части бывшего СССР полесья характерны для Полесской и Мещерской низменностей, бассейнах рек Волги, Ветлуги, Камы и Вятки (рис.). Они образуют пояс, вытянутый с юго-запада на северо-восток, охватывающий всю Русскую равнину. Кроме того, подобные ландшафты встречаются не только на территории России, но и в ряде регионов, испытавших воздействие ледников: в

восточных районах Польши (Волынское полесье), Канаде и США [1].

Слово Мещера многозначно и на сегодняшний день имеет не менее четырех значений [5; 19], в данной статье Мещера рассматривается прежде всего как географическое понятие – Мещерская низменность или Мещерское полесье. Мещера – это типичное полесье, выделяемое по области распространения пород аллювиального и водно-ледникового происхождения в долинах рек Клязьма, Москва и Ока, ограниченное на востоке Окско-Цнинским валом. В Мещерском полесье площадь болот составляет около 600 тыс. га; из них на низинные болота приходится 65%, на переходные – 22%, на верховые – 13% [1].



Рис. Распространение полесий на Русской равнине: 1 – Полесская низина, 2 – Мещера, 3 – Верхне-Волжская низина, 4 – Окско-Мокшинская низина, 5 – Балахнинская низина, 6 – Ветлужская низина, 7 – Камско-Вятская низина.

Источник: [1]

По многочисленным работам историков было составлено приводимое ниже описание хозяйствования чело-

века на территории Мещеры. История Мещеры едина с историей окружающей ее территории, но природные

особенности способствовали своеобразному протеканию процессов освоения. Данная территория была выбрана объектом исследования, поскольку является наиболее освоенной среди ландшафтов полесского типа. Следует учитывать, что антропогенные модификации ландшафтов, сформировавшиеся на территории Мещеры, характерны для всего пояса полесий Европейской России.

Первые люди появились в окрестностях Мещеры в палеолите около 25 тыс. лет назад. В условиях тундростепи в приледниковой области валдайского оледенения они вели кочевой образ жизни, охотясь на северных оленей и мегафауну. На территории самой низменности столь древних следов человека на сегодняшний день не обнаружено, но на коренных берегах Клязьмы и Оки (стоянки Заозерье-1, Зарайская, Сунгирь), обнаружены следы пребывания первобытных охотников.

Мезолит и неолит на территории Мещеры оставили больше следов, чем палеолит. Произошедшее в мезолите потепление климата 8 тыс. лет назад вызвало изменение природных условий и переход охотников к относительно оседлой жизни. Наскальная живопись конца неолита отражает смену объекта охоты на птиц и мелких животных, появление рыболовства [8]. Последовательно сменились пять культур, различаемых археологами по форме каменных орудий и керамике: иеневская, бутовская, верхневолжская, льяловская и волосовская. Первые следы земледелия и скотоводства на территории Мещеры появляются в конце неолита [14].

По археологическим данным, бронзовые орудия появились на террито-

рии Мещеры в позднем неолите у волосовских племен, однако существенные масштабы скотоводство и обработка бронзы приобрели лишь с приходом скотоводческих племен около 4 тыс. лет назад. Скотоводческие культуры (фатьяновская и поздняяковская) существовали на территории междуречья Волги и Оки. Развитие металлургии и скотоводства способствовало сведению леса и развитию пастбищно-дигрессионных комплексов в долинах рек.

Начало железного века наступило на территории Мещеры в VII в. до н.э., с приходом носителей дьяковской и городецкой культур. В этот период население междуречья Клязьмы и Оки переходит к оседлой жизни, наблюдается снижение значения охоты как источника пищи, появляется подсечно-огневое земледелие и свиноводческая специализация в скотоводстве. В долинах рек, в основном на мысах, появляются обвалованные поселения «городища», носившие, по мнению М.Г. Гусакова, религиозно-культовые функции. К V в. преобладающим типом поселений у дьяковцев является неукрепленное поселение [6]. Некоторые историки считают представителей дьяковской культуры предками известных по древнерусским летописям финно-угорских племен [21].

Финно-угорское население было немногочисленным и постепенно ассимилировалось славянами, оставив заметный след в топонимике Мещеры. Точный период появления славян на этой территории и их племенной состав дискуссионен. Заселение верхнего и среднего течения Оки связывают с племенем вятичей, которое выделяется Т.Н. Никольской как от-

дельная этнографическая общность [17]. Клязьменское поречье считается местообитанием кривичей и мери. По мнению А.А. Спицына, процесс проникновения славян в Мещеру начался давно, в 10 % трупосожжений могильников II-VIII вв. – славяне кривичи [24]. В.В. Седов считает, что именно славяне кривичи фигурируют в летописях под названием «меря» и расселились в VIII-IX вв. [21]. Так или иначе, но к VIII в. славяне уже были на территории Мещеры.

В эпоху формирования русского государства Мещера выглядела настолько славянской, что первые русские князья не сочли правомерным обложить ее население данью наравне с черемисами и мордвой. Славяне расселялись по долинам мелких рек, на низких пойменных террасах и долинных зандрах. Поселенцы вели комплексное многоотраслевое хозяйство, с преобладанием пашенного земледелия с перелогом, поэтому крупные города (Москва, Коломна, Рязань, Переяславль-Рязанский, Владимир) сформировались на границах Мещеры, проходящей по долинам Москвы, Клязьмы и Оки [16; 22; 24].

Начиная с XII в. территория низменности была политико-административно разделена между враждебно настроенными княжествами, что замедляло освоение. Во второй половине XIII в. в связи с татаро-монгольским нашествием население сильно сокращается, заселяются более труднодоступные районы.

В XIV в., когда начался процесс объединения удельных княжеств, по территории Мещеры проходила граница между четырьмя княжествами: Муромским, Московским, Владимир-

ским и Рязанским. За исключением Московско-Окского поречья, низменность оставалась слабозаселенной и непроходимой, значительную роль в структуре расселения играли реки. Крупные села возникли в местах волоков и мытов: Яузский мыт (современный город Мытищи), Зуев Волочок (современный город Орехово-Зуево), Усады (современный поселок Городищи). На юго-восток от устья Яузы, в долинах притоков рек Клязьмы и Нерской, у Медвежьих озер получили распространение лесные промыслы (бортничество, охота на бобров). В местностях, отдаленных от Москвы, в долинах рек Гуслица, Шувой, Вохна был распространен пушной промысел [2].

Когда в конце XIV-XV вв. начала формироваться сеть грунтовых дорог, отходящих во все стороны от Москвы, Мещера оказалась слишком заболочена и не удобна для строительства дорог. Все дороги, идущие от столицы княжества, проходили по окраинам низменности. С юга Мещеру окаймлял Рязанский тракт, связывающий Москву, Коломну и Переяславль-Рязанский. Вплоть до XVI в. единственным сухопутным путем из Москвы во Владимир оставалась Стромынская дорога, с появлением Владимирского тракта окружная дорога по ополью потеряла свое значение [10; 11].

В результате религиозных реформ на территорию Мещеры переселялись старообрядцы, так возникли старообрядческие области: Заход, Заохотье, Гуслицы, Раменье, Патриаршина и Гжель. Лишь к XVII в. на территории сформировалась пространственная структура сельского расселения, близкая к современной [2; 3; 13].

В XVIII в. с территории наблюдался отток сельского населения в города и более благоприятные области, о чем свидетельствует распространение пустошей, вероятно, к этому периоду был полностью использован предельный земледельческий потенциал ландшафта. Началось промышленное освоение Мещеры, широкое распространение получили текстильные, кожевенные, стекольные и фарфоровые мануфактуры. Первые мануфактуры были организованы государством (Лосиная мануфактура, Ямкинская стекольная мануфактура, завод Стельса на Клязьме), но вскоре после указа Мануфактур-коллегии 1769 г. появились крестьянские шелкоткацкие производства. В результате активной добычи фарфоровых глин, строительных материалов, торфа и болотной руды появились первые горнопромышленные ландшафты.

С отменой крепостного права во многих местностях Мещеры стала остро ощущаться нехватка пашни, была предпринята первая попытка мелиорации Мещерского полесья. Эти мелиоративные мероприятия в Мещере были осуществлены генерал-лейтенантом И.И. Жилинским в 1870-х гг. [19]. Работы по осушению земель велись в долинах рек Пра, Солотча, Цна и Вокша. Эффективность этих мероприятий для увеличения пахотных земель была невелика.

В XIX-XX вв. отмечался рост промышленного производства и лесозаготовок. Наибольшее распространение приобрели стекольная, текстильная промышленность [20; 21]. Среди наиболее развитых промышленных центров этого периода можно выделить города: Ногинск (Богородск), Павлов-

ский Посад, Орехово-Зуево, Киржач и промышленные области в окрестностях сел: Хомутово и Глухово. Проживавшие на территории Мещеры крестьяне часто отказывались от ведения сельского хозяйства и становились фабричными рабочими. В сельской местности получили широкое распространение разнообразные не земледельческие промыслы и отходничество.

Огромную роль в промышленном освоении сыграло строительство железных дорог. В 1861 г. была построена железная дорога, ставшая основным транспортным путем, связав Москву с Нижним Новгородом. Вблизи железной дороги возникли наиболее крупные промышленные предприятия. В 1900 г. была построена железная дорога Владимир-Тума-Рязань, соединившая промышленный центр Гусь-Хрустальный с Московско-Нижегородской железной дорогой.

Помимо традиционной для Клязьминского поречья текстильной промышленности, в начале XX в., перед Первой мировой войной, появились оружейные и снарядные заводы. В результате перепрофилирования этих заводов на территории Мещеры появились предприятия передельной металлургии и металлообработки (Электросталь, Орехово-Зуево, Ликино-Дулево, Щелково, Мытищи) [20; 21].

Сельское хозяйство XX в. приобрело мясомолочную специализацию. Неоднократно предпринимались попытки увеличить площадь сельскохозяйственных земель с помощью мелиорации. В настоящее время работы по мелиорации прекращены и в сельском хозяйстве используется малая часть освоенных ранее земель.

Наибольший ущерб природе Мещеры принесли работы по осушению верховых болот с целью добычи торфа, продолжавшейся вплоть до 70-х гг. Осушение верховых болот стало причиной масштабных лесных и торфяных пожаров в 1972, 2002, 2004 и 2010 гг. [19; 23]. Сегодня обширные пространства, оставшиеся после торфопереработки, лишь местами преобразованы в селитебные (Электрогорск, Электроугли, Шатура) и дачные ландшафты.

На территории Мещеры на сегодняшний день присутствует большое разнообразие антропогенно преобразованных ландшафтов: сельскохозяйственных, транспортных, селитебных, промышленных и рекреационных. Следует отметить, что процесс освоения продолжается, особенно в Московской области, где активно ведется дорожное строительство, газификация сельских населенных пунктов и строительство дачных поселков. Значительная часть промышленных ландшафтов уже не выполняет своих функций, постепенно преобразуется в селитебные и аккультурные. В ниже приводимой таблице освоения ландшафтов Мещеры совмещаются исторический и ландшафтно-исторический подходы к периодизации.

Проведенный ретроспективный анализ трудов историков для разных исторических отрезков и культурно-исторических общностей позволил выделить пять ландшафтно-исторических периодов освоения территории Мещеры и образованные в ходе хозяй-

ственной деятельности модификации антропогенных ландшафтов:

1) период присваивающего хозяйства (незначительное изменение ландшафтов в местах стоянок);

2) период перехода к производящему хозяйству (пастбищно-луговые ландшафты);

3) период начального этапа сельскохозяйственного освоения (селитебные, пастбищно-луговые и деградированные лесные ландшафты);

4) период развития сельскохозяйственного освоения (селитебные, пастбищно-луговые, деградированные лесные, сельскохозяйственные и транспортные ландшафты);

5) период промышленного и рекреационного освоения (селитебные, пастбищно-луговые, деградированные лесные, сельскохозяйственные, транспортные, промышленные, горно-промышленные, мелиорируемые и рекреационные ландшафты).

Совмещенная периодизация позволит реконструировать процесс освоения территории для каждого исторического периода. Намеренно упрощенная классификация антропогенных ландшафтов даст возможность создать базу пространственных данных, в которой для каждого периода будет несколько групп геоинформационных слоев, отражающих численность населения, землепользование и другие особенности хозяйствования на данном этапе. Обработка данных позволит провести районирование территории Мещеры, отражающее длительность и интенсивность освоения.

Таблица

Периодизация освоения ландшафтов на территории Мещеры

Ландшафтно-историческая периодизация	Историческая периодизация	Культурно-историческая общность	Виды деятельности
Период присваивающего хозяйства (незначительное изменение ландшафтов в местах стоянок)	Палеолит ранее 8,0 тыс. до н.э.	Кочевые охотники	Охота на мегафауну и северного оленя. Собираательство
	Мезолит 8,0 - 6,0 тыс. до н.э.	Иеневская культура	Сезонные перекочевки вслед за северным оленем, впоследствии хотя на лесных животных: лося, медведя, кабана, бобра и др. Рыболовство. Собираательство. На позднем этапе возможно примитивное земледелие и скотоводство
		Бутовская культура	
		Верхневолжская культура	
	Неолит 6,0-3,0 тыс. до н.э.	Льяловская культура	
Волосовская и рязанская культуры			
Период перехода к производящему хозяйству (появление в долинах рек пастбищно-луговых ландшафтов)	Бронзовый век 2,0 - 1,0 тыс. до н.э.	Фатьяновская культура	Скотоводство, с сохранением охоты, рыболовства. Мотыжное земледелие. Появление укрепленных городищ. Литые бронзы, с сохранением роли орудий из кости и камня
		Поздняковская культура	
Период начального этапа сельскохозяйственного освоения (появление гарей, первых земельных ландшафтов)	Ранний железный век 9 в. до н.э. – 5 в. н.э.	Дьяковская и городецкая культуры	Подсечно-огневое земледелие, скотоводство, охота и рыболовство. Обработка железа
	Поздний железный век 5-7 в. н.э.	Финно-угорские племена (меря, весь, мещера, мурома) балтские племена (голядь)	
Ландшафтно-историческая периодизация	Историческая периодизация	Культурно-историческая общность	Виды деятельности
Период развития сельскохозяйственного освоения (появление пашенных земельных ландшафтов и рост их площади, формирование первых транспортных ландшафтов)	Союзы славянских племен. Домонгольская Русь 8-11 в. н.э.	Колонизация славянами (вятичами и кривичами)	Вытеснение подсечно-огневого земледелия пашенным и животноводство. Охота на пушного зверя. Постепенное снижение значения рыбной ловли и охоты и бортничества, как источников пищи. Ремесленная обработка металлов, кож, гончарное производство
	Феодальная раздробленность на Руси 12-14 в. н.э.	Культура феодальных княжеств (формирование великорусского этноса)	
	Объединение русских земель вокруг Москвы. Формирование единого русского государства. 15-16 в. н.э.	Конгломерат культур с тенденциями к ассимиляции финно-угров. Возникновение религиозных общностей (старообрядцы)	Переложная система земледелия и животноводство. Появление ремесленных посадок и мануфактурной промышленности. Интенсивное использование лесных и водных ресурсов
Период промышленного и рекреационного освоения (формирование транспортных промышленных, горно-промышленных, мелиорируемых и рекреационных ландшафтов)	Российская Империя (XVIII –начало 1917 г.)	Конгломерат культур с тенденциями к ассимиляции религиозных и этнических общностей	Мясо-молочное животноводство и пригородное хозяйство. Развитие мануфактурно-фабричного производства, строительство железных дорог. Добыча торфа и электрификация. Тяжелое машиностроение и металлообработка. Развитие лесного хозяйства. Рекреация
	СССР (начало 1917 г. – 1991 г.)		Развитие машиностроения и металлообработки, химической промышленности. Упадок моногородов. Развитие лесного хозяйства. Развитие рекреации и охраны природы
	Россия (1991-настоящее время)		

ИСТОЧНИКИ И ЛИТЕРАТУРА

1. Абатуров А.М., Полесья русской равнины в связи с проблемой их освоения. М.: Мысль, 1968. 248 с.
2. Веселовский С.Б., Перцов В.Н. Исторические карты Подмосковья [История сел и деревень Подмосковья XIV–XX вв. Вып. 4]. М.: Энциклопедия российских деревень, 1993. 58 с.
3. Веселовский С.Б. Подмосковье в древности: три очерка. М.: АИРО-XX, 2002. 128 с.
4. Географический энциклопедический словарь: понятия и термины. М.: Сов. энциклопедия, 1988. 432 с.
5. Галаганова Л.А. «Мещера» – подходы к определению границ и содержанию понятия // Материалы ежегодной всероссийской научно-практической конференции преподавателей, аспирантов и студентов «Наука на благо человечества – 2016», посвященной 85-летию МГОУ, 01-29 апреля 2016 г. М.: МГОУ, 2016. С. 83–87.
6. Гусаков М.Г. Классификация городищ дьяковской культуры // Археология Подмосковья: материалы науч. семинара. М.: Институт археологии РАН, 2004. С. 98–107.
7. Жекулин В.С. Историческая география: предмет и методы. Л.: Наука, 1982. 224 с.
8. Кашина Е.А., Емельянов А.В. Костяные изображения птиц финала каменного века Мещерской низменности // Проблемы древней и средневековой археологии Окского бассейна. Ч. 1. Рязань: Поверенный, 2003. С. 53–70.
9. Колбовский Е.Ю. Культурный ландшафт и экологическая организация территории регионов (на примере Верхневолжья): автореф. дис... докт. геогр. наук. Воронеж, 1999. 51 с.
10. Копышев П.П. К истории древних трактов восточного Подмосковья и Замосковья (исторические экскурсии и экстракты). Ногинск: М.С. Дроздов. 78 с.
11. Костомаров Н.И. Очерк домашней жизни и нравов великорусского народа в XVI и XVII столетиях. М.: Республика, 1992. 303 с.
12. Кульпин Э.С. Путь России. М.: Моск. лицей, 1995. 200 с.
13. Кусов В.С. Земли Московской губернии в XVIII веке: карты уездов, описания землевладений. М.: Московия, 2004. 771 с.
14. Низовцев В.А. История становления первых природно-хозяйственных систем Подмосковья // История изучения, использования и охраны природных ресурсов Москвы и Московского региона. М.: Янус-К, 1997. С. 72–81.
15. Низовцев В.А. Ландшафтный фактор развития природопользования в московском регионе (каменный век – эпоха средневековья): автореф. дис. ... канд. географ. наук. М., 2001. 24 с.
16. Низовцев В.А., Мамай И.И. Происхождение ландшафтов Московской области // Ландшафты Московской области и их современное состояние. Смоленск: Изд-во Смолен. ун-та, 1997. С. 31–56.
17. Никольская Т.Н. Земля вятичей: к истории населения бассейна верхней и средней Оки в IX–XIII вв. М.: Наука, 1981. 296 с.
18. Орлов А.М. Мещера, мещеряки, мишари. Казань: Татарское кн. изд-во, 1992. 112 с.
19. Орлов М.С. Гуманитарные аспекты инженерных изысканий // Социально-экологические технологии (Вестник МГГУ им. М.А. Шолохова). 2014. № 1–2. С. 14–20.
20. Россия. Полное географическое описание нашего отечества (настолярная и дорожная книга). Т. 1: Московская промышленная область и Верхнее Поволжье / Под общим руководством П.П. Семенова, В.И. Ламанского. СПб: А.Ф. Девриен, 1899. 484 с.
21. Россия. Полное географическое описание нашего отечества (настолярная и дорожная книга). Т. 2: Среднерусская черноземная область / Под общим руководством П.П. Семенова, В.И. Ламанского. СПб: А.Ф. Девриен, 1902. 717 с.

22. Седов В.В. Славяне в древности. М.: Научно-производственное благотворительное общество «Фонд археологии», 1994. 416 с.
23. Современные проблемы пожароопасных территорий западной Мещеры / Т.С. Лукьянова, Н.П. Матвеев, Т.Д. Ганина и др. // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2011. № 3. С. 117–121.
24. Черменский П.Н. Материалы по исторической географии Мещеры // Археологический ежегодник за 1960 г. М.: Изд-во АН СССР, 1962. С. 43–56.
25. Ямашкин А.А. Геоэкологический анализ процесса хозяйственного освоения ландшафтов. Саранск: Изд-во Мордовского ун-та, 2001. 228 с.

REFERENCES

1. Abaturov A. M. Poles'ya russkoi ravniny v svyazi s problemoi ikh osvoeniya [The woodlands of the Russian plain in connection with the problem of their development]. M.: Mysl', 1968. 248 p.
2. Veselovskii S.B., Pertsov V.N. Istoricheskie karty Podmoskov'ya [Istoriya sel i dereven' Podmoskov'ya XIV–XX vv. Vypusk 4] [Historical maps of Moscow [the history of the villages of the Moscow region of the XIV–XX centuries, Issue 4]]. M.: Entsiklopediya rossiiskikh dereven', 1993. 58 p.
3. Veselovskii S. B. Podmoskov'e v drevnosti: tri ocherka [Moscow in ancient times: three essays]. M.: AIRO-KHKh, 2002. 128 p.
4. Geograficheskii entsiklopedicheskii slovar': ponyatiya i terminy [Geographical encyclopedic dictionary of concepts and terms]. M.: Sovetskaya entsiklopediya, 1988. 432 p.
5. Galaganova L.A. «Meshchera» – podkhody k opredeleniyu granits i soderzhaniyu ponyatiya [‘Meshchera’ – approaches to defining the boundaries and content of the concept] Materialy ezhegodnoi vs Rossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii prepodavatelei, aspirantov i studentov «Nauka na blago chelovechestva – 2016», posvyashchennoi 85-letiyu MGOU, 01-29 aprelya 2016 g. [Proceedings of the annual all-Russian scientific-practical conference of teachers, graduate students and students ‘Science for humanity – 2016’, dedicated to the 85th anniversary of the Moscow State Open University, 01-29 April 2016]. M.: MGOU, 2016. Pp. 83–87.
6. Gusakov M.G. Klassifikatsiya gorodishch d'yakovskoi kul'tury [Classification of settlements of Dyakovo culture] Arkheologiya Podmoskov'ya: materialy nauchnogo seminar. [Archaeology of Moscow region: materials of scientific seminar.]. M.: Institut arkheologii RAN, 2004. Pp. 98–107.
7. Zhekulin B.C. Istoricheskaya geografiya: predmet i metody [Historical geography: subject and methods]. L.: Nauka, 1982. 224 p.
8. Kashina E.A., Emel'yanov A.B. Kostyanye izobrazheniya ptits finala kamennogo veka Meshcherskoi nizmennosti [Bone bird images of the final stone age of the Meshchera lowland] Problemy drevnei i srednevekovoi arkheologii Okskogo basseina. Ch. 1 [Problems of ancient and medieval archaeology of the Oka basin. Part 1]. Ryazan: Poverennyi, 2003. Pp. 53–70.
9. Kolbovskii E.Yu. Kul'turnyi landshaft i ekologicheskaya organizatsiya territorii regionov (na primere Verkhnevolzh'ya): avtoref. dis... dokt. geogr. nauk [Cultural landscape and ecological organization of the territory regions (by the example of the Verkhnevolzhsk region): author. dis. dokt. geogr. sciences]. Voronezh, 1999. 51 p.
10. Kopyshev P.P. K istorii drevnikh traktov vostochnogo Podmoskov'ya i Zamoskov'ya (istoricheskie ekskursy i ekstrakty) [History of ancient tracts of Podmoskov'e and Zamoskov'e (historical digressions and extracts)]. Noginsk: M.S. Drozdov. 78 p.

11. Kostomarov N.I. Ocherk domashnei zhizni i nraov velikorusskogo naroda v XVI i XVII stoletiyakh [Sketch of home life and manners of the great Russian people in the XVI and XVII centuries]. M.: Respublika, 1992. 303 p.
12. Kul'pin E.S. Put' Rossii [The Path Of Russia]. M.: Moskovskii litsei, 1995. 200 p.
13. Kusov B.C. Zemli Moskovskoi gubernii v XVIII veke: karty uezdov, opisaniya zemlevladieni [The lands of the Moscow province in the XVIII century: maps of counties, descriptions of the holdings]. M.: Moskoviya, 2004. 771 p.
14. Nizovtsev V.A. Istoriya stanovleniya pervykh prirodno-khozyaistvennykh sistem Podmoskov'ya [The history of the formation of the first natural-economic systems of the Moscow region] Istoriya izucheniya, ispol'zovaniya i okhrany prirodnnykh resursov Moskvy i Moskovskogo regiona [History of the study, use and protection of natural resources of Moscow and Moscow region]. M.: Yanus-K, 1997. Pp. 72–81.
15. Nizovtsev V.A. Landshaftnyi faktor razvitiya prirodnopol'zovaniya v moskovskom regione (kamennyy vek, epokha srednevekov'ya): avtoref. dis. ... kand. geograf. nauk. [The landscape factor in the development of environmental management in the Moscow region (stone age, middle ages): abstract. dis. kand. geographer. Sciences.]. M., 2001. 24 p.
16. Nizovtsev V.A., Mamai I.I. Proiskhozhdenie landshaftov Moskovskoi oblasti [The origin of the landscapes of the Moscow region] Landshafty Moskovskoi oblasti i ikh sovremennoe sostoyanie [Landscapes of the Moscow region and their current state]. Smolensk, Izdatel'stvo Smolenskogo universiteta, 1997. Pp. 31–56.
17. Nikol'skaya T.N. Zemlya vyatichel: k istorii naseleniya basseina verkhnei i srednei Oki v IX–XIII vv [The land of the Vyatichi: the history of the population of the basin of the upper and middle Oka in the IX–XIII centuries]. M.: Nauka, 1981. 296 p.
18. Orlov A.M. Meshchera, meshcheryaki, mishari [Meschera and its people]. Kazan: Tatarskoe knizhnoe izdatel'stvo, 1992. 112 p.
19. Orlov M.S. Gumanitarnye aspekty inzhenernykh izyskaniy [The humanitarian aspects of engineering research] // Sotsial'no-ekologicheskie tekhnologii (Vestnik MGGU im. M.A. Sholokhova). 2014. no. 1–2. Pp. 14–20.
20. Rossiya. Polnoe geograficheskoe opisanie nashego otechestva (nastol'naya i dorozhnaya kniga). T. 1: Moskovskaya promyshlennaya oblast' i Verkhnee Povolzh'e [Russia. Full geographic description of our Fatherland (desktop and road book). Vol. 1: the Moscow industrial region and the Upper Volga regions]. SPb: A.F. Devrien, 1899. 484 p.
21. Rossiya. Polnoe geograficheskoe opisanie nashego otechestva (nastol'naya i dorozhnaya kniga). T. 2: Srednerusskaya chernozemnaya oblast' [Russia. Full geographic description of our Fatherland (desktop and road book). Vol. 2: the Central Russian black-earth region]. SPb: A.F. Devrien, 1902. 717 p.
22. Sedov V.V. Slavyane v drevnosti [Slavs in antiquity]. M.: Nauchno-proizvodstvennoe blagotvoritel'noe obshchestvo 'Fond arkheologii', 1994. 416 p.
23. Sovremennye problemy pozharoопасnykh territorii zapadnoi Meshchery [Modern problems in fire-dangerous territories in Western Meshchera] / Luk'yanova N.P., Matveev T.D. // Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo universiteta. Seriya: Estestvennyye nauki. 2011. no. 3. Pp. 117–121.
24. Chermenskii P.N. Materialy po istoricheskoi geografii Meshchery [The materials of historical geography (in Russian)] Arkheologicheskii ezhegodnik za 1960 g [Archaeological Yearbook 1960]. M.: Izd-vo AN SSSR, 1962. Pp. 43–56.
25. Yamashkin A.A. Geoekologicheskii analiz protsessa khozyaistvennogo osvoeniya landshaftov [Geoecological analysis of the process of economic development of landscapes]. Saransk: Izd-vo Mordovskogo un-ta, 2001. 228 p.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Галаганова Любовь Алексеевна – аспирант кафедры общей и региональной геоэкологии Московского государственного областного университета;
e-mail: lyub-galagano@yandex.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Galaganova Lyubov A. – post-graduate student of the Department of General and Regional Geo-ecology at the Moscow State Regional University;
e-mail: lyub-galagano@yandex.ru

БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ССЫЛКА

Галаганова Л.А. Историко-географическая периодизация освоения ландшафтов Мещеры // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2016. № 3. С. 135–146.
DOI: 10.18384/2310-7189-2016-3-135-146

BIBLIOGRAPHIC REFERENCE

L. Galaganova. Historical and geographical periodization of the development of Meshchera landscapes // Bulletin of Moscow State Regional University. Series: Natural sciences. 2016. no 3. Pp. 135–146.
DOI: 10.18384/2310-7189-2016-3-135-146

УДК 911.52

DOI: 10.18384/2310-7189-2016-3-147-158

СТАТИСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВЫСОТНОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ ЛАНДШАФТОВ В БАСЕЙНАХ РЕК ДНЕСТР И ПРУТ

Капитальчук И.П.*Приднестровский государственный университет**3300-MD. г. Тирасполь, ул. 25 Октября, 128, Республика Молдова*

Аннотация. В статье обсуждается возможность выявления особенностей высотной дифференциации ландшафтной структуры в бассейнах рек Днестр и Прут с помощью формальных методов. Проведен анализ изученности рассматриваемой проблемы. Предложена статистическая модель, отображающая высотное распределение различных типов геосистем и экологических факторов. Показано, что по мере возрастания высоты рельефа происходит закономерная смена степных, лугово-степных, лесных сухих и свежих типов геосистем. Проведена детализация модели для геоморфологических районов, позволяющая определить их ландшафтное разнообразие в зависимости от амплитуды высоты рельефа, а также особенности высотной дифференциации геосистем для каждого района.

Ключевые слова: ландшафт, геосистема, высотная дифференциация, статистическая модель, ландшафтные факторы, рельеф.

STATISTICAL MODEL OF ALTITUDINAL LANDSCAPE DIFFERENTIATION IN THE DNIESTER AND PRUT BASINS

I. Kapitalchuk*T.G. Shevchenko Pridnestrovian State University**3300-MD. Tiraspol, Street October 25, 128, Moldova Republic*

Abstract. Possibility of characteristic identification of altitudinal landscape structure differentiation in the Dniester and Prut basins using formal methods is discussed. The problem scrutiny is analyzed. A statistical model that shows the height distribution of different geosystem types and environmental factors is presented. A regular change in steppe, meadow-steppe, forest dry and fresh types of geosystems is shown to occur with increasing relief heights. Geomorphological areas, which allow one to determine their landscape diversity, depending on the height of the relief amplitude as well as altitudinal differentiation peculiarities of geosystems for each district, are specified.

Key words: landscape, geosystem, altitudinal differentiation, statistical model, landscape factors, relief.

Молдавские географы И.К. Гораш [3], В.Е. Прока [13], Н.Л. Рымбу [14] и др., являясь последователями ландшафтной школы Н.А. Солнцева [15], в своих исследованиях неуклонно следовали его концепции ведущей роли литогенной

основы ландшафта. Геолого-геоморфологический фактор рассматривался ими в качестве главного основания при выделении морфологических единиц ландшафта, их картографировании, построении классификационных схем и проведении природно-географического районирования территории Молдавии.

Известные молдавские почвоведы И.А. Крупеников [11; 12] и А.Ф. Урсу [16] указывают на мощное воздействие рельефа на пространственное распространение почв края. В частности, И.А. Крупеников отмечает, что своеобразный рельеф Молдавии «заметно нивелирует эффект горизонтальной зональности и обуславливает четкую высотную дифференциацию почв. Ее можно расценивать, как ослабленный аналог закона вертикальной зональности почв или даже уподоблять ему» [12, с. 102].

Вопрос о высотном распространении почв на территории Молдавии является наиболее разработанным по сравнению с высотной дифференциацией других ландшафтных компонентов. Так, в Атласе почв Молдавии [2] даны диапазоны высот распространения для всех зональных типов и подтипов почв. Описывая почвенные районы и микрорайоны, А.Ф. Урсу [16] привел количественные характеристики рельефа и соответствующие им гидротермические параметры. Однако, несмотря на кажущуюся системность примененного им подхода, представленные в монографии количественные данные по рельефу и экологическим факторам скорее, дополняют описание структурных единиц почвенного районирования, нежели отражают закономерности влияния рельефа на

высотную дифференциацию почвенного покрова. Примерно в таком же виде количественные характеристики рельефа и климатические показатели приведены Н.Л. Рымбу [14], при описании им природно-географических районов.

Таким образом, несмотря на имеющийся значительный объем количественных данных по характеристикам рельефа, высотным диапазонам распространения почв, растительности и гидротермических показателей, фактически ведущая роль рельефа в высотной дифференциации морфологических частей ландшафта и его компонентов на территории Молдавии принималась априори. Между тем, чтобы «сконструировать» природный комплекс, необходимо исходить не из априорно ведущей роли литогенной основы, а из достоверно установленных зависимостей, проявляющихся в пространстве какого-либо размера [17].

В связи с этим нами неоднократно предпринимались попытки использования формализованных методов для оценки влияния рельефа территории на высотную дифференциацию ландшафтных компонентов. Во-первых, на основе статистических оценок была установлена ведущая роль рельефа в пространственной дифференциации экологических условий и ландшафтной структуры на территории Днестровско-Прутского междуречья [6; 7; 10]. Во-вторых, было показано, что закономерность высотной дифференциации почвенного покрова может быть количественно описана с помощью соответствующих статистических распределений [5; 6]. В-третьих, в качестве обобщения была представле-

на своеобразная модель, отражающая закономерность высотного распространения ареалов различных типов (подтипов) почв, сопутствующих им коренных растительных сообществ и условий тепло- и влагообеспеченности [6]. Анализ этой модели показал, что высотные границы распространения типов (подтипов) почв и соответствующих им фитоценозов перекрываются, свидетельствуя о высокой степени неопределенности в высотной закономерности их распределения.

Кроме того, рассматривалось влияние рельефа на геохимическую дифференциацию изучаемой территории [9]. Наконец, была предложена статистическая модель высотной дифференциации геосистем Днестровской террасовой равнины [8]. Цель настоящей работы – разработать статистическую модель высотной дифференциации ландшафтов в бассейнах Днестра и Прута в рамках границ Молдавии.

Характеристика объекта исследования

Территория Молдавии занимает в основном Днестровско-Прутское междуречье и лишь узкой полосой шириной от 5 до 40 км на протяжении 220 км выходит на левый берег Днестра. Ее протяженность с севера на юг – 350 км, с запада на восток – 150 км, располагается в двух природных зонах: лесостепной и степной, и в то же время относится к трем геоботаническим областям – Европейской широколиственной лесной, Средиземноморской лесной и Евразийской степной [1]. Поэтому ландшафтный узор территории в основном представляет собой сложное сочетание различных типов дубрав и степных геосистем.

В геоморфологическом строении территории присутствуют разновозрастные уровни и распространены различные типы рельефа. Абсолютные отметки охватывают интервал высот от 0 до 430 м над уровнем моря с преобладанием высотных уровней 120–200 м (44% территории) [11]. Наличие возвышенностей обуславливает нарушение широтной зональности [6; 10], а геоморфологические уровни являются рубежами смены или высотной дифференциации многих ландшафтных компонентов [16].

Методика исследования

Общеизвестная высотная поясность ландшафтов и их компонентов, отчетливо проявляющаяся в горных странах, присуща и равнинным территориям, хотя и в менее выраженной форме. Здесь ярусность ландшафтов обусловлена возрастом, этапами развития, генезисом разных гипсометрических уровней. Поэтому ее изучение связано с выделением в ландшафтной структуре территории высотно-генетических ступеней, которые зафиксированы в основных геоморфологических уровнях развития рельефа [4]. В целом территорию Молдавии можно отнести к возвышенным равнинам, где вследствие сильной расчлененности преобладают денудационные процессы, а плакоры могут рассматриваться в качестве реликтов древних денудационных поверхностей в отличие от более низких уровней, связанных с последующими этапами выравнивания рельефа. В связи с этим построенные нами модели отражают особенности высотной дифференциации зональных типов геосистем, располагающихся, как правило, на водораздельных

пространствах и речных террасах Днестра, Прута и их притоков.

Источником данных для статистического моделирования являлась авторская электронная карта коренных типов природно-территориальных комплексов Молдавии масштаба 1:200000, которая накладывалась на соответствующий участок территории в компьютерной программе «Google Earth», позволяющей определять абсолютную высоту рельефа в любой точке. Затем определялись минимальные высоты расположения контуров геосистем на ровных участках водоразделов и по уклонам разной экспозиции. Таким образом была получена общая выборка, насчитывающая 10517 измерений. Полученные данные были обработаны с помощью программы STATISTICA-10.

Масштаб типологической ландшафтной карты позволял выделять в основном морфологические элементы ландшафта ранга местности, реже урочища и подурочища. Достаточно часто наблюдалась свойственная для территории Молдавии морфологическая единица ранга ландшафтной полосы, под которой понимается «природный территориальный комплекс, состоящий из закономерного сочетания морфологически однородных урочищ в пределах одного геоморфологического комплекса и одинаковых условий макроэкспозиций» [13, с. 10]. Рассматриваемые здесь морфологические части ландшафта будем называть общим термином «геосистема». В соответствии с рабочей гипотезой предполагалось, что, если на исследуемой территории имеет место ярусное расположение геосистем, то каждый ярус, соответствующий определенному типу

геосистем, должен быть ограничен по высоте нижней границей располагающегося над ним яруса с другим типом геосистем.

Результаты моделирования

В ходе данного исследования были получены статистические характеристики для следующих типов геосистем:

1. Свежие типы лесных геосистем

1.1 свежая бучина на бурых лесных оподзоленных почвах;

1.2 свежая буковая дубрава на бурых лесных почвах;

1.3 свежая дубрава из дуба скального на светло-серых лесных почвах;

1.4 свежая дубрава из дуба черешчатого на серых лесных почвах.

2. Сухие типы лесных геосистем

2.1 сухая дубрава из дубов черешчатого, скального и пушистого на темно-серых лесных почвах;

2.2 сухая осветленная разнотравная дубрава на черноземах оподзоленных;

2.3 субаридная гырнецовая дубрава из дубов пушистого и черешчатого на черноземах ксерофитно-лесных.

3. Степные типы геосистем

3.1 разнотравная луговая степь на черноземах выщелоченных;

3.2 богато-разнотравная типчаково-ковыльная степь на черноземах типичных;

3.3 бедно-разнотравная типчаково-ковыльная степь на черноземах обыкновенных;

3.4 бедно-разнотравная типчаково-ковыльная степь на черноземах карбонатных и южных.

Высоты распространения геосистем определены для следующих геоморфологических районов [1, с. 34–35]: 1 – Северо-Молдавское пла-

то; 2 – Бельцкая увалистая равнина; 3 – Приднестровская возвышенность; 4 – Среднепрутская равнина; 5 – Чулуко-Солонецкая возвышенность; 6 – Центральномолдавская возвышенность (Кодры); Днестровская террасовая равнина; 7 – Среднеднестровский подрайон, 8 – Нижнеднестровский подрайон левобережная часть, 9 – Нижнеднестровский подрайон правобережная часть; 10 – Южномолдавская волнистая равнина; 11 – Нижнепрутская равнина; 12 – Тигечская возвы-

шенность; 13 – Западно-Причерноморская низменная равнина.

Далее числовые обозначения типов геосистем и геоморфологических районов используются в таблицах.

Представленные в табл. 1 данные, обобщенные для всех геоморфологических районов, являются основными параметрами статистической модели ярусного распределения геосистем на изучаемой территории. Из анализа этих параметров можно сделать несколько предварительных выводов.

Таблица 1

**Статистические характеристики абсолютных высот
нижней границы типов геосистем**

Тип геосистемы	Количество измерений	Диапазон высот, м	Среднее $\pm$ ср.кв.откл., м	Медиана, м	Коэфф. вариации, %
1.1	224	145–390	270 $\pm$ 52	273	19
1.2	94	140–385	253 $\pm$ 65	262	26
1.3	109	120–310	213 $\pm$ 44	209	21
1.4	772	110–380	219 $\pm$ 35	221	16
2.1	861	90–300	205 $\pm$ 30	203	15
2.2	695	75–300	196 $\pm$ 29	195	15
2.3	184	70–235	146 $\pm$ 32	141	22
3.1	1502	50–320	170 $\pm$ 33	170	19
3.2	1641	40–300	148 $\pm$ 29	148	20
3.3	2478	15–215	100 $\pm$ 35	105	35
3.4	1957	5–200	89 $\pm$ 36	88	40

Во-первых, средние значения минимальной границы геосистем располагаются в убывающем порядке (за некоторыми исключениями). Во-вторых, среднее и медиана для соответствующих типов геосистем незначительно различаются по величине, что говорит о близком расположении средних значений к центру выборок. В-третьих, несмотря на значительные диапазоны колебаний высот, среднеквадратические отклонения невелики и в боль-

шинстве случаев не превышают 35 м. Лишь для свежих типов леса 1.1–1.3 стандартное отклонение от средних значений достигает 44–65 м. Коэффициенты вариации в подавляющем большинстве случаев не превышают 25 %, что указывает на приемлемую степень неопределенности при использовании средних значений высот для моделирования. Только для степных типов геосистем 3.3 и 3.4 коэффициент вариации равен 35 и 40 % соот-

ветственно. Однако следует отметить, что здесь коэффициент вариации возрастает не за счет увеличения среднеквадратического отклонения, а за счет уменьшения средней высоты.

В табл. 2 представлена собственно статистическая модель высотной дифференциации геосистем. Здесь приведены средние высоты границ геосистем на плакорах и в зависимости от экспозиции их уклонов, а также следующие гидротермические параметры, дифференцированные по высоте: коэффициент увлажнения (K_y), сумма осадков за год (ΣQ) и сумма температур (ΣT^0) за период с температурой 10^0 и выше.

Представленная статистическая модель наглядно демонстрирует ярусную структуру ландшафтов в бассейнах Днестра и Прута. С увеличением высотных отметок происходит уменьшение температурных параметров и улучшение влагообеспеченности геосистем (увеличение количества осадков и коэффициента увлажнения). Вследствие этого с возрастанием высоты рельефа происходит смена типов геосистем в следующей последовательности: бедноразнотравные степные на черноземах карбонатных (3.4) → бедноразнотравные степные на черноземах обыкновенных (3.3) → богаторазнотравные степные на черноземах типичных (3.2) → лугово-степные на черноземах выщелоченных (3.1) → сухие осветленные разнотравные дубравы на черноземах оподзоленных (2.2) → сухие дубравы на темно-серых лесных почвах (2.1) → свежие дубравы из дуба черешчатого на серых лесных почвах (1.4) → свежие дубравы из дуба скального на светло-серых лесных почвах (1.3) → свежие буковые дубравы на бурых лесных почвах → свежие буковые

леса на бурых лесных оподзоленных почвах.

Исходя из модели, явно выраженную закономерность, связанную с влиянием экспозиции водоразделов на высотную дифференциацию границ геосистем, выявить не удалось. Однако это не означает, что такой закономерности вовсе не существует.

В нашем исследовании склоновые эффекты по существу изучать не представлялось возможным вследствие используемого масштаба карты (1:200000), поскольку средняя протяженность склонов по Молдавии составляет всего 850 м, а максимальная – 1440 м [18, с. 36]. Поэтому наша модель демонстрирует лишь эффекты различных экспозиций пологих макроуклонов водоразделов.

Любая модель есть определенное приближение к действительности. Вследствие этого в нашей модели, отражающей закономерность высотной дифференциации геосистем для всей изучаемой территории, все же присутствуют элементы неоднозначности, которая проявляется в том, что разные типы геосистем занимают одинаковые гипсометрические уровни. Например, на плакорах с одинаковыми абсолютными высотами располагаются геосистемы 1.3 и 1.4, а также 2.3 и 3.2. Отчасти устранить такого рода неоднозначность можно путем рассмотрения высотной дифференциации геосистем для конкретных геоморфологических районов (табл. 3). Такая модель не только отображает особенности высотной дифференциации геосистем для каждого района, но также характеризует амплитуду абсолютных отметок рельефа и ландшафтное разнообразие.

Таблица 2

Статистическая модель высотной дифференциации геосистем

Высота, м	K _y	Плакор	Э К С П О З И Ц И Я								ΣO, мм/ год	ΣT ⁰	
			СЗ	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З			
430	1.01	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	627	2359	
420	1,0										622	2382	
410	0,98										616	2405	
400	0,97										611	2428	
390	0,96										605	2451	
380	0,95										600	2474	
370	0,93										604	2497	
360	0,92										599	2529	
350	0,90										593	2543	
340	0,89										588	2566	
330	0,88										583	2589	
320	0,86										577	2612	
310	0,85										571	2635	
300	0,83										566	2658	
290	0,81										560	2681	
280	0,80										1.1	555	2704
270	0,79										1.2	549	2727
260	0,77	1.2	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	543	2750			
250	0,76								538	2773			
240	0,74	1.3	1.4	1.3	1.4	1.3	1.4	1.3	1.4	533	2796		
230	0,73									528	2819		
220	0,72	1.4	2.1	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	2.1	522	2842		
210	0,70									516	2865		
200	0,69	2.1	2.2	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.2	511	2888		
190	0,67	2.2	505							2912			
180	0,66	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	5.1	500	2935		
170	0,65									494	2958		
160	0,63	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	3.2	488	2980		
150	0,62	3.2	3.2							483	3003		
140	0,60	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	477	3026		
130	0,59									472	3049		
120	0,58									466	3072		
110	0,57									461	3095		
100	0,55									456	3118		
90	0,54									450	3141		
80	0,52	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	444	3164		
70	0,51									439	3187		
60	0,50									433	3210		
50	0,48									428	3233		
40	0,46									422	3256		
30	0,45									416	3279		
20	0,44									411	3302		
10	0,42									406	3325		

Наибольшее ландшафтное разнообразие присуще Центральномолдавской возвышенности (район 6), где глубина расчленения почти повсюду превышает 200 м, а местами – 300 м. Здесь распространены все типы геосистем, причем свежие типы леса 1.1, 1.2 и 1.3 наблюдаются только в пределах этого района. Все типы геосистем четко дифференцированы по высоте. Следует также отметить, что границы геосистем в Кодрах располагаются ниже, по сравнению с другими геоморфологическими районами, что свидетельствует о наличии здесь более влажного местного климата.

Наименьшее ландшафтное разнообразие характерно для степных районов (районы 8, 11, 13) с небольшими высотными отметками и незначительной глубиной расчленения рельефа.

Свежий тип дубравы 1.4 распространен на всех возвышенностях рассматриваемой территории. Однако в некоторых случаях он занимает гипсометрические уровни, свойственные для сухих типов леса (районы 4, 10, 12). Данная неопределенность связана с проблемой идентификации этого типа. Серые лесные почвы, с которыми мы соотносили свежие дубравы из дуба черешчатого (тип 1.4), в некоторых случаях могут формироваться и под сухими типами леса. В свою очередь, темно-серые лесные почвы, использовавшиеся нами в качестве индикатора сухих дубрав 2.1, могут иногда наблюдаться под свежими типами леса [2]. Кроме того, в ряде случаев свежие типы леса 1.4 могут располагаться ниже относительно сухих типов (районы 10, 12), занимая более увлажненные понижения рельефа (например, межувальные понижения на во-

доразделе). Такое же соотношение по высоте может наблюдаться и для сухих лесных геосистем 2.1 и 2.2 (районы 5, 10). Вообще сопутствующие друг другу типы 2.1 и 2.2 являются модификациями сухой дубравы из дуба черешчатого, которые отличаются, прежде всего, степенью сомкнутости древостоя и характером травяного покрова, являющихся следствием вариаций экологических условий, не выходящих за рамки сухого типа.

Очень сухие (субаридные) гырнецовые дубравы 2.3 встречаются только в южной части Молдавии. Сформировавшиеся под ними ксерофитно-лесные черноземы являются своеобразными аналогами типичных черноземов, характерных для северной части территории [2, с. 79]. Подтверждением такого сходства служит расположение гырнецовых дубрав и богатотравных геосистем на близких гипсометрических уровнях.

Типы 3.3 и 3.4, часто располагающиеся на одинаковых высотах нижних гипсометрических уровней, являются модификациями беднотравной типчаково-ковыльной степи, они близки по экологическим условиям формирования и различаются подтипом почв. Все же для типа 3.4 характерно более низкое местоположение, поскольку он занимает склоны и самые молодые речные террасы.

Выводы

Представленная статистическая модель наглядно отображает ярусность ландшафтной структуры в бассейнах рек Днестр и Прут. По мере возрастания высоты рельефа происходит закономерная смена степных, лугово-степных, а затем – сухих и све-

Таблица 3

**Детализация статистической модели высотной дифференциации
геосистем по геоморфологическим районам**

Высота, м	Геоморфологические районы												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
310					1.4								
300		1.4											
290						1.1							
280			1.4		2.2								
270													
260													
250	1.4					1.2							
240		2.1											
230												2.1	
220	2.1		2.1	1.4		1.3	2.1					2.2	
210	2.2			2.1	2.1		2.2					1.4	
200			2.2	2.2	2.1					2.2			
190	3.1	2.2				1.4							
180		3.1	3.1			2.1	3.1						
170	3.2				3.1		3.2	3.2	3.1				
160		3.2	3.2	3.1		2.2				2.1		3.1	3.2
150										1.4		3.2	
140	3.3				3.2	3.1	3.3			3.1	3.3	2.3	
130		3.4	3.3	3.2			3.4		2.3	3.2		3.3	
120		3.3			3.4	3.2			3.2	3.3			3.3
110								3.3					
100			3.4	3.3	3.3	3.3			3.3				
90				3.4		3.4				3.4	3.4	3.4	3.4
80													
70								3.4	3.4				
60													

жих лесных геосистем. Детализация модели по геоморфологическим районам позволяет определить ландшафтное разнообразие районов в зависи-

мости от амплитуды высоты рельефа, а также особенности высотной дифференциации геосистем для каждого района.

ИСТОЧНИКИ И ЛИТЕРАТУРА

1. Атлас Молдавской ССР. М.: ГУГиК, 1978. 131 с.
2. Атлас почв Молдавии / Отв. ред. И.А. Крупеников. Кишинев: Штиинца, 1988. 176 с.
3. Гораш И.К. Морфологическая структура Дубоссарского ландшафта // Ландшафтные исследования в Молдавии. Кишинев: [б/и], 1970. С. 13–21.
4. Казаков Л.К. Ландшафтоведение с основами ландшафтного планирования : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. М.: Академия, 2007. 336 с.

5. Капитальчук И.П. Оценка влияния геоморфологического каркаса на дифференциацию почвенного покрова территории Молдовы // Buletinul Institutului de Geologie și Seismologie al AȘM. 2009. № 1. Р. 41–51.
6. Капитальчук И.П. Геолого-геоморфологический каркас как основа природно-территориальной организации Днестровско-Прутского междуречья // Проблемы региональной экологии. 2010. № 1. С. 179–187.
7. Капитальчук И.П. Симметричный анализ ландшафтной организации Днестровско-Прутского междуречья // Вестник МГОУ. Серия: Естественные науки. 2012. № 4. С. 105–109.
8. Капитальчук И.П., Ершов Л.А., Федорчук А.А. Оценка роли рельефа в формировании ландшафтной структуры Днестровской террасовой равнины // Академику Л.С. Бергу – 140 лет : сборник научных статей. Бендеры: Есо-TIRAS, 2016. С. 131–135.
9. Капитальчук И.П., Капитальчук М.В. Шешницан С.С., Голубкина Н.А. Влияние рельефа на распределение селена в почвах Молдовы // Вестник МГОУ. Серия: Естественные науки. 2015. № 3. С. 44–53.
10. Капитальчук И.П., Кочуров Б.И. Влияние гидротермических и геоморфологических факторов на формирование природных условий Молдавии // Геоэкологические и биоэкологические проблемы Северного Причерноморья: материалы III международной научно-практической конференции (Тирасполь, 22–23 окт. 2009). Тирасполь: Изд-во Приднестровского ун-та, 2009. С. 81–84.
11. Крупеников И.А. Черноземы Молдавии. Кишинев: Карта Молдовеняскэ, 1967. 628 с.
12. Крупеников И.А. Почвенный покров Молдовы: прошлое, настоящее, управление, прогноз. Кишинев: Штиинца, 1992. 265 с.
13. Прока В.Е. Морфологическая структура ландшафтов и землеустроительное проектирование (Методические рекомендации). Кишинев: Штиинца, 1976. 48 с.
14. Рымбу Н.Л. Природно-географическое районирование Молдавской ССР. Кишинев: Штиинца, 1982. 148 с.
15. Солнцев Н.А. Учение о ландшафте. Избранные труды. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2001. 384 с.
16. Урсу А.Ф. Почвенно-экологическое микрорайонирование Молдавии. Кишинев: Штиинца, 1980. 208 с.
17. Хорошев А.В. Рельеф как фактор полимасштабной организации межкомпонентных связей в лесных ландшафтах Восточно-Европейской равнины // Вестник Московского университета. Серия 5: География. 2010. № 3. С. 35–41.
18. Эрозия почв (Сущность процесса. Последствия, минимизация и стабилизация): пособие / Отв.ред. Д.Д. Ноур. Кишинев: Pontos, 2001. 428 с.

REFERENCES

1. Atlas Moldavskoi SSR [The Atlas of the Moldavian SSR]. M.: GUGiK, 1978. 131 p.
2. Atlas pochvy Moldavii [Atlas of soils of Moldavia]. Chisinau, Shtiintsa, 1988. 176 p.
3. Gorash I.K. Morfologicheskaya struktura Dubossarskogo landshafta [Morphological structure of the Dubăsari landscape] Landshaftnye issledovaniya v Moldavii [Landscape studies in Moldova]. Chisinau, [b/i], 1970. Pp. 13–21.
4. Kazakov L.K. Landshaftovedenie s osnovami landshaftnogo planirovaniya: ucheb. posobie dlya stud. vyssh. ucheb. zavedenii [Landscape science with the basics of landscape planning: a manual for students of higher educational institutions]. M.: Akademiya, 2007. 336 p.
5. Kapital'chuk I.P. Otsenka vliyaniya geomorfologicheskogo karkasa na differentsiatsiyu pochvennogo pokrova territorii Moldovy [Impact assessment of the geomorphological

- framework for the differentiation of the soil cover of Moldova] // Buletinul Institutului de Geologie și Seismologie al AȘM. 2009. no. 1. Pp. 41–51.
6. Kapital'chuk I.P. Geologo-geomorfologicheskii karkas kak osnova prirodno-territorial'noi organizatsii Dnestrovsko-Prutskogo mezhdurech'ya [Geological and geomorphological framework as the basis of natural-territorial organization of the Dniester-Prut interfluvium] // Problemy regional'noi ekologii. 2010. no. 1. Pp. 179–187.
 7. Kapital'chuk I.P. Simmetriyniy analiz landshaftnoi organizatsii Dnestrovsko-Prutskogo mezhdurech'ya [Symmetry analysis of landscape organization of the Dniester-Prut interfluvium] // Vestnik MGOU. Seriya: Estestvennye nauki. 2012. no. 4. Pp. 105–109.
 8. Kapital'chuk I.P., Ershov L.A., Fedorchuk A.A. Otsenka roli rel'efa v formirovani landshaftnoi struktury Dnestrovskoi terrasovoi ravniny [Evaluation of the role of topography in shaping the landscape structure of Dniester alluvial terrace plains] Akademiku L.S. Bergu – 140 let: sb. nauchn. statei [On the 140th anniversary of Academician L.S. Berg: collection of scientific papers]. Bender: Eco-TIRAS, 2016. Pp. 131–135.
 9. Vliyanie rel'efa na raspredelenie selenia v pochvakh Moldovy [The effect of topography on the distribution of selenium in soils of Moldova], Kapital'chuk I.P., Kapital'chuk M.V., Sheshnitsan S.S., Golubkina N.A. // Vestnik MGOU. Seriya: Estestvennye nauki. 2015. no. 3. Pp. 44–53.
 10. Kapital'chuk I.P., Kochurov B.I. Vliyanie gidrotermicheskikh i geomorfologicheskikh faktorov na formirovanie prirodnikh uslovii Moldavii [Influence of hydrothermal and geomorphic factors on the formation of natural conditions of Moldova] Geoekologicheskie i bioekologicheskie problemy Severnogo Prichernomor'ya: materialy III mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii (Tiraspol', 22–23 okt. 2009) [Geoeological and bioecological problems of the North Black sea region: materials of III international scientific-practical conference (Kazan, 22–23 Oct. 2009)]. Tiraspol: Izd-vo Pridnestrovskogo un-ta, 2009. Pp. 81–84.
 11. Krupenikov I.A. Chernozemy Moldavii [Black soil of Moldova]. Chisinau, Kartya Moldovenyaske, 1967. 628 p.
 12. Krupenikov I.A. Pochvennyi pokrov Moldovy: proshloe, nastoyashchee, upravlenie, prognoz [The soil cover of Moldova: past, present, management, forecast]. Chisinau: Shtiintsa, 1992. 265 p.
 13. Proka V.E. Morfologicheskaya struktura landshaftov i zemleustroitel'noe proektirovanie (Metodicheskie rekomendatsii) [Morphological structure of landscapes and land use planning (guidelines)]. Chisinau: Shtiintsa, 1976. 48 p.
 14. Rymbu N.L. Prirodno-geograficheskoe raionirovanie Moldavskoi SSR [Natural-geographical zoning of the Moldavian SSR]. Chisinau: Shtiintsa, 1982. 148 p.
 15. Solntsev N.A. Uchenie o landshafte. Izbrannye trudy. [The doctrine of the landscape. Selected works]. M.: Izdatel'stvo Moskovskogo universiteta, 2001. 384 p.
 16. Ursu A.F. Pochvenno-ekologicheskoe mikroraionirovanie Moldavii [Soil-ecological microzoning of Moldova]. Chisinau: Shtiintsa, 1980. 208 p.
 17. Khoroshev A.V. Rel'ef kak faktor polimasshtabnoi organizatsii mezhkomponentnykh svyazey v lesnykh landshafтах Vostochno-Evropeiskoi ravniny [Relief as a factor of polyscale organization of intercomponent links in forest landscapes of the East European plain] // Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5: Geografiya. 2010. no. 3. Pp. 35–41.
 18. Eroziya pochv (Sushchnost' protsess. Posledstviya, minimizatsiya i stabilizatsiya): posobie [Soil erosion (the essence of the process. Impacts, minimization, and stabilization): textbook]. Chisinau: Pontos, 2001. 428 p.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Капитальчук Иван Петрович – кандидат географических наук, доцент, заведующий кафедрой физической географии и землеустройства Приднестровского государственного университета (г. Тирасполь. Молдова);
e-mail: kapitalim@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Ivan Kapitalchuk – candidate of geographical sciences, associate professor, head of department of physical geography and land management, Pridnestrovian State University (Tiraspol, Moldova);
e-mail: kapitalim@mail.ru

БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ССЫЛКА

Капитальчук И.П. Статистическая модель высотной дифференциации ландшафтов в бассейнах рек Днестр и Прут // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2016. № 3. С. 147–158.
DOI: 10.18384/2310-7189-2016-3-147-158

BIBLIOGRAPHIC REFERENCE

I. Kapitalchuk. Statistical model of altitudinal landscape differentiation in the Dniester and Prut basins // Bulletin of Moscow State Regional University. Series: Natural sciences. 2016. no 3. Pp. 147–158.
DOI: 10.18384/2310-7189-2016-3-147-158

УДК 502.64

DOI: 10.18384/2310-7189-2016-3-159-167

ВОЕННАЯ ГЕОЭКОЛОГИЯ

Розанов Л.Л.*Московский государственный областной университет**105005, г. Москва, ул. Радио, д.10А, Российская Федерация*

Аннотация. Рассмотрено содержание военной геоэкологии, изучающей современные и будущие геоэкологические последствия военной деятельности для окружающей среды и человека в ней. Сформулированы научные представления о наземно-космических аспектах военной геоэкологии, военно-геоэкологическом терроризме, биологических аспектах военной геоэкологии. Военно-геоэкологическая проблематика рассматривается с позиций прикладной геоэкологии для реального сохранения жизнеобеспечивающих ресурсов окружающей человека среды. На современном уровне знаний военная геоэкология изучает взаимоотношения и взаимосвязи человека и его деятельности с окружающей средой в пространственно-временной конкретности с целью обеспечения национальной безопасности. В условиях расширения военных конфликтов подчеркнута гуманистическая функция геоэкологии как дисциплины о выживании человека.

Ключевые слова: военная геоэкология, метеорологическое оружие, гидросферное оружие, литосферное оружие, климатическое оружие, биологическое оружие, окружающая среда, национальная безопасность.

MILITARY GEOECOLOGY

L. Rozanov*Moscow State Regional University**ul. Radio 10A, 105005 Moscow, Russia*

Abstract. We consider the content of military geoeology, which studies the current and future geoeological consequences of military activities on the environment and man in it. We have formulated the scientific understanding of the terrestrial and space aspects of military geoeology, military and geo-environmental terrorism, and biological aspects of military geoeology. Military geoeological issues are considered from the standpoint of Applied Geoeology for conservation of the real life-supporting resources of the environment. At the present level of knowledge, military geoeology studies the relationship of man and his activities with the environment in space and time in order to ensure national security. In the context of the expansion of military conflicts we emphasize the humanistic function of Geoeology as a discipline of human survival.

Key words: military geoeology, meteorological weapons, hydrosphere weapons, lithosphere weapons, climate weapons, biological weapons, environment, national security.

В условиях относительной стабильности как результата стратегического ядерного равновесия, при котором отсутствуют стимулы для нанесения первого удара, актуализируется рассмотрение военно-геоэкологической проблематики. На современном уровне научных знаний *военная геоэкология* – междисциплинарное направление, изучающее геоэкологические последствия разнообразной военной деятельности для окружающей среды и человека в ней с целью обеспечения национальной безопасности [10]. В Российской Федерации *национальная безопасность* означает обеспечение безопасности личности, общества и государства от внешних и внутренних угроз политического, экономического, социального, военного, техногенного, геоэкологического, информационного и иного характера с учетом имеющихся ресурсов и возможностей. Геоэкологическая безопасность (отсутствие техногенной или природной угрозы ухудшения состояния окружающей среды) обеспечивается законодательными, нормативно-организационными, техническими, медицинскими и иными мерами, способствующими сохранению приемлемого качества окружающей среды для здоровья и жизнедеятельности человека.

В нынешней реальности против России проводится информационная война, что выражается, прежде всего, в фальсификации истории Великой Отечественной войны 1941–1945 гг. За информационными войнами всегда стоит государство со своими ресурсами для обработки общественного мнения как в собственной стране, так и за ее пределами. При этом «война информационная может стать предшествен-

ницей войны традиционной и далее сделаться ее частью» [4, с. 364]. Новизна проведенного исследования заключается в раскрытии содержательной основы военной геоэкологии как направления прикладной геоэкологии, в формулировании научных представлений о геофизических и биологических аспектах военной геоэкологии, затрагивающей интересы и безопасность государства.

Геофизические аспекты военной геоэкологии

В условиях осознания катастрофических последствий применения ядерного оружия разрабатываются геофизические воздействия на окружающую среду в военных целях. Согласно научно-информационному обзору открытых источников и материалов по военно-экологическим проблемам России, «геофизическая война – составная часть военного конфликта, характеризующаяся преднамеренным использованием энергии геофизических процессов в военных целях путем активного воздействия на окружающую среду и физические процессы различного уровня» [2, с. 150]. Известны следующие разновидности геофизического оружия и формы его воздействия:

метеорологическое оружие – воздействие на атмосферные процессы; использование атмосферных течений для переноса радиоактивных, химических и бактериологических веществ; создание зон возмущений в ионосфере, устойчивых радиационных поясов; создание пожаров и «огненных бурь»; разрушение так называемого «озонового слоя»; изменение газового состава в локальных объемах; воздействие на атмосферное электричество;

гидросферное оружие – изменение химических, физических и электрических свойств океана; создание приливных волн типа цунами; загрязнение, заражение внутренних вод; разрушение гидротехнических сооружений и создание наводнений; воздействие на тайфуны; возбуждение склоновых рельефообразующих процессов;

литосферное оружие – техногенное инициирование землетрясений; стимулирование извержений вулканов;

климатическое оружие – изменение температурного режима в определенных районах и климата; разрушение почвенного и растительного покрова земной поверхности. Официально климатическое оружие запрещено, но его разработки по влиянию на ураганы, смерчи, засухи, ливни и другие погодные явления ведутся. С позиции воздействия климатического оружия можно рассматривать аномально жаркое лето 2010 г. (с громадными пожарами лесов и торфяников) на части Европейской территории России.

В период американской агрессии во Вьетнаме (1964–1973) для стимулирования наводнений в военно-тактических целях посредством засева облаков йодистым серебром увеличивалось выпадение осадков, применялись специальные химикаты, провоцировавшие «кислотные» дожди для выведения из строя радарной техники вьетнамской армии, обслуживающей зенитные ракетные комплексы [3].

В военных целях может быть применен следующий спектр действий: рассеивание тумана или облаков для обеспечения видимости в районах боев; образование тумана или облаков для затруднения полетов противника; вызывание дождя или снега для за-

труднения передвижения войск; возбуждение ураганов для разрушения аэродромов, портов; инициирование цунами для нанесения ущерба противнику в прибрежных районах; стимулирование извержений вулканов для нанесения ущерба инфраструктуре; создание кучевых облаков для сокрытия военных приготовлений от наблюдения со спутников; уничтожение растительности для затруднения скрытного передвижения противника; привлечение обученных сильных морских животных (дельфинов, китов, морских львов и др.) для опознания различных объектов, их минирования, а также борьбы с подводными диверсантами; находят применение натренированные крысы для обнаружения мин и собаки в поиске взрывчатых веществ.

Новейшие российские исследования геофизических признаков-предвестников землетрясений показали, что их запуск происходит в результате электромагнитного импульса природного (геомагнитного возмущения после специфических явлений на Солнце) или техногенного происхождения. В качестве триггерного (спускового) воздействия проявляется синхронная работа установок HAARP (High Frequency Active Auroral Research Program – Программа исследования полярных сияний высокочастотным воздействием) на Аляске (США) и в других странах. На основе «мониторинга глобальных геофизических признаков установлено искусственное воздействие на ионосферу с помощью нагревных установок HAARP на Аляске и в г. Тромсё, которые могли инициировать запуск землетрясения на Гаити 12 января 2010 г.» [7, с. 143]. Его

жертвами стали более 200 тыс. человек и полностью разрушенная столица Порт-о-Пренс. Это событие может рассматриваться в качестве эксперимента разработки тектонического оружия.

Влияние работы нагревного стенда НААРП в г. Тромсё (Норвегия) на испытательный запуск 09.12.2009 г. российской ракеты «Булава» из акватории Белого моря аргументируется следующими признаками: а) совпадением времени выхода мощности нагревного стенда и аварии ракеты; б) образованием спиральной структуры в атмосфере, характерной для подобных воздействий; в) формированием плазменной неоднородности значительных размеров в ионосфере в результате воздействия на нее излучения стенда. Согласно выводу специалистов, «запущенная ракета попала в образовавшуюся плазменную неоднородность, в результате чего мог произойти сбой в электронике и автоматике, вызвавший в ней необратимые негативные последствия» [7, с. 137]. Впоследствии проведен успешный запуск (в штатном режиме) межконтинентальной баллистической ракеты «Булава» крейсером из подводного положения в Белом море.

Принципиально представление о природно-техногенной целостности окружающей среды [11] в свете развития телекоммуникационных технологий, метеорологии, спутниковой связи, систем дистанционного зондирования Земли, возникновения проектов милитаризации геотехнопространства (вывода в космос ударных боевых платформ, размещения обычных вооружений или оружия на новых физических принципах, создания противоспутникового оружия). Спутники

осуществляют связь, передают телевизионные сигналы, содействуют навигации, следят за перемещением войск, запусками ракет, выполняют разведывательные функции.

В ходе военной операции США в 2003 г. «около трети из 30 тыс. выпущенных по Ираку снарядов и бомб управлялись с помощью космической Системы глобального позиционирования (GPS)» [9, с. 18]. Развертывание орбитальной группировки космических аппаратов GPS (Global Positioning System) позволило США внедрить интегрированные системы спутниковой навигации и связи в вооруженные силы для целей получения голографических изображений местности и управления военными действиями в режиме реального времени. Возрастающее военное значение космического пространства делает его все более привлекательным для создания новых видов внеземного оружия и применения силы в космосе и из космоса.

При рассмотрении «угрозы милитаризации космического пространства необходимо иметь в виду, что в нем уже развернуты системы военного (двойного) назначения (предупреждения о ракетном нападении, разведки, боевого управления и связи, навигации и другие)» [5, с. 24]. Милитаризация околоземного пространства повышает опасность возникновения военных столкновений, что, наряду с увеличением техногенных загрязнений, чревато деградацией окружающей человека среды. Согласно публикации Центра оборонной информации США по обеспечению безопасности, «Соединенные Штаты заблокировали попытки ООН провести конференцию по запрету размещения оружия в кос-

мосе, таким же путем идет и Китай, что ведет к росту международной напряженности» [13, с. 69].

К аспектам военной геоэкологии отнесен геоэкологический терроризм, заключающийся в осуществлении акций по насильственному воздействию на природные или техногенные объекты окружающей среды для провоцирования резкого ухудшения ситуации с целью устрашения властей и общества, создания обстановки паники, навязывания субъектам власти определенной линии поведения и выполнения ими выдвинутых требований. Геоэкологическим терроризмом считается война (1990–1991 гг.) в регионе Персидского залива, выразившаяся в поджоге около пятисот кувейтских нефтяных скважин, что нанесло ущерб населению (рост заболеваемости людей пневмонией, астмой, выпадением волос, экземой у детей). Кислотные и сажевые дожди выпали на юго-востоке Турции. Разлившаяся нефть загрязнила почвы, пляжи, а также прибрежные воды Бахрейна, Катара, Кувейта, Саудовской Аравии, Омана, что привело к прекращению работы установок по опреснению морской воды [6]. Вопреки международным конвенциям о защите населения и окружающей среды в ходе операции НАТО против Югославии в 1999 г. современное оружие преднамеренно и широкомасштабно применялось по химическим и нефтеперерабатывающим заводам, по хранилищам жидкого топлива, химико-фармацевтическим предприятиям и другим промышленным объектам, что можно рассматривать как технологический геоэкологический терроризм.

Наиболее опасным дестабилизирующим фактором окружающей среды и

человека в ней является техногенный радиационный терроризм – диверсионные акты непосредственно на объектах АЭС, исследовательских реакторах, в местах хранения радиоактивных материалов различного назначения. Потенциальную угрозу представляет создание самодельного ядерного устройства на основе оружейного урана (приобретенного или похищенного). В мире «около 100 исследовательских реакторов используют оружейный уран в качестве топлива» [5, с. 23]. Ядерным зарядом с оружейным ураном (по мощности сопоставимым с ядерной бомбой, сброшенной на Хиросиму) могут быть поражены объекты ядерной инфраструктуры гражданского назначения. Обладание и применение террористическими организациями ядерных устройств в современном мегаполисе может привести к многочисленным прямым потерям убитых и раненых, а также к существенному геоэкологическому ущербу и негативным экономическим и социально-психологическим последствиям.

Биологические аспекты военной геоэкологии

Целенаправленное использование патогенных организмов – сильнодействующий военно-биологический фактор, поскольку «потери от инфекционных болезней во время войн во много раз превосходят потери на поле боя. Соотношение раненых и заболевших советских солдат в Афганистане составило 1 : 7,5» [1, с. 49]. Новые культуры болезнетворных микроорганизмов или вирусов, выделенных из определенного источника (например, из организма заболевшего животного и т. п.) и обладающих особыми физио-

лого-биохимическими свойствами, могут использоваться в качестве *биологического оружия*.

В последние десятилетия наметилась тревожная тенденция появления в окружающей среде различных вирусов, вызывающих распространение заболеваний людей, птиц, животных, что связывают с разработками новых видов биологического оружия. Наибольшее опасение вызывает разработка в военных целях новых видов биологического оружия, в первую очередь вирусного, токсинного и генного, при исключительной массовости поражения. Считается, что геномные проекты станут основой создания следующего поколения биологического оружия. Особенность биологического оружия заключается в возможности скрытого применения, его отсроченного эффекта и чрезвычайно быстротечного действия [12]. Поэтому оно считается одним из самых жестоких по своим последствиям средств ведения войны. Специалисты не исключают возможность использования в биотеррористическом акте против населения одновременно возбудителей чумы, туляремии, сибирской язвы, а также рецептур, имеющих в своем составе, наряду с биологическими, химические и радиоактивные агенты. Для повреждения средств коммуникации, техники, защитных объектов могут применяться плесневые грибы, железо- и серобактерии, ускоряющие коррозию металлов и сплавов.

Особая опасность биопатогенов заключается в их использовании для ведения скрытой или тайной биосферной войны. Возникновение крупных инфекционных очагов в отдельных регионах может быть выгодным для не-

которых государств, имеющих доход от экспорта продовольственных товаров, и крупных коммерческих компаний (например, поставляющих пищевые продукты, профилактические и лекарственные препараты).

На современном этапе развития науки возникли предпосылки для разработки нового биохимического оружия, весьма разнообразного по своему избирательному воздействию на живые организмы, ныне созданы чрезвычайно опасные по своей поражающей силе токсины. Проводятся ряд биоэкспериментов: с «реконструированием штамма вируса гриппа, вызвавшего пандемию 1918–1919 гг., получившую название “испанка” (когда в мире умерло около 100 млн. человек)» [8, с. 4]; с вирусом птичьего гриппа (H5N1), который может передаваться от человека к человеку воздушно-капельным путем; с вирусом полиомиелита, свидетельствующие о милитаризации биотехнологии с непредсказуемыми последствиями. Усиливающиеся ассигнования на биотехнологии двойного назначения представляют угрозу биобезопасности человека. В свете этого актуализируются геоэкологические практикумы и образовательные программы в области контроля и управления биобезопасностью.

Потенциальную геоэкологическую угрозу в XXI в. несут три вида биологического оружия: а) традиционные патогены чумы, холеры, сибирской язвы, геморрагической лихорадки; б) генетически модифицированные патогены (бактерии, устойчивые к антибиотикам, бактерии и вирусы, устойчивые в окружающей среде); в) молекулярные патогены (искусственно сконструированные гены), поража-

ющие кардиологическую, иммунную, неврологическую и другие системы человеческого организма; г) инфекционные белковые молекулы (прионы), вызывающие заболевания домашнего скота и самого человека. Искусственно созданные молекулярные патогены – это индивидуальные инфекционные молекулы в дополнение к известным клеточным и субклеточным патогенам типа бактерий и вирусов. «Планируемые эффекты от воздействия молекулярного оружия – смерть, инвалидность, нервные и психические расстройства, дебилизация, стерилизация людей» [12, с. 964].

Особенности биологического оружия (обход иммунологических барьеров организма, трудность диагностики, бессилие традиционных методов лечения, отсутствие материальных разрушений, возможность скрытых разработок, применения, избирательного воздействия и др.) создают серьезные трудности в противодействии биологическому терроризму (индивидуальному, групповому, религиозному и иному). Пути противодействия биотерроризму заключаются в предотвращении разработки, производства и распространения биологического оружия. Проблема обнаружения в окружающей среде и нахождения источника молекулярного патогена вызывает необходимость создания системы мер диагностики, профилактики и лечения. Биологическое оружие нового поколения базируется на новейших достижениях биологических наук и биотехнологий.

Выводы. Военно-геоэкологическая проблематика в силу ее сложности, комплексности, закрытости исходных материалов затрагивает

геополитические интересы и безопасность государства. В сферу интересов военной геоэкологии входит выполнение прогнозов влияния на окружающую среду военных действий, анализ вклада в ее разрушение разных видов оружия, а также оценка воздействия инфраструктуры военно-промышленного комплекса и вооруженных сил на состояние людей, растительные и животные организмы. В частности, подлежат изучению геоэкологические последствия ударных волн, сильных акустических и электромагнитных воздействий, проявляющихся в ходе испытания оружия, боевых учений, утилизации и уничтожения боеприпасов, а также ненадлежащего состояния военных баз и складов. Развитие тенденций милитаризации околоземного пространства повышает опасность возникновения военных столкновений, что, наряду с возрастанием техногенных загрязнений, чревато деградацией окружающей человека среды.

В условиях осознания негативных последствий применения ядерного оружия разрабатываются и применяются геофизические воздействия на окружающую среду в военных целях. Наметилась тревожная тенденция появления в окружающей среде различных вирусов, вызывающих распространение заболеваний людей, птиц, животных, что связывают с экспериментами новых видов бактериологического оружия. Особое опасение вызывает разработка в военных целях генетического оружия, поражающего иммунную систему человека.

Решение конкретных проблем устойчивого развития невозможно без учета негативных военно-геоэкологических последствий для окружаю-

щей среды и человека в ней. Особенно-стью геоэкологических войн является их тайное проведение в течение ряда лет. В последнее время обостряется

информационная война, открываются возможности кибероружия, угрожающие национальной безопасности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андреев И.Л. Человек и бактериальный мир: проблемы взаимодействия // Вестник РАН. 2009. Т. 79 (№ 1). С. 41–49.
2. Булатов В.И. Россия: экология и армия (Геоэкологические проблемы ВПК и военной оборонной деятельности). Новосибирск: ЦЭРИС, 1999. 168 с.
3. Вавилов А.М. Экологические последствия гонки вооружений / 2-е изд. М.: Международные отношения, 1988. 116 с.
4. Грот Л.П. Война информационная против России и ее исторические корни // Система «Планета Земля»: 175 лет со дня кончины Александра Семеновича Шишкова (1841–2016). М.: ЛЕНАНД, 2016. С. 364–372.
5. Дворкин В.З. Трансформация стратегической стабильности // Мировая экономика и международные отношения. 2013. № 8. С. 22–28.
6. Экология / В.В. Денисов и др. М.: Вузовская книга, 2002. 728 с.
7. Наземно-космический мониторинг и прогноз землетрясений / Л.Н. Дода и др. // Система «Планета Земля»: Русский путь – Рублев – Ломоносов – Гагарин. М.: ЛЕНАНД, 2011. С. 128–143.
8. Калинина Н.И. Науки о жизни и биобезопасность // Мировая экономика и международные отношения. 2013. № 11. С. 3–12.
9. Крутских А. Космос в политическом измерении // Международные процессы. 2007. Т. 5 (№ 2). С. 17–26.
10. Розанов Л.Л. Актуальные аспекты прикладной геоэкологии // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2013. № 4. С. 46–53.
11. Розанов Л.Л. Концептуальная основа динамической геоэкологии // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2012. № 5. С. 98–105.
12. Спирин А.С. Фундаментальная наука и проблемы биологической безопасности // Вестник РАН. 2004. Т. 74 (№ 11). С. 963–967.
13. Хитченс Т. Звездные войны // В мире науки. 2008. № 6. С. 63–69.

REFERENCES

1. Andreev I.L. Chelovek i bakterial'nyi mir: problemy vzaimodeistviya [Man and the bacterial world: problems of interaction] // Vestnik RAN. 2009. Vol. 79 (no. 1). Pp. 41–49.
2. Bulatov V.I. Rossiya: ekologiya i armiya (Geoekologicheskie problemy VPK i voenno-oboronnoi deyatel'nosti) [Russia: ecology and the army (Geoecological problems of the military-industrial complex and the military-defense activity)]. Novosibirsk: TsERIS, 1999. 168 p.
3. Vavilov A.M. Ekologicheskie posledstviya gonki vooruzhenii / 2-e izd [Environmental consequences of the arms race / 2 ed]. M.: Mezhdunarodnye otnosheniya, 1988. 116 p.
4. Grot L.P. Voina informatsionnaya protiv Rossii i ee istoricheskie korni [The information war against Russia and its historical roots] Sistema «Planeta Zemlya»: 175 let so dnya konchiny Aleksandra Semenovicha Shishkova (1841–2016) [System “Planet Earth”: 175 years since the death of Alexander Semyonovich Shishkov (1841–2016)]. M.: LENAND, 2016. Pp. 364–372.

5. Dvorkin V.Z. Transformatsiya strategicheskoi stabil'nosti [The transformation of strategic stability] // Mirovaya ekonomika i mezhdunarodnye otnosheniya. 2013. no. 8. Pp. 22–28.
6. Ekologiya / V.V. Denisov i dr [Ecology / V.V. Denisov et al.]. M.: Vuzovskaya kniga, 2002. 728 p.
7. Nazemno-kosmicheskii monitoring i prognoz zemletryaseni [Ground-space monitoring and prediction of earthquakes] Sistema «Planeta Zemlya»: Russkii put' – Rublev – Lomonosov [System “Planet Earth”: the Russian way – Rublev – Lomonosov]. Gagarin. M.: LENAND, 2011. Pp. 128–143.
8. Kalinina N.I. Nauki o zhizni i biobezопасnost' [Life Sciences and Biosafety] // Mirovaya ekonomika i mezhdunarodnye otnosheniya. 2013. no. 11. Pp. 3–12.
9. Krutskikh A. Kosmos v politicheskom izmerenii [Space in the political dimension] // Mezhdunarodnye protsessy. 2007. Vol. 5 (no. 2). Pp. 17–26.
10. Rozanov L.L. Aktual'nye aspekty prikladnoi geoekologii [Current aspects of Applied Geoecology] // Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo universiteta. Seriya: Estestvennye nauki. 2013. no. 4. Pp. 46–53.
11. Rozanov L.L. Kontseptual'naya osnova dinamicheskoi geoekologii [The conceptual basis of Dynamic Geoecology] // Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo universiteta. Seriya: Estestvennye nauki. 2012. no. 5. Pp. 98–105.
12. Spirin A.S. Fundamental'naya nauka i problemy biologicheskoi bezопасnosti [Basic science and problems of biological safety] // Vestnik RAN. 2004. Vol. 74 (no. 11). Pp. 963–967.
13. Khitchens T. Zvezdnye voyny [Star wars] // V mire nauki. 2008. no. 6. Pp. 63–69.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Розанов Леонид Леонидович – доктор географических наук, профессор кафедры общей и региональной геоэкологии Московского государственного областного университета; e-mail: rozanovleonid@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Rozanov Leonid L. – doctor of geographical sciences, professor of the Department of General and Regional Geoecology at the Moscow State Regional University; e-mail: rozanovleonid@mail.ru

БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ССЫЛКА

Розанов Л.Л. Военная геоэкология // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2016. № 3. С. 159–167.
DOI: 10.18384/2310-7189-2016-3-159-167

BIBLIOGRAPHIC REFERENCE

L. Rozanov. Military geoecology // Bulletin of Moscow State Regional University. Series: Natural sciences. 2016. no 3. Pp. 159–167.
DOI: 10.18384/2310-7189-2016-3-159-167



ВЕСТНИК МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБЛАСТНОГО УНИВЕРСИТЕТА

Научный журнал «Вестник Московского государственного областного университета» основан в 1998 г. Выпускается десять серий журнала: «История и политические науки», «Экономика», «Юриспруденция», «Философские науки», «Естественные науки», «Русская филология», «Физика-математика», «Лингвистика», «Психологические науки», «Педагогика». Все серии включены в составленный Высшей аттестационной комиссией Перечень ведущих рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертации на соискание ученой степени доктора и кандидата наук по наукам, соответствующим названию серии. Журнал включен в базу данных Российского индекса научного цитирования (РИНЦ).

Печатная версия журнала зарегистрирована в Федеральной службе по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия. Полнотекстовая версия журнала доступна в Интернете на платформе Научной электронной библиотеки (www.elibrary.ru), а также на сайте журнала www.vestnik-mgou.ru.

ВЕСТНИК МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБЛАСТНОГО УНИВЕРСИТЕТА

СЕРИЯ «ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ»

2016. №3

Над номером работали:

Литературный редактор О.О. Волобуев
Переводчик И.А. Улиткин
Корректор Н.Л. Борисова
Компьютерная верстка Д.А. Заботиной

Отдел по изданию научного журнала
«Вестник Московского государственного областного университета»:
105005, г. Москва, ул. Радио, д. 10А, офис 98
тел. (495) 780-09-42 (доб. 6104); (495) 723-56-31
e-mail: vest_mgou@mail.ru
сайт: www.vestnik-mgou.ru

Формат 70x108/16. Бумага офсетная. Печать офсетная. Гарнитура «Minion Pro».

Тираж 500 экз. Уч.-изд. л. 10, усл. п.л. 10,5.

Подписано в печать: 31.10.2016. Выход в свет: 21.11.2016. Заказ № 2016/09-08.

Отпечатано в ИИУ МГОУ
105005, г. Москва, ул. Радио, 10А