

ВЕСТНИК
МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ОБЛАСТНОГО УНИВЕРСИТЕТА

ISSN 2072-8352

Серия

2015 / № 1

ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

Научный журнал основан в 1998 г.

«Вестник МГОУ» (все его серии) включен в «Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертации на соискание ученой степени доктора и кандидата наук» Высшей аттестационной комиссии (См.: Список журналов в редакции от 2012 г. на сайте ВАК) по наукам, соответствующим названию серии.

The academic journal is established in 1998

«Bulletin of the Moscow State Regional University» (all its series) is included by the Supreme Certifying Commission into the List of the leading reviewed academic journals and periodicals, in which the basic research results of Ph.D. and Doctorate's academic degree thesis should be published (See: the List of journals edited 27.10.2012 at the site of the Supreme Certifying Commission) in corresponding series.

2015 / № 1

Series

ISSN 2072-8352

NATURAL SCIENCES

BULLETIN OF THE MOSCOW STATE
REGIONAL UNIVERSITY

Учредитель журнала «Вестник МГОУ»:

Московский государственный областной университет

Выходит 5 раз в год

Редакционно-издательский совет «Вестника МГОУ»

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

Ефремова Е.С. — к. филол. н., и.о. проректора по научной работе 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

Вестник Московского государственного областного университета. Серия «Естественные науки». 2015. № 1. М.: ИИУ МГОУ. 84 с.

Журнал «Вестник МГОУ» 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, 2015.

© Издательство МГОУ, 2015.

Редакционная коллегия серии «Естественные науки»

Ответственный редактор серии:

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

Зам. ответственного редактора серии:

Матвеев Н.П. — к. г. н., проф., МГОУ

Ответственный секретарь:

Мануков Ю.И. — к. б. н., 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;

Коничев 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 технологии 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., д.т.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 МГОУ»**

г. Москва, ул. Радио, д.10а, офис 98

тел. (499) 261-43-41; (495) 723-56-31

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

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

Issued 5 times a year

Series editorial board «Natural Sciences»

Editor-in-chief:

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

Deputy editor-in-chief:

N.P. Matveyev – Ph.D. in Geography, 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, Doctor of Technical Science, 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: (499) 261-43-41; (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, Acting Vice-Principal for scientific work of MSRU (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

Bulletin of the Moscow State Regional University. Series «Natural sciences». 2015. № 1. M.: MSRU Publishing house. 84 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 № 00С77-26171

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

© MSRU, 2015.

© MSRU Publishing house, 2015.

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ I. БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

<i>Арутюнова Л.Н.</i> ЭКОЛОГО-ЦЕНОТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ФЛОРЫ ОХРАНЯЕМЫХ РАСТЕНИЙ ЮГА РОССИИ	6
<i>Зыков И.Е., Федорова Л.В., Баранов С.Г.</i> ОЦЕНКА БИОИНДИКАЦИОННОГО ЗНАЧЕНИЯ УРОВНЯ ИЗМЕНЧИВОСТИ ПАРАМЕТРОВ ЛИСТОВЫХ ПЛАСТИНОК ЛИПЫ МЕЛКО- ЛИСТНОЙ (<i>TILIA CORDATA</i> MILL.) В УСЛОВИЯХ ГОРОДА ОРЕХОВО-ЗУЕВО И ОРЕХОВО-ЗУЕВСКОГО РАЙОНА	15
<i>Кидов А.А., Матушкина К.А., Африн К.А., Блинова С.А.</i> СТАНДАРТНЫЕ МЕТОДЫ МОРФОМЕТРИИ В ПРИЖИЗНЕННОМ ИЗУЧЕНИИ ИЗМЕНЧИВОСТИ КАВКАЗСКОЙ ЖАБЫ, <i>BUFO VERRUCOSISSIMUS</i> (PALLAS, 1814) НА СЕВЕРО-ЗАПАДНОМ КАВКАЗЕ	22
<i>Москаев А.В., Гордеев М.И., Кузьмин О.В.</i> ХРОМОСОМНЫЙ СОСТАВ ПОПУЛЯЦИЙ МАЛЯРИЙНОГО КОМАРА <i>ANOPHELES MESSIAE</i> В ЦЕНТРЕ И НА ПЕРИФЕРИИ ВИДОВОГО АРЕАЛА	29
<i>Снисаренко Т.А., Моторина И.Г., Юшков Г.Г., Расулов М.М., Малышкина Н.А., Щукина О.Г.</i> ИЗМЕНЕНИЯ ТОЛЩИНЫ КОЖНОЙ СКЛАДКИ, ТЕМПЕРАТУРЫ И ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ КОЖИ ПРИ ЗАЖИВЛЕНИИ ОЖОГОВЫХ РАН В РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ СВЕТОЛЕЧЕНИЯ	36

РАЗДЕЛ II. ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

<i>Макаренков Д.А., Назаров В.И., Мавлюдова Я.А.</i> ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА ГРАНУЛИРОВАНИЯ ТОПЛИВНЫХ КОМПОЗИЦИЙ МЕТОДОМ ПРОКАТКИ НА РОТОРНЫХ ГРАНУЛЯТОРАХ	42
---	----

РАЗДЕЛ III НАУКИ О ЗЕМЛЕ

<i>Дьяченко С.И.</i> МОНИТОРИНГОВЫЕ ДАННЫЕ О ПОВЕДЕНИИ СЕРЫХ КИТОВ НА УЧАСТКЕ АКВАТОРИИ СЕВЕРО-ВОСТОЧНЕЕ О-ВА САХАЛИН	50
<i>Литвиненко В.В.</i> ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ СТРУКТУРЫ ПОСЕВНЫХ ПЛОЩАДЕЙ ОСНОВНЫХ ВИДОВ ЗЕРНОВЫХ И ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР В СТРАНАХ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ПОЯСОВ МИРА	58
<i>Шахин Башар Сулейман.</i> СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ РЕКИ СЕВЕРНЫЙ КЕБИР В РАЙОНЕ ЛАТАКИИ (СИРИЯ)	70

НАУЧНАЯ ЖИЗНЬ

К 70-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ И 50-ЛЕТИЮ ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПАСЕЧНИКА ВЛАДИМИРА ВАСИЛЬЕВИЧА	78
--	----

НАШИ АВТОРЫ	81
--------------------------	----

CONTENTS

SECTION I. BIOLOGICAL SCIENCES

<i>L. Arutiunova.</i> ECOLOGICAL-COENOTIC ANALYSIS OF FLORA OF PROTECTED PLANTS IN THE SOUTH OF RUSSIA	6
<i>I. Zykov, L. Fedorova, S. Baranov.</i> ASSESSMENT OF THE BIOLOGICAL VALUE OF THE LEVEL OF VARIABILITY OF THE PARAMETERS OF LEAF BLADES OF SMALL-LEAVED LINDEN (<i>TILIA CORDATA</i> MILL.) IN THE CITY OF OREKHOVO-ZUYEVO AND OREKHOVO-ZUYEVO REGION	15
<i>A. Kidov, K. Matushkina, K. Afrin, S. Blinova.</i> STANDARD METHODS OF MORPHOMETRY IN LIFETIME STUDIES OF VARIABILITY OF CAUCASIAN TOAD <i>BUFO VERRUCOSISSIMUS</i> (PALLAS, 1814) IN THE NORTHWESTERN CAUCASUS	22
<i>A. Moskaev, M. Gordeev, O. Kuzmin.</i> CHROMOSOMAL STRUCTURE OF POPULATIONS OF THE MALARIA MOSQUITO <i>ANOPHELES MESSEAE</i> IN THE CENTER AND AT THE PERIPHERY OF A SPECIFIC AREA	29
<i>T. Snisarenko, I. Motorina, G. Yushkov, M. Rasulov, N. Malyshkina, O. Schukina.</i> CHANGES IN SKIN FOLD THICKNESS, TEMPERATURE AND ELECTRICAL RESISTANCE DURING BURN TREATMENT UNDER DIFFERENT CONDITIONS OF PHOTOTHERAPY	36

SECTION II. CHEMICAL SCIENCES

<i>D. Makarenkov, V. Nazarov, Ya. Mavlyudova.</i> FEATURES OF THE GRANULATION PROCESS OF FUEL COMPOSITIONS BY ROLLING ON A ROTARY GRANULATOR	42
--	----

SECTION III. EARTH SCIENCES

<i>S. Dyachenko.</i> GRAY WHALE BEHAVIOR MONITORING OFF THE NORTH-EAST COAST OF SAKHALIN	50
<i>V. Litvinenko.</i> PECULIARITIES OF CHANGES IN SOWN AREA STRUCTURE OF MAIN TYPES OF CEREALS AND LEGUMINOUS BETWEEN COUNTRIES AND GEOGRAPHICAL ZONES OF THE WORLD	58
<i>B. Shaheen.</i> CONTROL OF POLLUTION OF THE GREAT NORTHERN RIVER NEAR THE CITY OF LATAKIA (SYRIA)	70

SCIENTIFIC LIFE

DEDICATED TO THE SEVENTIETH BIRTHDAY ANNIVERSARY AND THE FIFTIETH ANNIVERSARY OF PEDAGOGICAL ACTIVITY OF PASECHNIK VLADIMIR VASILEVICH	78
--	----

<i>OUR AUTHORS</i>	81
--------------------------	----

РАЗДЕЛ I

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 581.52

Арутюнова Л.Н.

Северо-Кавказский федеральный университет (г. Ставрополь)

ЭКОЛОГО-ЦЕНОТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ФЛОРЫ ОХРАНЯЕМЫХ РАСТЕНИЙ ЮГА РОССИИ

Аннотация. В статье дан обзор сведений об эколого-ценотическом составе флоры охраняемых растений Юга России. Автором выделены и охарактеризованы флороценоотипы и флороценоэлементы, определено положение верных видов в общем спектре, установлена принадлежность эндемичных и реликтовых видов к различным флороценоотипам. Помимо вывода о преобладании пустынных и степных флороценоотипов, отмечен очень высокий процент верных видов среди охраняемых, высокая степень насыщенности эндемичными и реликтовыми видами-ксерофитами, причем увеличение числа эндемиков следует по мере уменьшения мезофильности фитоценоза.

Ключевые слова: флора, охраняемый вид, флороценотип, флороценоэлемент, верный вид, эндемик, реликт, Северный Кавказ.

L. Arutiunova

North-Caucasus Federal University, Stavropol

ECOLOGICAL-COENOTIC ANALYSIS OF FLORA OF PROTECTED PLANTS IN THE SOUTH OF RUSSIA

Abstract. A review is presented of the ecological-coenotic structure of the flora of protected plants in the South of Russia. Types of vegetation and item plant association are differentiated and characterized, the position of the correct species in the total spectrum analyses is determined, and belonging of endemic and relict species to different types of vegetation is established. Apart from the conclusion about the predominance of desert and steppe types of vegetation, it is shown that correct species exhibit a high percentage among the protected types and a high degree of saturation by endemic and relict species, an increase in the number of endemics being accompanied by a decrease in mesophytic species of plant associations.

Key words: flora, protected species, type of vegetation, item plant association, correct species, endemic plant, relict plant.

Экологический фактор является основным лимитирующим фактором (помимо антропогенного), влияющим на состояние популяций растений, поскольку в процессе исторического развития растения приспособились не только к абиотическим факторам, но и к биотическим, а именно к тем, которые сформировались в окружении видов в составе определённого фитоценоза. В климаксовых сообществах подавляющее большинство видов находится в экологическом (биологическом) оптимуме, т.е. в максимально благоприятной области действия экологического фактора, в которой вид имеет наибольшую жизненность [2, с. 8]. Что же касается реликтовых видов применительно к изучаемой территории, то во многих случаях они находятся в тех условиях, которые сходны с условиями их основного ареала, и их современное распространение является результатом исторического развития физико-географической среды, растительного покрова, миграций флороценоэлементов и флористических комплексов при глобальных изменениях климата и рельефа.

Поскольку изучаемая территория большей частью находится в степной зоне (лишь в Прикаспийской части располагаются полупустыни и пустыни, а в горной – леса и высокогорная растительность), то представляют интерес вопросы выяснения процентного соотношения охраняемых видов относительно их принадлежности к определённым фитоценозам, классификации на принадлежность к определённому флороценоэлементу, выявления доминирующих флороценоэлементов. Подобные исследования проводятся при стандартном флористическом анали-

зе, в результате которого составляется эколого-ценотический спектр флоры, показывающий соотношение видов в различных фитоценозах. В данном случае, когда исследуется не вся флора, а лишь неполная территориальная совокупность видов третьей категории [4, с. 7], т.е. случайная выборка видов флоры Юга России по созологическому признаку, полученные сведения имеют значение для корректировки стратегии охраны конкретных видов исходя из их эколого-ценотического окружения, принадлежности к категории эндемиков и реликтов.

Согласно нашим подсчётам, на территории двух федеральных округов Юга России (Северо-Кавказском и Южном) в региональные Красные книги 13 субъектов федерации занесено 1059 видов сосудистых растений. На этой территории в силу неоднородности рельефа и климата существует большое разнообразие местообитаний растений, где сформированы различные растительные сообщества. Анализ принадлежности охраняемых видов к определённым фитоценозам позволил выявить семь флороценоотипов: лесной, равнинный, степной, полупустынный, пустынный, аквальный и сорный. Флороценоотипы образованы флороценоэлементами, объединяемыми в ряде случаев во флороценозиты. Таких флороценоэлементов нами выделяется шестнадцать: лесной, луговой, субальпийский, альпийский, степной, полупустынный, кальцефильный, оксилофильный, псаммофильный, галофильный, аргиллофильный, гигрофильный, гидрофильный, гидатофильный, сегетальный и рудеральный.

В подавляющем большинстве фитоценозов помимо ценотипно верных

видов¹ имеется часть видов цено-тически (экологически) пластичных, способных обитать в двух-трёх различных сообществах, что отражается на экологическом спектре флоры, поэтому сумма процентов участия видов в общем спектре всегда выше 100. Чем больше это превышение, тем большая доля участия в составе флоры экологически неспециализированных флороценоэлементов [1, с. 40]. Нами проведен количественный расчет показателей экологического спектра флоры охраняемых растений Юга России (см. табл. 1).

Лесной флороценотип представлен одним одноимённым флороценоэлементом, насчитывающим 232 вида, из которых типично лесными являются 177 видов (16,7%). В их число входят наиболее древние виды, вечнозелёные и зимнезелёные, являющиеся третичными реликтами. Это, прежде всего, споровые растения, такие виды, как *Huperzia selago*, *Diphasiastrum alpinum*, *Lycopodiella inundata*, *Lycopodium annotinum*, *Equisetum hyemale*, *Pteridium tauricum*, *Phyllitis scolopendrium*, *Polystichum braunii*, *P. setiferum*, *P. aculeatum*, *Polypodium vulgare*; локальные лесные эндемики *Allium grande*, *Galanthus bortkewitschianus*, *Hieracium acuminatifolium*, *Hieracium beschtaviceforme*, *Corydalis tarkinensis*; фанерофиты *Ilex colchica*, *Buxus colchica*, *Rhododendron ponticum*, *Taxus baccata*; реликтовые травянистые растения *Asarum ibericum*, *Omphalodes*

scorpioides, *Carex depauperata*, *Hypopitys monotropa*, *Orthilia secunda*, *Pyrola rotundifolia*, *Anemonoides nemorosa*, *Ranunculus nemorosus* и др.

Луговой флороценотип представлен 222 флороценоэлементами (21,0%). Подразделяется на три флороценоситы – равнинную, субальпийскую и альпийскую. Луга на равнинах Юга России имеют ограниченное распространение. Они развиты на наивысших точках рельефа в южной части Западного и Центрального Предкавказья, а также в поймах рек. Это большей частью остепнённые луга. Луговоравнинных видов насчитывается 88 (8,3%). Среди них ценотипно верных 65 (6,1%). К ним относятся такие виды, как *Vinca herbacea*, *Hieracium adenobranchion*, *Neurotropis orbiculata*, *Gentiana cruciata*, *Geranium collinum*, *Iris furcata*, *Phlomis tuberosa*, *Orchis picta* и др. Субальпийских флороценоэлементов насчитывается 81 (7,6%), ценотипно верных – 62 (5,8%). Это такие виды, как *Arafoe aromatica*, *Dianthus vladimiri*, *Euphorbia eugeniae*, *Dracocephalum ruyschiana*, *Pedicularis willhelmsiana*, *Lilium kesselringianum*, *Dactylorhiza salina*, *Pulsatilla albana* и др. Среди охраняемых растений Юга России в альпийских фитоценозах обитают 53 вида (5,0%). Ценотипно верных видов 28 (2,6%), к ним относятся *Galanthus platyphyllus*, *Nardosmia fominii*, *Gentiana nivalis*, *Ranunculus helenae*, *Woronowia speciosa*, *Viola oreades* и др.

В составе лугового флороценотипа немало локальных эндемиков и эвриэндемиков. К равнинно-луговым из этой категории относятся *Hieracium adenobranchion*, *H. beschtaviceforme*, *H. chaetothyrsum*, *H. gigantellum*, *H. rigidellum*, *H. schmalhausianum*, *H. stauro-*

¹ Под «верностью» нами понимается показатель, характеризующий степень «тяготения» вида к определённому синтаксону (фитоценозу). По шкале Браун-Бланке, в данном случае, верные виды нами оцениваются в 5 баллов [3, с. 30], т.е. это виды, встречающиеся исключительно или почти исключительно в одном синтаксоне (фитоценозе).

politanum, *Iris marschalliana*, *I. notha*, *Papaver bracteatum*; эндемиков, обитающих на субальпийских лугах всего два – *Hieracium podkumokense* и *Campanula albobii*; в альпийских фитоценозах обитают *Silene alpicola*, *Merendera ghalgana*, *Onobrychis hamata*, *Pedicularis balkharica*, *Tulipa humilis*, *Primula osetica*. Реликтовые виды в подавляющем

большинстве равнинно-луговые – *Cervaria rivinii*, *Selinum carvifolia*, *Campanula altaica*, *Campanula persicifolia*, *Coccyanthe flos-cuculi*, *Silene nutans*, *Argyrolobium biebersteinii*, *Trifolium angustifolium*, *Himantoglossum formosum*. Субальпийский реликтовый вид один – *Botrychium lunaria*, а альпийских реликтов нет.

Таблица 1

Эколого-ценотический спектр флоры охраняемых растений Юга России

Флороценотип и флороценоэлемент	кол-во флороценоэлементов	% от общего числа видов	кол-во ценотипно верных видов	% от общего числа видов	кол-во видов, общих с другими фитоценозами	% от общего числа видов
Лесной	232	21,9	177	16,7	55	5,2
Луговой, в т.ч.	222	21,0	155	14,6	67	6,3
равнинный	88	8,3	65	6,1	23	2,2
субальпийский	81	7,6	62	5,8	19	1,8
альпийский	53	5,0	28	2,6	25	2,4
Степной	164	15,6	133	12,5	31	2,9
Полупустынный	4	0,4	1	0,1	3	0,3
Пустынный, в т.ч.	529	48,9	365	34,3	170	16,2
кальцепетрофил.	261	25,0	222	20,8	44	4,1
оксилотетрофил.	89	8,4	18	1,7	71	6,7
псаммофильный	100	9,5	73	6,9	28	2,6
галофильный	37	3,5	27	2,5	10	0,9
аргиллофильный	42	4,0	25	2,4	17	1,6
Аквальный, в т.ч.	170	16,0	129	12,2	41	3,9
Гигрофильный	112	10,6	77	7,3	35	3,3
Гидрофильный	19	1,8	17	1,6	2	0,2
Гидатофильный	39	3,7	35	3,3	4	0,4
Сорный, в т.ч.	44	4,1	28	2,6	16	1,5
Сегетальный	2	0,2	-	-	2	0,2
Рудеральный	42	4,0	26	2,5	16	1,5
ИТОГО	1365	128,7	988	93,1	383	36,1

Степной флороценотип представлен одним одноимённым флороценоэлементом, насчитывающим 164 вида (15,6%), среди которых ценотипно верными являются 133 (12,5%). Это такие

виды, как *Eriosynaphe longifolia*, *Eremurus spectabilis*, *Inula ensifolia*, *Xeranthemum annuum*, *Rindera tetraspis*, *Crambe gibberosa*, *Astragalus calycinum*, *Geranium linearilobum*, *Bellevia sarmatica*, *Iris*

taurica, *Tulipa gesneriana* и др. Степных эндемиков (локальных и эвриэндемиков) значительно больше, чем луговых. Это такие виды, как *Vincetoxicum stauropolitanum*, *Asphodeline tenuior*, *Centaurea czerkessica*, *Crambe cordifolia*, *Bufonia parviflora*, *Euphorbia aristata*, *Astragalus ergenensis*, *Phlomis majkopensis*, *Paeonia biebersteiniana*, *Papaver alberti*, *Agropyron litvinovii* и др. Также немало и реликтовых видов, а именно ксеротермических реликтов: *Allium albanum*, *Sternbergia colchiciflora*, *Prangos trifida*, *Asparagus tenuifolius*, *Asphodeline taurica*, *Euphorbia praecox*, *Astragalus ponticus*, *Calophaca wolgarica*, *Caragana mollis*, *Cytisus austriacus*, *Ononis pusilla*, *Pulsatilla pratensis* и др.

Полупустынный флороценотип представлен 4 флороценоэлементами (0,4%), из них один ценотипно верный – *Phelipanche lanuginosa*, остальные встречаются также в степных фитоценозах: *Haplophyllum villosum*, *Roemeria refracta*, реликтовый *Astragalus cornutus*.

Пустынные фитоценозы в классическом понимании на изучаемой территории встречаются фрагментарно в Прикаспии, но локальные проявления пустынного типа, когда растения растут отдельными экземплярами, не оказывая друг на друга ни подземного, ни надземного влияния, довольно многочисленны. Такие растительные группировки развиваются на солончаках, песчаных массивах и выходах песка, на скалах и осыпях известняковых и кислых пород, глинистых склонах и локальных выходах глин. В этом флороцено типе нами выделено пять флороценозитов, представленных кальцефильными, оксилофильными, псаммофильными, галофильными и аргиллофильными флороценоэлементами.

Кальцефильных флороценоэлементов в исследуемой флоре 265 (25,0%), из них ценотипно верных – 221 (20,8%). Это такие виды, как *Jurinea stoechadifolia*, *Anthemis trotzkiana*, *Scorzonera turkeviczii*, *Onosma polyphylla*, *Clausia aprica*, *Erucastrum cretaceum*, *Fibigia eriocarpa*, *Lepidium meyeri*, *Campanula alliariifolia*, *Lonicera etrusca*, *Gypsophila glomerata*, *Paronichia cephalotes* и многие другие. Более половины видов этого флороценоэлемента относится к категории эндемичных и реликтовых видов. Среди локальных эндемиков следует отметить такие виды, как *Allium mirzajevii*, *Jurinea annae*, *J. bellidioides*, *J. brachyrappa*, *Leontodon tlostanovii*, *Psephellus andinus*, *Tanacetum akinfievii*, *Erysimum callicarpum*, *Campanula kirpicznikovii*, *C. ossetica*, *Muehlenbergella oweriniana*, *Euphorbia ardonensis* и другие, всего 44 вида. Также большое количество среди кальцефильных видов ксеротермических реликтов (20). Это такие виды, как *Artemisia caucasica*, *Cousinia astracana*, *Lamyra echinocephala*, *Psephellus declinatus*, *Astragalus utriger*, *Melilotoides cretacea*, *Scutellaria supina*, *Asperula taurica* и другие.

Оксилофильные флороценоэлементы, обитающие на скалах, моренах, осыпях, россыпях кислых пород, насчитывают 89 видов (8,4%), из них облигатных оксилофитов 18 (1,7%). Это *Crithmum maritimum*, *Symphyoloma graveolens*, *Jurinea filicifolia*, *Omphalodes lojkae*, *Onosma graniticola*, *Trigonocaryum involucratum*, *Pseudovesicaria digitata* и другие. Немало среди оксилофитов локальных эндемиков, таких, как *Campanula besenginica*, *Charesia akinfievii*, *Sempervivum ossetiense*, *Euphorbia baxanica*, *Astragalus tshagemensis*, *Cicer balcaricum*, *Nepeta czegemensis*, *Scutellaria*

leptostegia, *Primula renifolia* и др. Реликтовых оксилофильных видов нет.

Псаммофильных флороценоэлементов 101 (9,5%), из них ценотипно верных 73 (6,9%). Это не только виды, растущие на приморских песках, такие, как *Allium caspium*, *Pancratium maritimum*, *Eryngium maritimum*, *Centaurea donetzica*, *Cakile euxina*, *Crambe maritima*, *Calystegia soldanella*, *Glaucium flavum*, но и обитающие на выходах песков и песчаных массивах: *Helichrysum arenarium*, *Jurinea ciscaucasica*, *Astragalus ammodendron*, *Linaria sabulosa*, реликтовые *Astragalus karakugensis*, *Centaurea donetzica*, *Astragalus lehmannianus*, *Eremosparton aphyllum*, *Medicago cancellata*, локальный эндемик *Heterocaryum echinophorum*, эвриэндемики *Centaurea scripczinskyi* и *Erodium stevenii*.

Галофильных флороценоэлементов 37 (3,5%), из них ценотипно верных 27 (2,5%): *Ferula caspica*, *Asparagus inderiensis*, *Inula caspica*, *Saussurea salsa*, *Senecio paucifolius*, *Takhtajaniantha pusilla*, *Suaeda microphylla*, *Centaureum spicatum* и другие. Эндемичных видов нет, реликтовых видов 3 – ксеротермические реликты *Nitraria schoberi*, *Tetradiclis tenella*, *Goniolimon besserianum*.

Аргиллофильных флороценоэлементов, обитающих на глинистых субстратах, 42 (4,0%), из них ценотипно верных 25 (2,4%). Среди них такие виды, как *Asparagus breslerianus*, *Capparis herbacea*, *Astragalus reticulatus* и др. Локальных эндемиков 2 – *Limonopsis owerinii*, *Hypericum maleevii*, субэндемик 1 – *Crambe aspera*, ксеротермических реликтов 6 – *Iris acutiloba*, *Gagea artemczukii*, *Ziziphora taurica*, *Tetracme quadricornis*, *Crambe koktebelica*, *Megacarpaea megalocarpa*.

Всего пустынные флороценоэлементы насчитывают 529 видов (48,9%), из них ценотипно верных 365 (43,4%). Среди них также наибольшее число эндемичных видов (188) и реликтов (46).

Аквальный флороценотип насчитывает 170 видов (16,0%) и подразделяется на три флороценоциты, включающие гигрофильные, гидрофильные и гидатофильные флороценоэлементы.

Гигрофильные флороценоэлементы обитают в местах с повышенным почвенным увлажнением. Таких видов насчитывается 112 (10,6%), только на влажных местах встречается 77 вида (7,3%). Это такие виды, как *Trachomitum sarmatiense*, *Cucubalus baccifer*, *Tillaea vaillantii*, *Cladium martii*, *Cyperus fuscus*, *Scirpus mucronatus*, *Rubia iberica* и другие. Локальные эндемики представлены одним видом – *Symphytum podcuticum*, гляциальных реликтов 14 – *Carex appropinquata*, *C. disticha*, *C. panacea*, *Drosera rotundifolia*, *Pedicularis palustris*, *Lythrum thesioides*, *Calamagrostis canescens*, *Diandrochloa diarrhena*, *Ranunculus auricomus* и др.

Гидрофильных флороценоэлементов, представленных видами, обитающими по берегам водоемов, насчитывается 19 (1,8%), большинство из них встречаются только в этих условиях (17 видов, 1,6%). Это такие виды, как *Acorus calamus*, *Alisma bjoerkqvistii*, *Damasonium alisma*, *Butomus umbellatus*, *Carex hordeistichos*, *Scirpus hippolyti*, *Iris pseudacorus*, *Sparganium emersum* и др., эндемичных видов нет, реликтовых видов 4: *Carex lasiocarpa*, *Scirpus kasachstanicus*, *Caltha palustris*, *Thelypteris palustris*.

Гидатофильных флороценоэлементов, полностью погружённых в воду

или плавающих на поверхности – 39 (3,7%), лишь небольшая их часть (4 вида) могут быть отнесены к гидрофитам. Облигатными гидатофитами являются *Ceratophyllum tanaiticum*, *Aldrovanda vesiculosa*, *Hydrocharis morsusranae*, *Stratiotes aloides*, *Vallisneria spiralis*, *Lemna gibba*, *Utricularia vulgaris*, *Nymphoides peltatum*, *Caulinia minor*, *Najas major*, *Nelumbo caspica*, *Nymphaea alba*, *Salvinia natans* и другие, среди них два эвриэндемика – *Callitriche fimbriata*, *C. transvolgensis* и 6 гляциальных реликтов – *Elatine triandra*, *Potamogeton alpinus*, *P. chakassiensis*, *P. obtusifolius*, *Psarmaticus*, *Trapa hyrcana*.

Сорный флороценотип насчитывает 44 вида (4,1%). В основном это виды естественных фитоценозов, поселяющиеся на нарушенных местообитаниях, в том числе и в агроценозах. Подразделяется на две флороценозиты, представленные сегетальными и рудеральными флороценоэлементами. Сегетальных флороценоэлементов насчитывается 2 (0,2%). Это *Fumaria schleicheri* и *Galeopsis ladanum*, встречающиеся на нарушенных местообитаниях и в посевах. Рудеральных флороценоэлементов насчитывается 42 (4,03%), причем обитающих только на сорных местах – 26 (2,5%), остальные могут встречаться в степных и луговых фитоценозах. Среди рудеральных видов охраняемыми являются *Vupleurum rotundifolium*, *Cynoglossum officinale*, *Campanula rapunculus*, *Melandrium latifolium*, *Bryonia alba*, *Ecballium elaterium*, *Abutilon theophrasti* и др., к ксеротермическим реликтам отнесены *Goldbachia laevigata*, *Litwinowia tenuissima*, *Strigosella africana*.

Из вышесказанного следует, что в изучаемой флоре насчитывается 1365

флороценоэлементов, что составляет 128,7%, т.е. процент перекрытия равен 28,7%, что свидетельствует о достаточно большой экологической пластичности охраняемых видов. Строгой приуроченностью к определённому фитоценозу обладают 988 видов (93,1%). Наибольшим количеством в эколого-ценотическом спектре представлены пустынные флороценоэлементы, в наименьшем – полупустынные. В убывающем порядке флороценоэлементы располагаются в следующей последовательности: пустынные (529), лесные (232), луговые (222), аквальные (170), степные (164), сорные (144), полупустынные (4).

По распределению эндемичных и реликтовых видов среди флороценоэлементов видно (см. табл. 2), что большинство эндемичных видов принадлежит пустынному флороценотипу (35,5%), представленному наибольшим процентом среди кальцефильных (21,6%) и оксилофильных (11,9%) флороценоэлементов; второе место занимает степной флороценоэлемент (11,6%), третье – луговой (10,8%), т.е. доминирующая роль во флоре охраняемых растений Юга России принадлежит эндемичным ксерофитам. Что же касается реликтовых видов, то здесь на роль преобладающих групп претендуют полупустынные флороценоэлементы (25,0%), степные (17,7%), лесные (15,1%), аквальные (13,5%), в процентном отношении доминируют также ксерофиты. В целом на долю эндемичных и реликтовых флороценоэлементов приходится 392 вида, что составляет почти 30% от всех флороценоэлементов (соответственно 18,2% эндемиков и 10,9% реликтов).

Таблица 2

**Эколого-ценотический спектр эндемичных и реликтовых видов
флоры охраняемых растений Юга России**

Флороценотип и флороценоэлемент (фцэ)	Локальные эндемики	Эвриэндемики	Субэндемики	Всего / % от общего числа фцэ	Третичные реликты	Гляциальные реликты	Ксеротермические реликты	Всего / % от общего числа фцэ
Лесной	5	2	2	9/3,9	13	22	-	35/15,1
Луговой, в т.ч.	15	6	3	24/10,8	1	11	-	12/5,4
равнинный	7	5	-	12/5,4	-	10	-	10/4,5
субальпийский	4	-	2	6/2,7	1	1	-	2/0,9
альпийский	4	1	1	6/2,7	-	-	-	-
Степной	8	6	5	19/11,6	-	-	29	29/17,7
Полупустынный	-	-	-	-	-	-	1	1/25,0
Пустынный, в т.ч.	77	47	64	188/35,5	1	-	45	46/8,7
кальцефильный	46	36	32	114/21,6	1	-	20	21/4,0
оксифильный	28	9	26	63/11,9	-	-	-	-
псаммофильный	1	2	5	8/1,5	-	-	16	16/3,0
галофильный	-	-	-	-	-	-	6	6/1,1
аргиллофильный	2	-	1	3/0,6	-	-	6	6/1,1
Аквальный, в т.ч.	1	2	3	6/3,5	-	23	-	23/13,5
гигрофильный	1	-	-	1/0,6	-	14	-	14/8,2
гидрофильный	-	-	-	-	-	4	-	4/2,4
гидатофильный	-	2	3	5/2,9	-	5	-	5/2,9
Сорный, в т.ч.	1	-	-	1/0,7	-	-	3	3/2,1
сегетальный	-	-	-	-	-	-	-	-
рудеральный	1	-	-	1/0,7	-	-	3	3/2,1
ИТОГО	107	65	77	249/18,2	15	56	78	149/10,9

Таким образом, на территории Юга России среди охраняемых видов подавляющее большинство (93,1%) являются

ценотипно верными. Доминируют ксерофиты, обитающие в пустынных и степных фитоценозах, среди которых

выявлен наибольший процент эндемиков и ксеротермических реликтов. Количество эндемичных видов возрастает по мере уменьшения степени мезофильности флороцено типа. Так, наибольший процент эндемиков относится к пустынному флороцено типу, наименьший – к аквальному. Что же касается реликтовых видов, то их также больше среди ксерофильных флороцено типов (ксеротермические реликты), третичные и гляциальные реликты в несколько меньшем количестве относятся к мезофильным.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Галушко А.И. Анализ флоры западной части Центрального Кавказа // Флора Северного Кавказа и вопросы её истории: сб. науч. тр. – Ставрополь: СГПИ, 1976. – С. 5-130.
2. Горышина Т.К. Экология растений. – М.: Высшая школа, 1979. – 368 с.
3. Миркин Б. М., Розенберг Г. С., Наумова Л. Г. Словарь понятий и терминов современной фитоценологии. – М.: Наука, 1989. – 223 с.
4. Юрцев Б.А., Камелин Р.В. Основные понятия и термины флористики. – Пермь: ПГУ, 1991. – 80 с.

УДК 574.21

Зыков И.Е.¹, Федорова Л.В.¹, Баранов С.Г.²¹Московский государственный областной гуманитарный институт (г. Орехово-Зуево)²Владимирский государственный университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых

ОЦЕНКА БИОИНДИКАЦИОННОГО ЗНАЧЕНИЯ УРОВНЯ ИЗМЕНЧИВОСТИ ПАРАМЕТРОВ ЛИСТОВЫХ ПЛАСТИНОК ЛИПЫ МЕЛКОЛИСТНОЙ (*TILIA CORDATA* MILL.) В УСЛОВИЯХ ГОРОДА ОРЕХОВО-ЗУЕВО И ОРЕХОВО-ЗУЕВСКОГО РАЙОНА

Аннотация. Изучен уровень изменчивости пяти биометрических характеристик листа липы мелколистной. Дана оценка стабильности развития вида по стандартным параметрам в биотопах с различной антропогенной нагрузкой. Установлено, что наиболее устойчивыми признаками являются: ширина половинки листа, расстояние между основаниями первой и второй жилок первого порядка, угол между центральной и первой жилкой первого порядка. Рассмотрена возможность изменения стандартной методики вследствие того, что совокупности трех перечисленных признаков достаточно для расчета суммарного показателя флуктуирующей асимметрии листьев.

Ключевые слова: флуктуирующая асимметрия, биоиндикация, фенотипические отклонения, уровень изменчивости, коэффициент вариации, липа мелколистая.

I. Zykov¹, L. Fedorova¹, S. Baranov²¹Moscow State Regional Institute of Humanities, Orekhovo-Zuevo²Vladimir State University named after Alexander and Nikolay Stoletovs

ASSESSMENT OF THE BIOLOGICAL VALUE OF THE LEVEL OF VARIABILITY OF THE PARAMETERS OF LEAF BLADES OF SMALL-LEAVED LINDEN (*TILIA CORDATA* MILL.) IN THE CITY OF OREKHOVO-ZUYEVO AND OREKHOVO-ZUYEVO REGION

Abstract. The problem of the variability of five biometric characteristics of linden (*Tilia cordata* Mill.) leaves is considered. We have estimated the developmental stability of standard parameters in habitats with different anthropogenic loads. It is found that the most stable features are the half-width of the leaf, distance between the bases of the first and second ribs of the first order, and angle between the central and first vein of the first order. We consider the possibility of changing the standard technique due to the fact that the set of these three parameters is sufficient to calculate the overall index of fluctuating asymmetry of leaves.

Key words: fluctuating asymmetry, bioindication, phenodeviants, level of variability, coefficient of variation, small-leaved linden.

Оценка качества среды урбанизированных территорий является важной

© Зыков И.Е., Федорова Л.В., Баранов С.Г., 2015.

задачей биоиндикационных исследований. Для биоиндикации в последнее время широко используется показатель флуктуирующей асимметрии

листовых пластинок. Флуктуирующая асимметрия как незначительные не-направленные отклонения от строгой билатеральной симметрии в пределах нормы реакции организма является следствием несовершенства онтогенетических процессов [1]. Целью нашего исследования являлось изучение уровня изменчивости биоиндикационных параметров листа липы мелколистной (*Tilia cordata* Mill.) и возможности его использования для оценки состояния окружающей среды г. Орехово-Зуево и Орехово-Зуевского района. Липа мелколистная была выбрана объектом исследования как один из наиболее распространенных видов урбанизированных ландшафтов, устойчивых к действию среды обитания [4].

Материалы для выявления степени флуктуирующей асимметрии листьев липы мелколистной были собраны в

пяти точках города Орехово-Зуево и Орехово-Зуевского района в 2008 г. и обработаны по стандартной методике [2]. С одного листа снимали показатели по пяти билатеральным признакам с левой и правой стороны листовой пластинки: 1-й признак – ширина половинки листа; 2-й – расстояние между основаниями первой жилки первого порядка и второй жилки второго порядка; 3-й – расстояние между основаниями второй и третьей жилок второго порядка; 4-й – расстояние между основаниями первой и второй жилок первого порядка; 5-й – угол между центральной и первой жилкой первого порядка. Для каждой точки расчетным путем получены результаты биоиндикации состояния окружающей среды по показателю флуктуирующей асимметрии (табл. 1) листьев липы мелколистной.

Таблица 1

**Показатель флуктуирующей асимметрии листьев липы мелколистной г.
Орехово-Зуево и Орехово-Зуевского района в 2008 г.**

№ п/п	Точка исследования	Показатель флуктуирующей асимметрии
1	Орехово-Зуевский район, д. Давыдово, насаждения около Администрации сельского поселения	0,0644
2	Орехово-Зуевский район, г. Ликино-Дулево, насаждения около детского сада «Сказка»	0,0703
3	г. Орехово-Зуево, пришкольный участок МОУ «Гимназия № 14»	0,0472
4	г. Орехово-Зуево, пришкольный участок МОУ СОШ № 12 с УИОП	0,0532
5	г. Орехово-Зуево, насаждения вдоль автодороги по ул. Козлова, напротив Управления образования	0,0573

Согласно полученным результатам наименьшее значение показателя флуктуирующей асимметрии листьев липы мелколистной наблюдается в г. Орехово-Зуево на пришкольном участке МОУ

«Гимназия № 14» (точка № 3). Удаленность данного местообитания от промышленных предприятий и автодорог, близость мало нарушенных приречных биотопов р. Клязьмы, по-видимому, де-

лают эту территорию одной из наименее загрязненных в черте города. Фоновому состоянию окружающей среды соответствует и показатель асимметричности в точке № 4. В этом микрорайоне города находится химический завод по выпуску изделий из фенолформальдегидных смол. Однако расположение данной территории на окраине города, недалеко от луговых и приречных биоценозов, а также приоритетное направление ветров, сносящих большую часть выбросов завода в сторону от пробной площадки, частично нивелирует их воздействие на биоту. Средний уровень загрязнения окружающей среды регистрируется в точке № 5. Очевидно, что наибольшее влияние на среду обитания здесь оказывает автомобильный транспорт, однако интенсивность его движения невелика и отсутствие потока большегрузных автомобилей незначительно нарушает экологическую обстановку. Сильное (точка № 1) и критическое (точка № 2) загрязнение окружающей среды наблюдается в Орехово-Зуевском районе, на территориях, где сосредоточены такие промышленные предприятия, как завод по производству шин «Мишлен» и производство пластмассовых изделий «Импульс Пласт» (д. Давыдово), АОЗТ «Дулевский фарфор» и АООТ «Ликинский автобусный завод» (г. Ликино-Дулево).

Полученные результаты могут быть верифицированы путем их сопоставления между собой, а также по прямым и косвенным характеристикам местобитаний. Они, безусловно, зависят от выбора признаков объекта биоиндикации. Метод флуктуирующей асимметрии основан на выявлении эффективности гомеостаза развития, который может быть оценен с морфологической, генетической, физиологической,

биохимической и иммунологической точек зрения [3]. При оценке морфологических изменений как следствия нарушения гомеостаза основным является морфогенетический подход. Он характеризует стабильность развития, процессы, снижающие фенотипическое разнообразие как следствие нарушений онтогенеза. Это приводит к отклонению разнообразных морфологических признаков, которые оцениваются по величине флуктуирующей асимметрии.

Наряду с флуктуирующей асимметрией наиболее часто применяется оценка частоты существенных морфологических отклонений (фенодевиантов). При этом могут быть использованы разные методики, дающие представление об уровне изменчивости признаков. Нами использована методика С.А. Мамаева, разработанная для определения изменчивости признаков у древесных растений [5-6]. Анализ биоиндикационной ценности параметров листа для выявления показателя флуктуирующей асимметрии позволил сделать предположение о возможности изменения стандартной методики. Наиболее стабильные параметры листовой пластинки с низким уровнем изменчивости должны быть сохранены, а признаки с высоким коэффициентом вариации, возможно, не следует учитывать вообще, попытаться заменить их на более надежные альтернативные признаки или использовать в качестве дополнительных. Для определения уровня изменчивости был вычислен коэффициент вариации для каждого признака левой и правой половины листа в отдельности для каждой точки сбора листьев в г. Орехово-Зуево и Орехово-Зуевском районе (см. табл. 2-5).

Таблица 2

**Коэффициент вариации признаков листа липы мелколистной
в точке 1 (Орехово-Зуевский р-н, д. Давыдово, насаждения около
Администрации сельского поселения)**

Метрические признаки	Ширина половины листа, мм		Расстояние между основаниями 1-й жилки 1-го порядка и 2-й жилки 2-го порядка, мм		Расстояние между основаниями 2-й и 3-й жилок 2-го порядка, мм		Расстояние между основаниями 1-й и 2-й жилок 1-го порядка, мм		Угол между центральной и 1-й жилкой 1-го порядка, градусы	
	Л	П	Л	П	Л	П	Л	П	Л	П
Минимум - максимум	24-52	28-50	04-30	03-29	07-24	05-31	10-30	10-30	27-57	25-49
Среднее значение признака	36,25 ±0,56	36,85 ±0,40	18,09 ±0,52	17,22 ±0,52	13,10 ±0,34	13,29 ±0,52	19,99 ±0,40	20,03 ±0,40	37,47 ±0,60	36,01 ±0,48
Среднее квадратичное отклонение	5,58	4,39	5,18	5,18	3,39	5,18	3,99	3,99	5,98	4,79
Коэффициент вариации, %	15	12	29	30	26	39	20	20	16	13
Уровень изменчивости, баллы	II	II	IV	IV	IV	V	III	III	III	II

Таблица 3

**Коэффициент вариации признаков листа липы мелколистной
в точке 2 (Орехово-Зуевский район, г. Ликино-Дулево,
насаждения около детского сада «Сказка»)**

Метрические признаки	Ширина половины листа, мм		Расстояние между основаниями 1-й жилки 1-го порядка и 2-й жилки 2-го порядка, мм		Расстояние между основаниями 2-й и 3-й жилок 2-го порядка, мм		Расстояние между основаниями 1-й и 2-й жилок 1-го порядка, мм		Угол между центральной и 1-й жилкой 1-го порядка, градусы	
	Л	П	Л	П	Л	П	Л	П	Л	П
Минимум-максимум	20-50	25-45	9-29	9-23	7-23	7-24	13-37	7-35	14-63	9-58
Среднее значение признака	33,95 ± 0,60	34,17± 0,40	16,46± 0,40	16,70± 0,28	12,22± 0,32	12,59± 0,34	19,65± 0,48	19,31± 0,56	40,26± 0,97	40,28± 0,97
Среднее квадратичное отклонение	5,98	3,99	3,99	2,79	3,19	3,39	4,78	5,58	9,77	9,77
Коэффициент вариации, %	18	12	24	17	26	27	24	29	24	24
Уровень изменчивости, баллы	III	II	III	III	IV	IV	III	IV	III	III

Таблица 4

**Коэффициент вариации признаков листа липы мелколистной в точке 3
(г. Орехово-Зуево пришкольный участок МОУ «Гимназия № 14»)**

Метрические признаки	Ширина половины листа, мм		Расстояние между основаниями 1-й жилки 1-го порядка и 2-й жилки 2-го порядка, мм		Расстояние между основаниями 2-й и 3-й жилок 2-го порядка, мм		Расстояние между основаниями 1-й и 2-й жилок 1-го порядка, мм		Угол между центральной и 1-й жилкой 1-го порядка, градусы	
	Л	П	Л	П	Л	П	Л	П	Л	П
Минимум-максимум	21-50	25-49	10-37	10-29	9-18	9-20	10-27	9-32	25-51	30-55
Среднее значение признака	35,94±0,57	36,20±0,47	19,70±0,53	19,86±0,37	12,86±0,17	13,07±0,21	18,36±0,33	18,31±0,45	35,52±0,52	40,28±0,49
Среднее квадратичное отклонение	5,78	4,79	5,38	3,79	1,80	2,20	3,39	4,39	5,18	4,98
Коэффициент вариации, %	16	13	27	19	14	16	18	25	15	12
Уровень изменчивости, баллы	III	II	IV	II	II	III	III	III	II	II

Таблица 5

**Коэффициент вариации признаков листа липы мелколистной в точке 4
(г. Орехово-Зуево, пришкольный участок МОУ СОШ № 12 с УИОП)**

Метрические признаки	Ширина половины листа, мм		Расстояние между основаниями 1-й жилки 1-го порядка и 2-й жилки 2-го порядка, мм		Расстояние между основаниями 2-й и 3-й жилок 2-го порядка, мм		Расстояние между основаниями 1-й и 2-й жилок 1-го порядка, мм		Угол между центральной и 1-й жилкой 1-го порядка, градусы	
	Л	П	Л	П	Л	П	Л	П	Л	П
Минимум-максимум	28-52	30-54	7-34	9-48	9-31	11-20	13-46	15-48	29-49	26-49
Среднее значение признака	42,6±0,48	43,2±0,48	23,5±0,54	23,8±0,78	16,5±0,44	16,2±0,18	24,5±0,66	25,4±0,66	37,81±0,40	37,9±0,46
Среднее квадратичное отклонение	4,78	4,79	5,39	7,78	4,39	1,80	6,58	6,58	3,99	4,59
Коэффициент вариации, %	11	11	22	33	27	11	27	26	11	12
Уровень изменчивости, баллы	II	II	III	IV	IV	II	IV	IV	II	II

Изучая изменчивость признаков в отдельности, можно ввести такой показатель, как совокупный уровень изменчивости, который будет скла-

дываться из изменчивости каждого признака. Он может быть вычислен для каждой из сторон листа (см. табл. 6-7). Совокупный уровень изменчиво-

сти левой и правой половины листа по всем пяти параметрам листовой пластинки в точках 1 и 2 одинаков (равен 16 слева и справа соответственно), что, по-видимому, свидетельствует о ненаправленной изменчивости, тогда как в точке 3 (15 слева и 12 справа) и 4 (15 слева и 14 справа) его отклонения могут являться следствием проявления направленной асимметрии.

При сравнении уровня изменчивости показателей листа липы мелколистной оказалось, что коэффициент вариации второго и третьего признаков (расстояние между основаниями первой жилки первого порядка и второй жилки второго порядка и расстояние между основаниями второй и третьей жилок второго порядка) в точках 1-4 повышен (IV балла), а иногда (третий параметр, правая сторона листовой пластинки, д. Давыдово) – просто высокий (39 %). Четвертый параметр (расстояние между основаниями первой и второй жилок первого порядка) оказался более стабильным. Его значения соответствуют среднему, а в некоторых случаях – повышенному уровню изменчивости. Этот параметр связан с гистогенезом тканей листа, а именно с

работой прокамбия. Образовательные ткани часто подвергаются негативному действию среды, что приводит к асинхронной дифференцировке прокамбия в проводящие ткани, а это в свою очередь становится причиной разницы в вычленении первой и второй жилок левой и правой половины листа. Таким образом, четвертый параметр листа, вне зависимости от его уровня изменчивости, желательно учитывать при биоиндикационных исследованиях. По первому параметру листа (ширине половины листовой пластинки) во всех точках отмечен низкий уровень изменчивости. Этот «классический» параметр, по-видимому, может быть использован в качестве самостоятельного для определения показателя флуктуирующей асимметрии. Кроме того, при обработке метрических характеристик отмечается достаточно высокий уровень достоверности результатов. Коэффициент вариации пятого углового параметра, соответствующего низкому и среднему уровням изменчивости, также может быть учтен в биоиндикации при условии минимизации ошибок при первичном измерении этого признака.

Таблица 6

**Коэффициент вариации признаков листа липы мелколистной,
вычисленный для каждой точки по пяти параметрам, %**

№ точки	Ширина половины листа		Расстояние между основаниями 1-й жилки 1-го порядка и 2-й жилки 2-го порядка		Расстояние между основаниями 2-й и 3-й жилок 2-го порядка		Расстояние между основаниями 1-й и 2-й жилок 1-го порядка		Угол между центральной и 1-й жилкой 1-го порядка	
	Л.	П.	Л.	П.	Л.	П.	Л.	П.	Л.	П.
1	15	12	29	30	26	39	20	20	16	13
2	18	12	24	17	26	27	24	29	24	24
3	16	13	27	19	14	16	18	25	15	12
4	11	11	22	33	27	11	27	26	11	12
5	8	8	12	13	11	9	11	8	10	9

Таблица 7

Соответствие коэффициента вариации уровню изменчивости признака [5]

Коэффициент вариации, %	Уровень изменчивости, баллы
ниже 7	I - очень низкий
от 7 до 15	II – низкий
от 16 до 25	III - средний
от 26 до 35	IV - повышенный
от 36 до 50	V - высокий
от 51 и выше	VI - очень высокий

В результате изучения уровня изменчивости морфологических признаков листовой пластины липы мелколистной можно сделать вывод о том, что наиболее устойчивыми являются первый, четвертый и пятый параметры. Их совокупности, вероятно, будет достаточно для достоверного расчета показателя флуктуирующей асимметрии листьев. Однако это заключение нуждается в проверке на основе изучения более богатого фактического материала.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Захаров В.М. Асимметрия животных (популяционно-феногенетический подход). – М.: Наука, 1987. – 216 с.
2. Захаров В.М., Крысанов Е.Ю., Пронин А.В. Методология оценки здоровья среды // Последствия Чернобыльской катастрофы: здоровье среды. – М.: Центр экологической политики России, 1996. – С. 22-31.
3. Захаров В.М. Здоровье среды: методика оценки / В.М. Захаров, А.С. Баранов, В.И. Борисов и др. – М.: Центр экологической политики России, 2000. – 68 с.
4. Зыков И.Е., Никифоров Н.Д., Федорова Л.В. К оценке стабильности развития липы мелколистной (*Tilia cordata* Mill.) в условиях Восточного Подмосковья // Актуальные проблемы биоэкологии: мат. междунар. науч.-практич. конф. – М.: Диона, 2008. – С. 72-74.
5. Мамаев С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений (на примере семейства Pinaceae на Урале). – М.: Наука, 1972. – 284 с.
6. Таршис Л.Г. Морфология и внутривидовая изменчивость цветков и соцветий. – Екатеринбург: УрГПУ, 1997. – 26 с.

УДК 597.841:591.342

Кидов А.А., Матушкина К.А., Африн К.А., Блинова С.А.*Российский государственный аграрный университет –
Московская сельскохозяйственная академия им К.А. Тимирязева***СТАНДАРТНЫЕ МЕТОДЫ МОРФОМЕТРИИ В ПРИЖИЗНЕННОМ
ИЗУЧЕНИИ ИЗМЕНЧИВОСТИ КАВКАЗСКОЙ ЖАБЫ,
BUFO VERRUCOSISSIMUS (PALLAS, 1814)
НА СЕВЕРО-ЗАПАДНОМ КАВКАЗЕ**

Аннотация. В статье приводятся результаты изучения морфометрических показателей трех подвидов кавказской жабы, *Bufo verrucosissimus* на Северо-Западном Кавказе. Все признаки были изучены у живых земноводных после периода размножения. Отмечается, что по большинству исследованных морфометрических показателей были выявлены достоверные различия. Полученные результаты, в отличие от предыдущих исследований, подтверждают наличие у кавказской жабы географической изменчивости по морфометрическим признакам. Авторы считают, что вопрос о внутривидовой структуре этого вида далек от разрешения и нуждается в дальнейших исследованиях.

Ключевые слова: кавказская жаба (*Bufo verrucosissimus*), внутривидовая изменчивость, прижизненные исследования, стандартная морфометрия, Северо-Западный Кавказ.

A. Kidov, K. Matushkina, K. Afrin, S. Blinova*Russian State Agrarian University – K.A. Timiryazev Moscow Agricultural Academy***STANDARD METHODS OF MORPHOMETRY IN LIFETIME STUDIES
OF VARIABILITY OF CAUCASIAN TOAD BUFO VERRUCOSISSIMUS
(PALLAS, 1814) IN THE NORTHWESTERN CAUCASUS**

Abstract. We present the results of a research on morphometric parameters of three subspecies of Caucasian toad, *Bufo verrucosissimus*, in the Northwestern Caucasus. All the characteristics are studied in living amphibians after a breeding period. It is noted that the majority of the studied morphometric parameters differ significantly. The results obtained, in contrast to previous studies, confirm the presence of geographic variability of morphometric parameters in Caucasian toad. We believe that the issue of intraspecific structure of this species is far from being resolved and requires further investigation.

Key words: Caucasian toad, *Bufo verrucosissimus*, intraspecific variability, lifetime studies, standard morphometry, Northwestern Caucasus.

Предметом длительных споров остается до настоящего времени система серых жаб *Bufo bufo* complex Западной Палеарктики [15-18]. Не-

© Кидов А.А., Матушкина К.А., Африн К.А., Блинова С.А., 2015.

смотря на то, что самостоятельный видовой статус кавказской жабы, *Bufo verrucosissimus* (Pallas, 1814) признается большинством авторов [3-8; 12], по-прежнему ряд исследователей считают целесообразным рассматривать ее

лишь на правах подвида широко распространённой обыкновенной жабы (*Bufo bufo* Linnaeus) 1758 [9-11]. Среди сторонников видовой валидности кавказской жабы также нет общего мнения о ее внутривидовой структуре: по версии разных авторов, вид считается либо монотипическим [5; 7; 17], либо полиморфным [3-4; 8; 12], насчитывающим до 4 подвидов (колхидская жаба, *B. verrucosissimus verrucosissimus* (Pallas, 1814); черкесская жаба, *B. verrucosissimus circassicus* Orlova et Tuniyev, 1989; жаба Тертышникова, *B. verrucosissimus tertyschnikovi* Kidov, 2009; жаба Турова, *B. verrucosissimus turowi* Krasovsky, 1933).

В основу выделения подвидов легли такие не традиционные для исследований изменчивости бесхвостых амфибий признаки, как форма языка и рострума, выраженность шейного перехвата, форма бугров и шипиков на кожных покровах, некоторые элементы окраски [3; 8]. Применение же стандартных морфометрических показателей [3-4; 8; 11] не выявило значимых различий между выделяемыми подвидами формами. Стоит отметить, что в большинстве работ, посвященных изменчивости кавказской жабы, материалом для изучения служили фиксированные экземпляры из музейных коллекций [3; 8; 11]. Очевидно, что различные методы фиксации и степень сохранности этого материала не могли не затруднить сравнение жаб из разных выборок. К тому же современный охранный статус этого вида, занесенного как в Красную Книгу РФ [6], так и некоторые региональные Красные Книги [2; 13-14], способствует его изучению без изъятия из природы. В этой связи нами были осуществлены

специальные исследования морфометрической изменчивости кавказской жабы трех выделяемых для Северо-Западного Кавказа подвидов (колхидская жаба, черкесская жаба и жаба Турова) в сравнительном аспекте, некоторые результаты которых представлены ниже.

Материалы и методы исследований

Исследования проводили в весенне-летние (с мая по август) месяцы 2011-2014 гг. в трех локалитетах на территории Краснодарского края. Колхидские жабы были отловлены на левом берегу реки Макопсе в Лазаревском районе города-курорта Сочи (44°01' с. ш., 39°15' в. д.; 65 м н. у. м.), черкесские жабы – на правом берегу реки Убин в окрестностях станицы Убинская Северского района (44°42' с. ш., 38°31' в. д., 170 м н. у. м.), а жабы Турова – на левом берегу реки Малая Лаба в окрестностях поселка Никитино Мостовского района (43°57' с. ш., 40°42' в. д., 820 м н. у. м.). Всего было измерено 121 взрослое животное, в том числе 61 экз. колхидской жабы (38 самок и 23 самца), 19 экз. черкесской жабы (4 самки и 15 самцов), 41 экз. жабы Турова (22 самки и 19 самцов). Измерения проводили штангенциркулем с погрешностью 0,1 мм, преимущественно с правой стороны тела. Применяли стандартные промеры [1] с некоторыми более поздними дополнениями, апробированными в работах по изменчивости серых жаб [8-11].

Перечень измеряемых показателей: *L.* – расстояние от кончика морды до центра клоакального отверстия, или длина тела; *L.t.c.* – максимальная ширина головы у основания нижних челюстей, или наибольшая ширина головы; *Sp.o.* – расстояние между пе-

редними краями глазных щелей, или расстояние между глазами; *D.r.o.* – расстояние от переднего края глаза до кончика морды; *D.n.o.* – расстояние от переднего края глаза до ноздри; *L.o.* – наибольшая длина глазной щели; *Sp.n.* – расстояние между ноздрями; *L.tym.* – наибольшая длина барабанной перепонки; *Lt.pr.* – ширина паротиды; *L.pt.* – длина паротиды; *F.* – длина бедра от клоакального отверстия до наружного края сочленения (на согнутой конечности); *T.* – длина голени (на согнутой конечности); *D.p.* – длина первого внутреннего пальца задней ноги от дистального основания пяточного бугра до конца пальца; *C.int.* – наибольшая длина внутреннего пяточного бугра в его основании.

Всех животных после снятия промеров выпускали в местах поимки.

Для статистической обработки полученного материала использовали

пакет программ «Statistica 8.0». Достоверность различий оценивали при помощи U-критерия теста Манна-Уитни ($U_{\text{эмп}}$).

Результаты исследований

Как и в других исследованиях [3-4; 8-11], половой диморфизм в линейных размерах тела кавказских жаб изученных выборок был сильно выражен (табл. 1 и 2): по всем морфометрическим показателям самки достоверно ($p \leq 0,01$) превосходили самцов. Различия сохранялись и при сравнении большинства общепринятых индексов [1]. Так, самки и самцы всех изученных подвидов достоверно различались по индексам *Lt.c./L.*, *Lt.c./Sp.o.* и *Lt.c./D.n.o.* Половой диморфизм по индексу *F./L.* достоверно отмечен для колхидской жабы и жабы Турова. Самки и самцы всех подвидов не различались по значению индекса *Sp.o./Sp.n.*

Таблица 1

Морфометрическая характеристика взрослых кавказских жаб трех подвидов, мм

Показатель, мм	Группа	$M \pm m(\sigma)$ min-max		
		колхидская жаба	черкесская жаба	жаба Турова
<i>L.</i>	самки	<u>92,12±1,28(6,00)</u> 78,6–102,3	<u>101,50±3,55(6,15)</u> 93,2–108,0	<u>100,79±1,35(6,21)</u> 88,1–111,2
	самцы	<u>75,35±0,46(2,80)</u> 67,9–81,5	<u>73,56±1,05(3,95)</u> 65,8–85,2	<u>75,95±1,04(4,44)</u> 65,8–85,2
<i>Lt.c.</i>	самки	<u>34,61±0,56(2,66)</u> 30,1–40,0	<u>37,87±1,75(3,04)</u> 33,6–40,8	<u>34,27±0,48(2,21)</u> 29,3–38,0
	самцы	<u>26,13±0,15(0,96)</u> 24,3–28,6	<u>24,60±0,33(1,27)</u> 21,7–26,3	<u>24,42±0,43(1,83)</u> 20,6–27,9
<i>Sp.o.</i>	самки	<u>15,97±0,21(1,02)</u> 14,1–18,0	<u>12,82±0,84(1,46)</u> 11,0–14,4	<u>12,14±0,15(0,70)</u> 10,7–13,9
	самцы	<u>12,47±0,06(0,39)</u> 11,7–13,3	<u>10,21±0,21(0,80)</u> 8,5–11,4	<u>9,17±0,32(1,36)</u> 7,8–12,7

Показатель, мм	Группа	$\frac{M+m(\sigma)}{\min-\max}$		
		колхидская жаба	черкесская жаба	жаба Турова
<i>D.r.o.</i>	самки	$\frac{11,06 \pm 0,14 (0,66)}{10,1-12,4}$	$\frac{11,42 \pm 0,45 (0,78)}{10,3-12,0}$	$\frac{11,03 \pm 0,14 (0,64)}{9,5-12,7}$
	самцы	$\frac{9,08 \pm 0,65 (0,39)}{8,4-9,8}$	$\frac{8,76 \pm 0,12 (0,46)}{8,0-9,4}$	$\frac{8,57 \pm 0,18 (0,77)}{7,1-10,0}$
<i>D.n.o.</i>	самки	$\frac{6,00 \pm 0,11 (0,53)}{5,0-7,0}$	$\frac{5,12 \pm 0,43 (0,75)}{4,1-5,9}$	$\frac{4,86 \pm 0,11 (0,50)}{4,0-5,8}$
	самцы	$\frac{4,73 \pm 0,04 (0,29)}{4,2-5,6}$	$\frac{4,06 \pm 0,13 (0,50)}{3,3-5,6}$	$\frac{3,86 \pm 0,17 (0,75)}{2,8-5,6}$
<i>L.o.</i>	самки	$\frac{7,36 \pm 0,09 (0,44)}{6,0-8,0}$	$\frac{9,02 \pm 0,52 (0,91)}{8,0-10,1}$	$\frac{8,78 \pm 0,22 (1,04)}{6,4-10,7}$
	самцы	$\frac{6,38 \pm 0,07 (0,43)}{5,3-7,2}$	$\frac{6,58 \pm 0,12 (0,45)}{5,9-7,3}$	$\frac{7,14 \pm 0,18 (0,79)}{5,3-8,6}$
<i>Sp.n.</i>	самки	$\frac{6,23 \pm 0,07 (0,33)}{5,6-7,0}$	$\frac{6,37 \pm 0,08 (0,15)}{6,2-6,5}$	$\frac{5,71 \pm 0,13 (0,61)}{4,6-6,9}$
	самцы	$\frac{4,93 \pm 0,03 (0,24)}{4,4-5,6}$	$\frac{4,64 \pm 0,09 (0,36)}{4,3-5,6}$	$\frac{4,29 \pm 0,11 (0,50)}{3,6-5,6}$
<i>L.tym.</i>	самки	$\frac{2,99 \pm 0,06 (0,30)}{2,5-3,6}$	$\frac{4,15 \pm 0,39 (0,67)}{3,4-4,9}$	$\frac{3,28 \pm 0,18 (0,85)}{2,0-4,8}$
	самцы	$\frac{2,66 \pm 0,05 (0,34)}{1,9-3,2}$	$\frac{2,90 \pm 0,09 (0,34)}{2,1-3,4}$	$\frac{2,49 \pm 0,14 (0,61)}{1,7-3,9}$
<i>Lt.pr.</i>	самки	$\frac{8,59 \pm 0,18 (0,88)}{6,7-10,0}$	$\frac{9,30 \pm 0,70 (1,21)}{8,0-10,9}$	$\frac{8,87 \pm 0,20 (0,93)}{6,4-10,6}$
	самцы	$\frac{6,32 \pm 0,10 (0,62)}{5,1-7,9}$	$\frac{6,51 \pm 0,16 (0,61)}{5,7-7,7}$	$\frac{6,34 \pm 0,16 (0,69)}{4,9-8,0}$
<i>L.pt.</i>	самки	$\frac{19,31 \pm 0,37 (1,73)}{14,9-22,8}$	$\frac{22,75 \pm 1,47 (2,54)}{19,9-26,1}$	$\frac{22,01 \pm 0,53 (2,44)}{18,1-26,7}$
	самцы	$\frac{15,43 \pm 0,19 (1,15)}{12,6-17,4}$	$\frac{14,87 \pm 0,31 (1,16)}{13,1-16,9}$	$\frac{15,74 \pm 0,34 (1,45)}{13,3-18,4}$
<i>F.</i>	самки	$\frac{40,47 \pm 0,79 (3,73)}{32,0-47,9}$	$\frac{45,05 \pm 1,27 (2,21)}{41,8-46,6}$	$\frac{43,92 \pm 0,65 (3,02)}{36,4-48,0}$
	самцы	$\frac{34,37 \pm 0,23 (1,45)}{31,2-37,3}$	$\frac{32,71 \pm 0,58 (2,19)}{29,1-36,2}$	$\frac{34,69 \pm 0,47 (2,03)}{31,6-38,8}$
<i>T.</i>	самки	$\frac{35,00 \pm 0,48 (2,26)}{30,9-39,3}$	$\frac{37,70 \pm 1,32 (2,29)}{34,3-39,3}$	$\frac{36,94 \pm 0,49 (2,28)}{30,3-40,4}$
	самцы	$\frac{30,35 \pm 0,19 (1,18)}{27,7-32,9}$	$\frac{28,93 \pm 0,61 (2,29)}{26,3-34,4}$	$\frac{30,20 \pm 0,39 (1,68)}{26,7-34,2}$
<i>D.p.</i>	самки	$\frac{14,64 \pm 0,24 (1,16)}{11,7-16,3}$	$\frac{15,05 \pm 0,35 (0,61)}{14,2-15,6}$	$\frac{15,39 \pm 0,32 (1,49)}{12,0-17,9}$
	самцы	$\frac{13,09 \pm 0,12 (0,76)}{10,8-14,8}$	$\frac{12,02 \pm 0,20 (0,75)}{10,7-13,2}$	$\frac{12,97 \pm 0,27 (1,15)}{10,9-15,3}$
<i>C.int.</i>	самки	$\frac{4,39 \pm 0,08 (0,39)}{3,4-5,0}$	$\frac{4,72 \pm 0,16 (0,28)}{4,4-5,1}$	$\frac{5,64 \pm 0,16 (0,73)}{4,2-7,1}$
	самцы	$\frac{3,59 \pm 0,04 (0,29)}{3,1-4,4}$	$\frac{3,28 \pm 0,07 (0,28)}{2,7-3,8}$	$\frac{4,33 \pm 0,14 (0,62)}{3,1-5,5}$

Сравнивая жаб из разных выборок, можно отметить, что достоверные различия между подвидами наблюдались по подавляющему большинству морфометрических признаков (табл. 2). Исключением являлись длина тела самцов (*L.*) и ширина паротид (*Lt.pr.*) у обоих полов, не демонстрировавшие значимых различий. По индексам статистически достоверными при сравнении самок колхидской жабы с самками черкесской были *Sp.o./Sp.n.*, *Lt.c./ Sp.o.* и *Lt.c./D.n.o.* Самки колхид-

ской жабы и жабы Турова различались по индексам *Lt.c./L.*, *Lt.c./Sp.o.* и *Lt.c./D.n.o.*, а самки последней и самки черкесской жабы имели достоверные различия лишь по *Lt.c./L.* Самцы всех трех подвигов различались значением индексов *Lt.c./L.* и *Lt.c./Sp.o.* Также самцы колхидской жабы с самцами черкесской жабы и самцами жабы Турова имели достоверные различия по индексу *Sp.o./Sp.n.*, а самцы черкесской жабы и жабы Турова отличались значением индекса *F/L.*

Таблица 2

Значения U-критерия теста Манна-Уитни ($U_{\text{эмп}}$) при попарном сравнении морфометрических показателей трех подвигов кавказской жабы

Показатель	$U_{\text{эмп}}$					
	самки			самцы		
	колхидская жаба / черкесская жаба	колхидская жаба / жаба Турова	жаба Турова / черкесская жаба	колхидская жаба / черкесская жаба	колхидская жаба / жаба Турова	жаба Турова / черкесская жаба
<i>L.</i>	13**	77*	40	204,5	326,5	98,5
<i>Lt.c.</i>	18**	230	14**	85*	153,5*	128
<i>Sp.o.</i>	2*	0*	26,5	0*	53*	50,5*
<i>D.r.o.</i>	30	251	26,5	175**	195,5*	116,5
<i>D.n.o.</i>	13,5**	29*	30,5	49,5*	125,5*	98
<i>L.o.</i>	0,5*	51*	36,5	227,5	126*	75,5**
<i>Sp.n.</i>	32	125*	13,5**	126,5*	79,5*	71
<i>L.tym.</i>	2,5*	203,5	17,5**	176,5**	268	76**
<i>Lt.pr.</i>	32	206,5	36	244,5	353,5	121
<i>L.pt.</i>	12**	97,5*	36	201,5	314	90**
<i>F.</i>	13**	104*	33,5	156*	353,5	79**
<i>T.</i>	19,5**	129*	29	152*	316	90,5**
<i>D.p.</i>	39	167,5**	31,5	85,5*	343,5	68,5*
<i>C.int.</i>	22,5	35*	12**	129*	99*	24*

* – различия достоверны при $p \leq 0,01$;

** – различия достоверны при $p \leq 0,05$.

Таким образом, однородность материала (все животные были измерены прижизненно сразу же после поимки в природе) позволила нам выявить большое количество различий между

кавказскими жабами трех подвигов даже при использовании стандартных морфометрических методов. Мы намеренно воздерживаемся от возможных дискуссий о валидности этих явно не

аллопатрических форм на основании полученных нами результатов, так как в этом случае мы можем иметь дело с крайними значениями клинальной изменчивости. В то же время прижизненное измерение с применением «классических» морфометрических методов, несомненно, заслуживает внимания для изучения закономерностей фенотипической изменчивости серых жаб Кавказа.

Благодарности

Авторы признательны всем сотрудникам кафедры зоологии и студентам зооинженерного факультета РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева, оказавшим содействие в проведении данной работы, и особенно: профессору Г.И. Блохину – за ценные замечания и комментарии при работе над рукописью; А.А. Бакшеевой, А.В. Ковалеву, Е.Г. Ковриной, С.Г. Пыхову и А.Л. Тимошиной – за помощь в проведении полевых исследований.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Банников А.Г. Определитель земноводных и пресмыкающихся фауны СССР / А.Г. Банников, И.С. Даревский, В.Г. Ищенко и др. – М.: Просвещение, 1977. – 415 с.
2. Доронин И.В. Кавказская жаба *Bufo verrucosissimus* (Pallas, [1814]) // Красная книга Ставропольского края (Животные). – Ставрополь: Астерикус, 2013. – С. 134.
3. Кидов А.А. Кавказская жаба *Bufo verrucosissimus* (Pallas, [1814]) (Amphibia, Anura, Bufonidae) в Западном и Центральном Предкавказье: замечания к распространению и таксономии // Научные исследования в зоологических парках. – 2009. – Вып. 25. – С. 170-179.
4. Кидов А.А., Орлова М.А., Дернаков В.В. Сравнительная характеристика внешней морфологии и окраски кавказской жабы *Bufo verrucosissimus* (Pallas, 1811) (Amphibia, Anura, Bufonidae) некоторых популяций Северного макросклона Главного Кавказского хребта // Биоразнообразие: проблемы и перспективы сохранения: мат. межд. конф. (Пенза, 13–16 мая 2008 г.) [Ч. II]. – Пенза: ПГПУ им. В.Г. Белинского, 2008. – С. 255-258.
5. Кузьмин С.Л. 2012. Земноводные бывшего СССР. – М.: Т-во науч. изд. КМК, 2012. – 370 с.
6. Кузьмин С.Л. Кавказская жаба *Bufo verrucosissimus* // Красная Книга Российской Федерации (животные). – М.: Астрель, 2001. – С. 318-319.
7. Литвинчук С.Н. Молекулярно-биохимические и цитогенетические аспекты микроэволюции у бесхвостых амфибий фауны России и сопредельных стран / С.Н. Литвинчук, Ю.М. Розанов, Л.Я. Боркин и др. // Вопросы герпетологии: мат. 3-го съезда Герпетол. об-ва им. А.М. Никольского. – СПб: Зоол. ин-т РАН, 2008. – С. 247-257.
8. Орлова В.Ф., Туниев Б.С. К систематике кавказских серых жаб группы *Bufo bufo verrucosissimus* (Pallas) (Amphibia, Anura, Bufonidae) // Бюллетень МОИП. Отдел биологический. – 1989. – Т. 94 (№ 3). – С. 13-24.
9. Писанец Е.М. Таксономические взаимоотношения серых жаб (*Bufo bufo* complex) и некоторые теоретические и практические проблемы систематики (Сообщение 1) // Вестник зоологии. – 2001. – Т. 35 (№ 5). – С. 37-44.
10. Писанец Е.М. Таксономические взаимоотношения серых жаб (*Bufo bufo* complex) и некоторые теоретические и практические проблемы систематики (Сообщение 2) // Вестник зоологии. – 2002. – Т. 36 (№ 1). – С. 61-68.
11. Писанец Е.М. Серые жабы (Amphibia, Bufonidae, *Bufo bufo* complex) Предкавказья и Северного Кавказа: новый ана-

- лиз проблемы / Е.М. Писанец, С.Н. Литвинчук, Ю.М. Розанов и др. // Збірник праць Зоологічного музею ННПМ НАНУ. – 2008/2009. – № 40. – С. 87-129.
12. Тертышников М.Ф. Земноводные Ставрополя. – Ставрополь: Ставропольский ун-т, 1999. – 85 с.
13. Туниев Б.С., Туниев С.Б. Жаба колхидская *Bufo verrucosissimus* (Pallas, 1814) // Красная книга Краснодарского края (животные). – Краснодар: Центр развития ПТР Краснодарского края, 2007. – С. 332–333.
14. Туниев Б.С., Туниев С.Б., Островских С.В. Жаба колхидская – *Bufo verrucosissimus* (Pallas, 1814) // Красная книга Республики Адыгея. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животного и растительного мира: в 2 ч. [Ч. 2: Животные]. – Майкоп: Качество, 2012. – С. 369.
15. Arntzen J.W. How complex is the *Bufo bufo* species group? / J.W. Arntzen, E. Recuero, D. Canestrelli et al. // *Molecular Phylogenetics and Evolution*. – 2013. – V. 69 (№ 3). – P. 1203-1208.
16. Garcia-Porta J. Molecular phylogenetics and historical biogeography of the west-palearctic common toads (*Bufo bufo* species complex) / J. Garcia-Porta, S.N. Litvinchuk, P.A. Crochet et al. // *Molecular Phylogenetics and Evolution*. – 2012. – V. 62 (№ 2). – P. 71-86.
17. Litvinchuk S.N. A new species of common toads from the Talysh mountains, south-eastern Caucasus: genome size, allozyme, and morphological evidences / S.N. Litvinchuk, L.J. Borkin, D.V. Skornov et al. // *Russ. J. Herpetol.* – 2008. – V. 15 (№ 1). – P. 19-43.
18. Recuero E. Multilocus species tree analyses resolve the radiation of the widespread *Bufo bufo* species group (Anura, Bufonidae) / E. Recuero, D. Canestrelli, J. Vences et al. // *Molecular Phylogenetics and Evolution*. – 2012. – V. 62 (№ 1). – P. 71-86.

УДК 575.174.015.3, 575.1

Москаев А.В., Гордеев М.И., Кузьмин О.В.*Московский государственный областной университет*

ХРОМОСОМНЫЙ СОСТАВ ПОПУЛЯЦИЙ МАЛЯРИЙНОГО КОМАРА ANOPHELES MESSEAE В ЦЕНТРЕ И НА ПЕРИФЕРИИ ВИДОВОГО АРЕАЛА

Аннотация. Приведены результаты исследования хромосомной изменчивости в пяти популяциях малярийного комара *An. messeae* в Московской и Калужской областях (центр ареала), в Самарской и Волгоградской областях (южная периферия ареала). Показано, что популяции центра и периферии ареала значительно отличаются по составу и частотам инверсий. В южных популяциях преобладали особи с инверсиями XL1; XL0; 2R0; 3R0; 3L0. В этих популяциях выявлена полная гомозиготность по хромосоме 2R. В популяциях Московской и Калужской областей наблюдается высокая частота инверсионных гомо- и гетерозигот. Обсуждается адаптивный характер и механизмы поддержания хромосомного полиморфизма у *An. messeae*.

Ключевые слова: хромосомный полиморфизм, малярийные комары *Anopheles*, малярия, генетика популяций.

A. Moskaev, M. Gordeev, O. Kuzmin*Moscow State Regional University*

CHROMOSOMAL STRUCTURE OF POPULATIONS OF THE MALARIA MOSQUITO ANOPHELES MESSEAE IN THE CENTER AND AT THE PERIPHERY OF A SPECIFIC AREA

Abstract. The chromosomal structure of five populations of *Anopheles messeae* in Moscow and Kaluga regions and in Samara and Volgograd regions is studied. Populations in the center and at the periphery of the areas are shown to differ considerably in structure and frequencies of inversions. Populations with inversions XL1; XL0; 2R0; 3R0; 3L0 are found to prevail in the southern areas. In these populations, full chromosome 2R homozygosity is revealed. In populations of the Moscow and Kaluga regions, a high frequency of inversion gomo- and heterozygotes is observed. The adaptive character and maintenance mechanisms of chromosomal polymorphism of *Anopheles messeae* are discussed.

Key words: chromosomal polymorphism, malaria mosquitoes, *Anopheles*, inversions, malaria, population genetics.

Хромосомная изменчивость широко распространена у различных представителей двукрылых насекомых (Diptera). Наиболее часто встречающимся типом хромосомных перестро-

ек у двукрылых являются инверсии – повороты участков хромосом на 180 градусов. Инверсионный полиморфизм выявлен у значительного числа видов в таких семействах, как Culicidae, Chironomidae, Simuliidae. Генетические эффекты инверсий обусловлены дву-

мя явлениями: во-первых, инверсии служат запирателями кроссинговера, создавая «коадаптированные генные комплексы» в пределах инвертированных участков хромосом; во-вторых, изменяется генетическое окружение захваченных инверсией блоков хроматина, что влияет на работу входящих в них генов («эффект положения»). В результате гомо- и гетерозиготы по инверсиям могут отличаться по морфофункциональным характеристикам и экологическим предпочтениям.

Доказано, что инверсионный полиморфизм имеет адаптивное значение для популяций малярийных комаров Палеарктики [3; 16]. Однако его эволюционное значение и механизмы поддержания полиморфизма остаются актуальными вопросами популяционной генетики. Известное представление о виде как многоуровневой системе популяций, находящихся в пространстве географического ареала, подтолкнуло нас к изучению генетической структуры отдельных популяций. Ведь именно локальные популяции представляют нижний уровень в структуре вида. На периферии и в центре ареала популяции представлены совершенно разным кариотипическим составом. Для центра ареала обычно характерно богатое разнообразие хромосомных перестроек и обилие внутривидовых группировок. В периферийных же популяциях наблюдается однородность хромосомного состава и низкий уровень гетерозиготности. У хромосомно полиморфных видов *Anopheles* (Diptera, Culicidae) выявлен клинальный характер частот инверсий, с постепенной заменой альтернативных гомозигот в направлении с юга на север и с запада на восток [17]. Од-

ним из ярких представителей которых является широко распространенный, численно доминирующий в Европейской части России, эврибионтный по специализации вид малярийных комаров – *An. messeae* Falleroni, 1926.

Целью данной работы было изучение кариотипического состава популяций и географического распространения хромосомных перестроек в центре и на периферии видового ареала *An. messeae*. Нами были изучены популяции в местообитаниях Волгоградской области, находящиеся на периферии видового ареала, а также комары из центра ареала, собранные в биотопах Московской, Калужской и Самарской областей. Материалом для работы послужили выборки личинок IV возраста малярийных комаров рода *Anopheles*, фиксированных в спирт-уксусной смеси. Сборы были проведены в пяти следующих местообитаниях:

озеро Мелкое в окрестностях станции Новогригорьевская Иловлинского района Волгоградской области (дата сбора – 26.07.2014 г., координаты сбора – N 49°26'55.24" EО 43°36'39.96"); заводь реки Иловля около деревни Костарево Камышинского района Волгоградской области (дата сбора – 06.07.2013 г., координаты сбора – N 50°3'15.34" EО 44°58'35.17");

озеро Яицкое в городе Самара Волжском районе Самарской области (дата сбора – 22.07.2014 г., координаты сбора – N 53°6'46.39" EО 50°12'36.42");

заводь реки Истья в деревне Акатово Жуковского района, Калужской области (дата сбора – 19.08.2013 г., координаты сбора – N 55°9'0.98" EО 36°47'36.34");

пруд в окрестностях деревни Князино Талдомского района Московской

области (дата сбора – 11.08.2011 г., координаты сбора – N 56°33'7.37" ЕО 37°40'41.56").

Объем выборок и половой состав приведен в табл. 1. Препараты поли-тенных хромосом изготавливали из слюнных желез личинок, окрашивая лактоацеторсеином по собственной методике. В качестве основы для создания протокола приготовления препаратов были взяты сведения из работ В.М. Кабановой [7] и В.П. Перевозкина [10]. В работе использовались следующие реактивы:

фиксатор Карнуа (состоит из 1 части ледяной уксусной кислоты CH_3COOH (99,8%) к 3 частям спирта $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ (95,0%), используется для обезживания тканей);

краситель – 2% лактоацеторсеин (состоит из молочной кислоты $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$ (80,0%), ледяной уксусной кислоты и непосредственно кристаллического орсеина), основным назначением лактоацеторсеина является окраска хроматина;

отмывочный раствор – 50%-ная уксусная кислота (служит для дифференциации клеток и отмывки от лишнего красителя);

изолирующий состав – для сохранения временных препаратов от высыхания (обычно используется быстро застывающий лак или раствор красителя низкого качества).

Слюнные железы личинок комаров выделяли в карнуа под стереоскопическим микроскопом МБС-10 (окуляры 8Ч23, объектив 2). Хитиновый покров грудного отдела личинки разрывали препаровальными минущиями. Затем извлекали ближнюю к голове пару слюнных желез, располагающуюся по обеим сторонам от кишечника. Лиш-

ний фиксатор осушали фильтровальной бумагой, а выделенные железы окрашивали 2% лактоацеторсеином в течение 90 минут. По истечении времени излишки красителя убирали фильтровальной бумагой, и дифференцировали в 50%-ной уксусной кислоте. Далее выделенные окрашенные слюнные железы одним резким движением накрывали покровным стеклом, предотвращая попадание пузырьков воздуха. Легкими постукиваниями тупым концом препаровальной иглы раздавливали клетки, придерживая покровное стекло через фильтровальную бумагу во избежание смещений. По краям покровного стекла наносили изолирующий состав.

Цитогенетический анализ поли-тенных хромосом проводили под микроскопом Micros (окуляры 10Ч20, объективы 10 и 40). Определение кариотипов комаров происходило с использованием кариограмм видов и фотокарт поли-тенных хромосом *Anopheles* [17; 18]. Регистрировали гомо- и гетерозиготы по парацентрическим инверсиям. Всего для исследования нами было определено 422 кариотипа у *An. messeae*.

Статистическая обработка результатов: оценку частот инверсий f и вычисление стандартной ошибки s_f проводили стандартными методами [14; 15]. Для сравнения инверсионных частот в выборках использовали метод χ^2 [2].

В результате цитогенетического анализа личинок было установлено, что в популяциях *An. messeae* имеется 10 инверсионных последовательностей: XL_0 ; XL_1 ; XL_2 ; XL_4 ; 2R_0 ; 2R_1 ; 3R_0 ; 3R_1 ; 3L_0 ; 3L_1 . Инверсия XL_4 является эндемичной, и ранее считалось, что она встречается только в популяциях

на юге Тверской области, севере и северо-востоке Московской области и г. Москва. Инверсия впервые встречена юго-западнее Москвы в местообитании около деревни Акатово Жуковского района, Калужской области. На востоке (Шатурский район) и юго-востоке (Воскресенский район) Московской области хромосомных вариантов с этой инверсией (XL_{44} ; XL_{14} ; XL_{04}) обнаружено не было [4; 8]. В популяции малярийных комаров Самарской области встречена эндемичная инверсия XL_2 , локализованная на участке 1с-4а. Особи с этой инверсией встречаются с высокой частотой в местообитаниях Западной Сибири. Показано неравнообразие по сцеплению инверсии XL_2 с «северными» хромосомными последовательностями $2R_1$ и $3R_1$ [9]. Комары с инверсией XL_2 преимущественно встречаются на севере Западной Сибири. В условиях глобального потепления их доля неуклонно снижается в популяциях центра ареала [12]. По нашему мнению, инверсия XL_2 в Самарской популяции является реликтовой, а область ее распространения ранее включала территорию Поволжья и Северного Урала. В частности, особи с данной инверсией были обнаружены в бассейне реки Печоры [8]. Северо-западнее, на территории республики Карелия и в центре Европейской части России, этой инверсии обнаружено не было [6; 8; 11]. Остальные хромосомные последовательности типичны для популяций *An. messeae* Европейской части России.

Изученные популяции значительно отличаются друг от друга по хромосомному составу (частоты инверсионных вариантов половой хромосомы и аутосом отражены в табл.). Наибольший

уровень хромосомного полиморфизма показан у *An. messeae* в местообитаниях дер. Князчино Московской области и дер. Акатово Калужской области. Это позволяет отнести данные популяции к типичным для центральной части ареала вида по генетическому составу. Там встречаются такие хромосомные варианты, как: XL_{00} ; XL_{01} ; XL_{11} ; XL_{14} ; XL_{44} ; $2R_{00}$; $2R_{01}$; $2R_{11}$; $3R_{00}$; $3R_{01}$; $3R_{11}$; $3L_{00}$; $3L_{01}$. Совсем другую ситуацию можно наблюдать в маргинальных популяциях, к которым относятся популяции комаров из ст. Новогригорьевская и дер. Костарево Волгоградской области. В этих местообитаниях отсутствуют хромосомные варианты: XL_{14} ; XL_{44} ; $2R_{01}$ и $2R_{11}$. Следует отметить, что вариант $3R_{11}$ был обнаружен в этой зоне всего у одной особи $0,5 \pm 0,5$ ($f \pm s_p$ %). Между популяциями краевой зоны (выборки № 1 и № 2) и центральной зоны (выборки № 4 и № 5) найдены значимые различия по частотам инверсий половой хромосомы – XL ($\chi^2=38.5$, $df=3$, $p<0,001$). Это подтверждает вывод о зонировании генетической структуры вида, сделанный на основании разнообразия хромосомных вариантов. Популяции из двух зон отличаются не только по составу половых хромосом, но и по частотам инверсий аутосом $2R$ ($\chi^2=135.1$, $df=2$, $p<0,001$), $3R$ ($\chi^2=11.7$, $df=2$, $p<0,01$) и $3L$ ($\chi^2=8.7$, $df=2$, $p<0,01$).

Особый интерес, по нашему мнению, может представлять именно изменение генетической структуры вида при движении от центра к краю ареала. В нашей работе была взята выборка из г. Самары (выборка № 3), хромосомный состав комаров которой должен иметь промежуточную структуру. По разнообразию инверсионных вариантов популяция г. Самары тяготеет к

центру ареала. В этой популяции зафиксированы следующие хромосомные варианты: XL_{00} ; XL_{01} ; XL_{11} ; $XL_{2(самец)}$; $2R_{00}$; $2R_{01}$; $2R_{11}$; $3R_{00}$; $3R_{01}$; $3L_{00}$; $3L_{01}$. Однако значимых различий по частотам инверсий между популяциями из г. Самары и краевыми популяциями не обнаружено. Зато при сравнении с центром видового ареала найдены зна-

чимые различия по XL ($\chi^2=49.2$, $df=3$, $p<0,001$), $2R$ ($\chi^2=83.8$, $df=2$, $p<0,001$) и $3L$ ($\chi^2=6.2$, $df=2$, $p<0,02$). Таким образом, популяция г. Самары имеет свойства, характерные для переходной зоны: высокое разнообразие инверсионных вариантов с преобладанием определенных гомозигот характерных для южной периферии. В простран-

Таблица 1

Хромосомный состав *An. messeae* в изученных местообитаниях

Хромосомные варианты	Частоты хромосомных вариантов, $f \pm s_p$ %				
	ст. Новогригорьевская, Волгоградская область Выборка № 1	дер. Костарево, Волгоградская область Выборка № 2	г. Самара, Самарская область Выборка № 3	дер. Акатово, Калужская область Выборка № 4	дер. Князчино, Московская область Выборка № 5
Самцы, n	43	38	50	10	53
XL_0	39,5 $\pm$ 7,5	42,1 $\pm$ 8	70,0 $\pm$ 6,5	20,0 $\pm$ 12,6	24,5 $\pm$ 5,9
XL_1	60,5 $\pm$ 7,5	57,9 $\pm$ 8	28,0 $\pm$ 6,3	70,0 $\pm$ 14,5	71,7 $\pm$ 6,2
XL_2	0	0	2,0 $\pm$ 2,0	0	0
XL_4	0	0	0	10,0 $\pm$ 9,5	3,8 $\pm$ 2,6
Самки, n	40	68	55	14	51
XL_{00}	25,0 $\pm$ 6,8	16,2 $\pm$ 4,46	27,3 $\pm$ 6,0	0	19,6 $\pm$ 5,6
XL_{01}	52,5 $\pm$ 7,9	63,2 $\pm$ 5,84	49,1 $\pm$ 6,7	14,3 $\pm$ 9,4	17,6 $\pm$ 5,3
XL_{11}	22,5 $\pm$ 6,6	20,6 $\pm$ 4,9	23,6 $\pm$ 5,7	64,3 $\pm$ 12,8	56,9 $\pm$ 6,9
XL_{14}	0	0	0	21,4 $\pm$ 11,0	5,9 $\pm$ 3,3
Оба пола, n	83	106	105	24	104
$2R_{00}$	100	100	72,4 $\pm$ 4,4	54,2 $\pm$ 10,2	42,3 $\pm$ 4,8
$2R_{01}$	0	0	25,7 $\pm$ 4,3	33,3 $\pm$ 9,6	36,5 $\pm$ 4,7
$2R_{11}$	0	0	1,9 $\pm$ 1,3	12,5 $\pm$ 6,8	21,2 $\pm$ 4,0
$2L_{00}$	100	100	100	100	100
$3R_{00}$	74,7 $\pm$ 4,8	82,1 $\pm$ 3,7	84,8 $\pm$ 3,5	62,5 $\pm$ 9,9	66,3 $\pm$ 4,6
$3R_{01}$	24,1 $\pm$ 4,7	17,9 $\pm$ 3,7	15,2 $\pm$ 3,5	33,3 $\pm$ 9,6	27,9 $\pm$ 4,4
$3R_{11}$	1,2 $\pm$ 1,2	0	0	4,2 $\pm$ 4,1	5,8 $\pm$ 2,3
$3L_{00}$	80,7 $\pm$ 4,3	85,9 $\pm$ 3,38	100	100	93,3 $\pm$ 2,5
$3L_{01}$	19,3 $\pm$ 4,3	14,1 $\pm$ 3,38	0	0	6,7 $\pm$ 2,5

стве видового ареала *An. messeae* на территории Европейской части России существует механизм формирования и сохранения адаптивных хромосомных мутаций (инверсий). Кариотипическая структура популяций меняется в долготном направлении. Следует отметить, что периферийные популяции неоднородны и различаются по составу хромосомных вариантов.

Хромосомный полиморфизм *An. messeae* принадлежит к категории балансируемого полиморфизма по терминологии Р.Л. Берг [1]. Изменчивость этого типа относится к статике эволюции и характеризуется отсутствием направленного вида частот во времени. Следует отметить, что речь идет о межгодовой динамике частот, поскольку в популяциях *An. messeae* наблюдаются сезонные флуктуации доли хромосомных перестроек. Ранее было показано, что сезонная динамика частот инверсий у *An. messeae* связана с увеличением доли эволюционно исходных хромосомных последовательностей XL_0 , $2R_0$, $3R_0$ и $3L_0$ в течение летнего сезона размножения. В период зимовки, напротив, наблюдается увеличение частоты хромосомных последовательностей XL_1 , XL_2 , $2R_1$, $3R_1$ и $3L_1$ [13]. Таким образом, способом поддержания балансируемого полиморфизма в популяциях *An. messeae* является различная адаптивная ценность альтернативных хромосомных последовательностей на разных этапах сезонного цикла.

Как известно, другим способом поддержания полиморфизма считается преимущество гетерозигот (так называемое «сверхдоминирование»). Возможно, сверхдоминирование имеет место в отдельных локальных ме-

стообитаниях, а также в периоды изменения векторов отбора. По нашему мнению, наблюдаемый способ сохранения полиморфизма у *An. messeae* не исключает возможности перестройки кариотипической структуры популяций в результате значительных климатических сдвигов, например, в условиях глобального потепления [5]. Однако даже в условиях климатических изменений сохраняется целостность популяционно-генетической системы вида. В популяциях центра ареала по-прежнему наблюдается высокий уровень хромосомного полиморфизма, хотя границы ареала и расположение его центральной зоны могут сместиться в пространстве.

В целом выявленные межпопуляционные различия позволяют зонировать ареал *An. messeae* по распределению уникальных и редких инверсий, характеру и уровню хромосомного полиморфизма. Различные зоны ареала этого вида отличаются как по распространению эндемичных инверсий, так и по частотам распространенных хромосомных перестроек. Полученные данные дают возможность рассматривать направления динамики частот инверсий в популяциях *An. messeae* на юге Европейской части России в условиях глобального потепления.

Благодарим за помощь в сборе материала и работу при проведении экспедиций: Л.Я. Климову, Т.С. Твердохлеб и А.М. Гордеева.

Работа выполнялась по гранту Президента Российской Федерации №МК-241.2014.4, экспедиционному гранту Российского фонда фундаментальных исследований №14-04-10161К и гранту РФФИ №14-04-31069.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Берг Р.Л. Типы полиморфизма // Вестник ЛГУ. Сер. биологическая. – 1957. – № 21 (вып. 4). – С. 115-138.
2. Гершкович И. Генетика. – М.: Наука, 1968. – 702 с.
3. Гордеев М.И. Адаптивные стратегии в популяции малярийных комаров: дисс. ... докт. биол. наук. – Томск, 1998. – 304 с.
4. Гордеев М.И., Безжонова О.В., Москаев А.В. Хромосомный полиморфизм в популяциях малярийного комара *Anopheles messeae* (Diptera, Culicidae) на юге Русской равнины // Генетика. – 2012. – Т. 48 (№ 9). – С. 1124-1128.
5. Гордеев М.И., Ежов М.Н. Глобальное потепление и изменение хромосомного состава сибирских популяций малярийных комаров // ДАН. – 2004. – Т. 395 (№ 4). – С. 554-557.
6. Гордеев М.И. Малярийные комары Москвы и Московской области: цитогенетический анализ / М.И. Гордеев, М.Н. Ежов, А.Б. Званцов и др. // Мед. паразитол. – 2005. – № 2. – С. 30-33.
7. Кабанова В.М., Карташева Н.Н., Стегний В.Н. Кариологическое исследование природных популяций малярийного комара в Среднем Приобье. I. Характеристика кариотипа *Anopheles maculipennis messeae* Fall // Цитология. – 1972. – Т. 14 (№ 5). – С. 630-636.
8. Москаев А.В. Экологическая специализация видов-двойников малярийных комаров Европейской части России: дисс. ... канд. биол. наук. – М., 2012. – 149 с.
9. Новиков Ю.М., Кабанова В.М. Адаптивная ассоциация инверсий в природных популяциях малярийного комара *Anopheles messeae* // Генетика. – 1979. – Т. 15 (№ 6). – С. 1033-1045.
10. Перевозкин В.П. Адаптивный полиморфизм малярийных комаров комплекса *Anopheles maculipennis* // Научно-практическое руководство по малярии (эпидемиология, систематика, генетика). – Томск: Томский гос. ун-т, 2007. – С. 105-145.
11. Перевозкин В.П. Распространение и инверсионный полиморфизм малярийных комаров Карелии / В.П. Перевозкин, М.И. Гордеев, А.В. Москаев и др. // Генетика. – 2012. – Т. 48 (№ 7). – С. 806-811.
12. Перевозкин В.П., Сайджафарова А.О. Динамика популяционно-видовой структуры малярийных комаров Томской области // Вестник ТГПУ. Серия: естественные и точные науки. – 2006. – Вып. 6 (57). – С. 64-68.
13. Плешкова Г.Н. Инверсионный полиморфизм малярийного комара *Anopheles messeae*. III. Временная динамика концентрации инверсий в популяции центра ареала / Г.Н. Плешкова, В.Н. Стегний, Ю.М. Новиков и др. // Генетика. – 1978. – Т. 14 (№ 12). – С. 2169-2176.
14. Плохинский Н.А. Алгоритмы биометрии. – М.: МГУ, 1980. – 151 с.
15. Плохинский Н.А. Биометрия. – М.: МГУ, 1970. – 368 с.
16. Стегний В.Н. Генетические механизмы адаптации и видообразования двукрылых насекомых (на примере малярийных комаров): дисс. ... докт. биол. наук. – Томск, 1983. – 323 с.
17. Стегний В.Н. Популяционная генетика и эволюция малярийных комаров. – Томск: Томский ун-т, 1991. – 136 с.
18. Стегний В.Н. Инверсионный полиморфизм малярийного комара *Anopheles messeae*. Сообщение I. Распространение инверсии по ареалу вида / В.Н. Стегний, В.М. Кабанова, Ю.М. Новиков и др. // Генетика. – 1976. – Т. 12 (№ 4). – С. 47-55.

УДК 616-001.17-085.831

**Снисаренко Т.А.¹, Моторина И.Г.², Юшков Г.Г.²,
Расулов М.М.², Малышкина Н.А.², Щукина О.Г.²**

¹Московский государственный областной университет

²ГосНИИ химии и технологии элементоорганических соединений (г. Москва)

ИЗМЕНЕНИЯ ТОЛЩИНЫ КОЖНОЙ СКЛАДКИ, ТЕМПЕРАТУРЫ И ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ КОЖИ ПРИ ЗАЖИВЛЕНИИ ОЖГОВЫХ РАН В РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ СВЕТОЛЕЧЕНИЯ

Аннотация. В статье приводятся данные, характеризующие динамику величин показателей электрического сопротивления кожи, температуры кожи и толщины кожной складки вблизи термической раны у кроликов в условиях применения различных приемов светолечения в срок с 5-х по 15-е сутки после нанесения раны. Получены различия в формировании ответной реакции организма на воздействие тем или иным приемом. Делается заключение о возможности оценки ответной реакции организма на фототерапию по использованным показателям.

Ключевые слова: термическая рана кожи, физиотерапия, эксперимент (медико-биологический).

**T. Snisarenko¹, I. Motorina², G. Yushkov²,
M. Rasulov², N. Malyshkina², O. Schukina²**

¹Moscow State Regional University

²Federal State Unitary Enterprise 'State Research Institute
of Chemistry and Technology of Organoelement Compounds', Moscow

CHANGES IN SKIN FOLD THICKNESS, TEMPERATURE AND ELECTRICAL RESISTANCE DURING BURN TREATMENT UNDER DIFFERENT CONDITIONS OF PHOTOTHERAPY

Abstract. We report data on the dynamics of the values of electrical resistance of skin, skin temperature and skin fold thickness near a thermal injury in rabbits under conditions of different phototherapy methods in the period from 5 to 15 days after wounding. Differences in the formation of the body response to the impact are outlined. A conclusion is made that it is possible to assess the response of the organism to physiotherapy by the indicators obtained.

Key words: thermal skin wound, physiotherapy, experiment.

Лечение термических ран кожи, особенно консервативными методами, остается актуальной проблемой практической медицины и медицин-

ской науки. При этом среди множества оценочных показателей эффективности лечения термических ран кожи преобладают визуальные (планиметрические и морфологические). Более скромное место занимают гематологические и биохимические показатели,

© Снисаренко Т.А., Моторина И.Г., Юшков Г.Г., Расулов М.М., Малышкина Н.А., Щукина О.Г., 2015.

а биофизические практически не используются или находят избирательное применение в ветеринарии [5]. В то же время они могут служить дополнительным источником информации для оценки динамики заживления раны, в том числе и в процессе физиотерапии [4]. Это и определило цель нашего исследования – выяснить, как изменяются электрическое сопротивление, температура кожи и толщина кожной складки в условиях применения различных методов светолечения термической раны.

Материалы и методы

Исследования выполнены на 60 кроликах серой масти, массой 3600 ± 150 г, выращенных в специализированном виварии НИИ биофизики Ангарской государственной технической академии (вет. удостоверение 238 № 0018942), и находившихся в стандартных условиях содержания при свободном доступе к воде и корму. Модель выбрана исходя из достаточной стабильности гематологических показателей у этого вида животных¹. Рану наносили специальным прибором «аппарат для ожога тепловым излучением Е.В. Гублера и М.И. Кочетыгова» [2], температура обжигающей поверхности на выбритую кожу боковой поверхности тела 800°C , время контакта 3 с, размер раны (III – IV ст.) – 24 см^2 , наркоз тиопенталовый (2-4 мл 0,1% раствора внутривенно). На выполнение работ получено согласие локального этического комитета. Все работы

проводились в полном соответствии с существующими требованиями².

Лечение начинали с 5-го дня после нанесения раны (пролиферативная стадия процесса заживления согласно существующей классификации) по схеме (табл. 1). Контролем служили результаты экспериментов на нелеченых кроликах. Дополнительных лечебных мероприятий не проводилось. Показатели снимались с кожи области, максимально близкой к ране по трем точкам: исходные данные, до начала лечения (непосредственно перед началом лечения – пятые сутки от времени нанесения раны) и в день окончания десятидневного курса лечения. Электрическое сопротивление кожи измерялось в виде величины модуля электродерматометром «ЭДМ-1», температура кожи – точечным датчиком прибора «КТД – 8» (Венгрия), кожная складка – толщиномером «ГР-1-10». Статистическую обработку данных проводили с помощью программ «Microsoft – Office 2007» и «Biostat». Достоверность различий считалось значимой при $p \leq 0.05$ t – критерия.

Результаты исследования и их обсуждение

Установлено снижение величины модуля комплексного сопротивления кожи к концу курса светолечения до уровня контроля, но статистически достоверно отличающегося от контроля позитивного. Различия в величинах модуля в зависимости от приема терапии

¹ Национальный стандарт Российской Федерации [ГОСТ Р 53434-2009] «Принципы надлежащей лабораторной практики», утв. Приказом Ростехрегулирования от 2 декабря 2009 г. № 544-ст и введен в действие с 1 марта 2010 г.

² См.: ГОСТ Р 53434-2009, а также Приказ Минздравсоцразвития РФ от 23.08.2010 г. № 708н «Об утверждении Правил лабораторной практики» (зарегистрировано в Минюсте РФ 13.10.2010 г. № 18713) и приложение к Приказу Минздрава СССР от 12.08.1977 г. № 755 «Правила проведения работ с использованием экспериментальных животных».

Таблица 1

**Методические приемы физиолечения ран в условиях эксперимента
(n = 10 в каждой группе кроликов)**

группа	Тип аппарата	Оптический диапазон	Длина волны (Нм)	Режим	Мощность излучения (Вт)	Расстояние от торца излучателя до раны (см)	Методики по 10 сеансов (мин)
1	Биоптрон Компакт	Поляризованный свет	480-3400	Непрерывный	20	5	1 – 5 мин 2 – 6 мин 3 – 7 мин 4 – 8 мин 5 – 9 мин 6-10 – 10 мин
2	Рикта 04/4	Инфракрасный спектр	890-960	Импульсный	40	1	Чередовать через день 1000 Гц – 5мин Переменная частота – 5 мин
3	Азор-2К-02	Красный спектр	630	непрерывный	30мВт	1	Переменная частота – 2 мин
4	ОКН-11М Лампа ДРТ 240-1	Ультрафиолетовый спектр (В) средневолновой	240-320	непрерывный	100Вт	75	1 – 1 мин 2 – 2 мин 3 – 3 мин 4 – 4 мин с 5 по 10 – 4 мин
5	БОП-4 Лампа ВРМ	Ультрафиолетовый спектр (С) коротковолновой	180-280	непрерывный	140Вт	12	Через день 1 – 8 мин 2 – 8 мин 3 – 8 мин 4 – 10 мин 5 – 12 мин

крайне незначительны, за исключением приема 5, когда модуль комплексного сопротивления кожи снизился до уровня, на 30% отличающегося от контроля (табл. 2). Аналогичной оказалась и динамика толщины кожной складки. В этом случае прием 5 светолечения вызвал уменьшение показателя до уровня на 13% меньшего, чем в группе контроля. Динамику этого компонента реакции организма животных см. в табл. 3. Примечательной оказалась динамика

температуры кожи животных вблизи раны. Температура снижалась в процессе лечения, причем более значительно при использовании приемов светолечения 2, 3 и 4 (см. табл. 4).

Выделить единственный фактор, влияющий на величину биофизических показателей в ходе фототерапии термической раны кожи, даже в модельных условиях, вряд ли возможно. Например, на величину электрического сопротивления кожи в значитель-

ной степени влияет и ее общее состояние, и общее состояние организма, и глубина проникновения света в ткани раны, их собственный механизм воздействия на ткани. Учитывая факт, что у кроликов нет потовых желез, соотнести динамику величины модуля комплексного сопротивления кожи с ее поверхностным увлажнением в районе раны не представляется возможным. Полагаем, что повышение показателя,

в данном случае, связано с отечностью тканей в первые дни после ожога, с преобладанием тонуса симпатического отдела вегетативной нервной системы в области, прилегающей к ране, как фактора повышения стрессоустойчивости организма животных, а снижение – с естественным течением репаративного процесса, ускоряющегося под влиянием светолечения с разными опико-физическими характеристиками.

Таблица 2

Модуль комплексного сопротивления кожи (кОм) у кроликов в области, близкой к ране при использовании разных приемов светолечения ($M \pm m$) ($n = 10$ в каждой группе кроликов)

Прием светолечения	Исходный уровень (до нанесения раны)	Через 5 дней от нанесения раны	Через 10 дней курсового светолечения
1	2	3	4
1	2.67 ± 0.2	$4.69 \pm 0.3^*$	2.48 ± 0.1
2	2.64 ± 0.2	$4.4 \pm 0.2^*$	2.3 ± 0.2
3	2.64 ± 0.3	$4.61 \pm 0.3^*$	2.5 ± 0.1
4	2.71 ± 0.2	$4.66 \pm 0.3^*$	2.4 ± 0.2
5	2.68 ± 0.1	$4.7 \pm 0.4^*$	$1.9 \pm 0.1^*$
Контроль	2.67 ± 0.2	2.68 ± 0.3	2.66 ± 0.2

Прим.: (*) отличия от контроля достоверны при $p \leq 0.05$

Таблица 3

Динамика толщины кожной складки (мм) у кроликов вблизи раны при использовании разных приемов светолечения ($M \pm m$) ($n = 10$ в каждой группе кроликов)

Прием светолечения	Исходный уровень (до нанесения раны)	Через 5 дней от нанесения раны	Через 10 дней курсового светолечения
1	2	3	4
1	3.0 ± 0.2	$7.1 \pm 0.2^*$	3.5 ± 0.3
2	3.1 ± 0.1	$7.3 \pm 0.3^*$	3.3 ± 0.4
3	3.2 ± 0.3	$7.3 \pm 0.3^*$	3.6 ± 0.4
4	3.1 ± 0.1	$7.1 \pm 0.2^*$	3.4 ± 0.3
5	3.1 ± 0.2	$7.2 \pm 0.3^*$	2.7 ± 0.2
Контроль	3.1 ± 0.1	3.1 ± 0.2	3.1 ± 0.1

Прим.: (*) отличия от контроля достоверны при $p \leq 0.05$

Таблица 4

Динамика температуры (°C) кожи кроликов вблизи раны при использовании разных приемов светолечения ($M \pm m$)

Прием светолечения	Исходный уровень (до нанесения раны)	Через 5 дней после нанесения раны	Через 10 дней курсового светолечения
1	2	3	4
1	37.1 ± 0.1	37.5 ± 0.1	$36.2 \pm 0.2^*$
2	37.2 ± 0.1	37.7 ± 0.1	$34.8 \pm 0.3^*$
3	37.1 ± 0.1	37.7 ± 0.1	$35.6 \pm 0.4^*$
4	37.0 ± 0.1	37.8 ± 0.1	$36.2 \pm 0.2^*$
5	37.1 ± 0.1	37.7 ± 0.1	36.8 ± 0.2
Контроль	37.1 ± 0.2	37.0 ± 0.2	37.1 ± 0.2

Прим.: * – отличия от контроля достоверны при $p \leq 0.05$

Обратило на себя внимание существенное снижение электрического сопротивления кожи при облучении коротковолновым ультрафиолетом, вызванное, по-видимому, уплотнением эпителиального слоя и, отчасти, изменениями кровенаполнения кровеносных сосудов кожи. С этим согласуется и толщина кожной складки, которая имела ту же направленность в динамике, формируя аналогичную реакцию на воздействие разными приборами фототерапии. В литературе имеются сведения об использовании калиперометрии при исследовании влияния ультрафиолета на морфофункциональные характеристики кожи в условиях эксперимента. Автором обнаружено утолщение кожной складки, но уровень светового воздействия несопоставим с терапевтическим [1].

Неожиданной оказалась динамика температуры кожи вблизи раны. В целом, соответствуя классическому представлению о воспалении, температура кожи вблизи раны оставалась повышенной до начала лечения [6], а в про-

цессе лечения – понижалась. Однако у животных, леченных лучами инфракрасного и красного спектра, температура кожи к концу курса лечения была существенно ниже, чем при использовании других приемов, что согласуется и с данными литературы [3]. В то же время степень снижения вынуждает предположить проявление сосудистых изменений в глубоких участках дермы, граничащей с областью раны и именно, вызванных светом красного и инфракрасного диапазонов, что следует учитывать при выборе режимов светолечения, естественно, после морфологической оценки обнаруженных изменений.

Таким образом, приведенные выше данные позволяют считать, что толщина кожной складки, температура кожи и её электрическое сопротивление могут служить дополнительными диагностическими или/и прогностическими тестами при оценке эффективности развития заживления ожоговых ран в условиях использования различных приемов лечения.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Абдурахманов Б.О. Морфофункциональные изменения кожи и внутренних органов при экспериментальном ультрафиолетовом облучении: автореф. дисс.....канд. мед. наук. – Бишкек, 2012. – 22 с.
2. Андреев С.В. Моделирование заболеваний. – М.: Медицина, 1973. – 65 с.
3. Варганова Л.А., Дерябин Е.И. Лазерное излучение в комплексном лечении ран лица // Лазерная медицина. – 2004. – Т. 8 (вып. 3). – С. 19.
4. Макоев С.Н. Лазерная фотодинамическая терапия ожоговых ран (экспериментальное исследование): автореф. дисс.....канд. мед. наук. – М., 2009. – 20 с.
5. Уша Б.В. Клиническая диагностика внутренних незаразных болезней животных. – М.: Колос, 2004. – 487 с.
6. Шкатулов А.А. Общая реакция организма при разных способах ушивания кожных ран // Науке нового века – знания молодых: сб. ст. IX науч. конф. аспирантов и соискателей. – Киров: ВГСХА, 2009. – С. 198-201.

РАЗДЕЛ II

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 66.0992.002.237

Макаренков Д.А.¹, Назаров В.И.², Мавлюдова Я.А.²

*¹Научно-исследовательский институт химических реактивов
и особо чистых химических веществ «ИРЕА» (г. Москва)*

²Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ)

ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА ГРАНУЛИРОВАНИЯ ТОПЛИВНЫХ КОМПОЗИЦИЙ МЕТОДОМ ПРОКАТКИ НА РОТОРНЫХ ГРАНУЛЯТОРАХ

Аннотация. Рассмотрены вопросы гранулирования топливных брикетов на основе отходов различной природы (древесные опилки, лузга масличных культур, пивная дробина, кизельгур, технический углерод). Получены компрессионные кривые различных смесей, определена их плотность и прочность и оптимальные режимы процесса гранулирования. Определены значения реологических параметров смесей: сыпучесть, пластическая прочность. Выявлена взаимосвязь между производительностью, энергозатратами и влажностью смеси, обеспечивающие получение при прокатке плотнопрочных пеллет.

Ключевые слова: гранулирование, многокомпонентные полидисперсные шихты, плотность, сыпучесть, пластическая прочность.

D. Makarenkov¹, V. Nazarov², Ya. Mavlyudova²

*¹The State Scientific-Research Institute of Chemical Reagents
and High-Purity Chemical Substances (IREA), Moscow*

²Moscow State University of Mechanical Engineering (MAMI)

FEATURES OF THE GRANULATION PROCESS OF FUEL COMPOSITIONS BY ROLLING ON A ROTARY GRANULATOR

Abstract. We consider the issues related to granulation of fuel briquettes from waste of different nature (sawdust, husk oilseeds, brewer's grain, kieselguhr, carbon black). We have obtained the compression curves of various mixtures and determined their strength, density and best regimes of the granulation process. The values of the rheological parameters of mixtures are found: flowability, plastic strength. The correlation between performance, energy consumption and mixture moisture, providing production of plotnoprochnyh pellets during rolling, is presented.

Key words: granulation, granules, multicomponent polydisperse charge, density, strength, flowability, plastic strength.

© Макаренков Д.А., Назаров В.И., Мавлюдова Я.А., 2015.

Высокие цены на нефть, газ и другие виды ископаемого топлива вызвали интенсивные поиски альтернативных источников энергии с использованием вторичных материальных ресурсов (ВМР). Замена этих видов топлива на возобновляемые также позволяет снизить выброс парниковых газов. В качестве альтернативного топлива, снижающего нагрузку на окружающую среду, используют топливные гранулы (пеллеты) из древесных отходов лесопромышленного комплекса. Для улучшения качества пеллет к ним добавляют такие отходы, как пивная дробина, лузга, торф, продукт пиролиза технического углерода (пирокарбон) и др. В качестве гранулирующего оборудования используют экструдеры и роторные грануляторы (РГ) с кольцевой или плоской матрицей [1]. Более простым по конструкции является гранулятор с плоской матрицей.

В настоящее время эксплуатируются два типа РГ. В первом типе матрица неподвижна, а по ее поверхности вокруг вертикальной оси перемещается водило с вращающимися роликами. Среди таких РГ используются грануляторы с большой производительностью 2000÷6000 кг/ч. Для средних производительностей (200÷2000) кг/ч используются РГ, где вращается только матрица, а ролики относительно ее неподвижны и вращаются лишь вокруг своей оси за счет сил трения между их поверхностями.

Для получения более качественных прессовок предпочтительнее матрица с каналами переменного сечения. Для уменьшения количества застойных зон отверстия матрицы со стороны роликов изготавливаются с конусным входом. Максимальная производи-

тельность обеспечивается двумя или тремя роликами. Вращающаяся матрица равномерно транспортирует исходный продукт в зону захвата материала прессующими роликами. Продолжительность воздействия ролика меньше времени, необходимого для закатки материала на всю глубину канала. Протекание полной деформации дисперсной системы осуществляется только при повторных воздействиях вала. При этом происходит послойная и порционная запрессовка сырья в каналы. Соотношение диаметров ролика с толщиной матрицы обеспечивает скорость протекания последовательно проходящих фаз: захват и предварительное уплотнение массы, деформирование в условиях сжатия и сжатия со сдвигом, движение массы по каналам матрицы и выход спрессованных гранул.

В РГ можно получать пеллеты из порошкового, зернистого и пластифицированного материала. Качество топливных гранул и энергозатраты определяются такими реологическими свойствами смеси, как сыпучесть и пластическая прочность, а также коэффициентами внешнего и внутреннего трения и бокового давления при движении шихты через каналы переменного сечения. Оптимальные реологические свойства гранулируемых смесей при пониженных энергозатратах на их получение формируются на стадиях их подготовки за счет ввода связующего, механоактивации при нагреве шихты [3].

Были проведены комплексные исследования процесса гранулирования твердотопливных композиций различных составов с использованием ВМР (табл. 1-2). Исследовали гранулируемость и формуемость как при

прессовании в закрытой матрице, так и в РГ с вращающейся матрицей фирмы «MasCorp» (серия SPM-230). На стадиях подготовки смеси определялись сыпучесть и пластическая прочность материалов в зависимости от влажности смеси. Влажность исследуемых смесей определяли методом сушки до постоянного веса (в соответствии с ГОСТ 23409.5-78) при температуре

$(100 \pm 10)^{\circ}\text{C}$. Пластическая прочность определялась по ГОСТ 5180-84, при этом сыпучесть определялась по величине угла естественного откоса в соответствии с международным стандартом ASTM D1895. При компрессионных испытаниях плотность и прочность прессовок определялась по результатам одноосного сжатия при прессовании в закрытой матрице.

Таблица 1

Составы смесей топливных гранул

Компонент смеси, %масс.	Номер смеси										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Опилки	31,3	40	33,3	-	31,3	-	17,9	83,4	40	20,8	40
Лузга подсолнечника	31,3	-	-	40	21,9	41,7	-	-	-	-	-
Пивная дробина	21,9	28	33,3	-	-	-	35,7	-	28	20,8	-
Торф	-	28	-	-	31,3	41,7	35,7	-	28	-	-
Активный ил	-	-	23,4	40	-	-	-	-	-	-	-
Кизельгур	-	-	-	-	-	-	-	8,3	-	-	-
Пирокарбон	-	-	-	-	-	-	-	-	-	41,6	50
Аммиачная селитра	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,5	5
Лигносультанат (50% -водн. р-р)	15,5	-	-	20	-	16,6	-	-	4	8,3	5
ПВА (50%-водн. р-р)	-	4	10	-	15,5	-	10,7	8,3	-	-	-

Таблица 2

Составы смесей топливных гранул

Компонент смеси, %масс.	Номер смеси						
	12	13	14	15	16	17	18
Опилки	31,3	20,4	33,4	40	40	40	40
Лузга подсолнечника	31,3	-	-	-	-	-	-
Пивная дробина	21,9	20,4	23,3	28	28	28	28
Торф	-	-	23,3	28	28	28	28
Цемент	15,5	10,2	-	-	-	-	-
Пирокарбон	-	40,8	-	-	-	-	-
Аммиачная селитра	-	8,2	-	-	-	-	-
Гипс	-	-	20	-	-	-	-
Биопан Б1	-	-	-	4	-	-	-
Биопан Б2	-	-	-	-	4	-	-
Биопан Б3	-	-	-	-	-	4	-
Биопан Б7	-	-	-	-	-	-	4

При прокатке на РГ определялись производительность и удельные энергозатраты в зависимости от различных факторов. Сыпучесть ($\text{кг/м}^2\text{с}$) является основным параметром, который определяет непрерывность подачи сыпучей смеси в зону взаимодействия прокатывающих роликов с вращающейся матрицей. Она же отражает влияние насыпной плотности, гранулометрического состава, влажности и угла естественного откоса. Выходное сечение загрузочного бункера имело форму щели. Графически представлены (рис. 1-2) зависимости сыпучести от ширины щели и от влажности смеси. Видно (рис. 1), что для смесей №№ 1, 2 и 6 зависимость носит линейный характер. Для смесей №№ 5 и 9 (с высоким содержанием торфа) характерна параболическая зависимость. При увеличении влажности от 8 до 18% масс. сыпучесть падает в среднем в 2-3 раза и определяется типом связующего. Для всех рассмотренных смесей сыпучесть возрастает при увеличении величины зазора. При величине зазора меньше 7 мм шихта не просыпается без внешнего воздействия.

Исследуемая в работе пластическая прочность методом погружения конуса характеризует прочность структуры гранулированной дисперсной смеси при малых скоростях деформации и определялась через напряжение сдвига P_m [2]. На рис.3 представлена зависимость пластической прочности от количества связующего. Экспериментальный характер зависимости $P_m=f(W)$ можно объяснить с учетом особенностей структурообразования многокомпонентных смесей.

На начальном участке кривых увеличение доли жидкой фазы (5÷12%

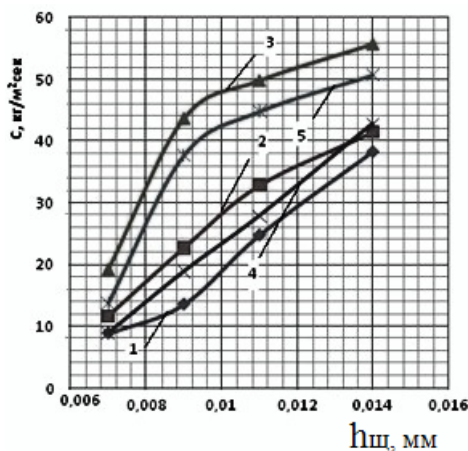


Рис. 1. Зависимость сыпучести топливных смесей от величины зазора между роликом и матрицей: 1-смесь № 1; 2- смесь № 2; 3-смесь № 5; 4-смесь № 6; 5-смесь № 9.

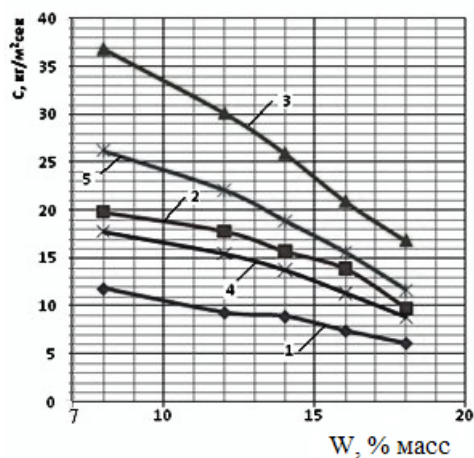


Рис. 2. Зависимость сыпучести топливных смесей от влажности при величине зазора 9 мм: 1-смесь № 1; 2- смесь № 2; 3-смесь № 5; 4-смесь № 6; 5-смесь № 9.

масс.) сопровождается ее равномерным распределением по поверхности шихты. При этом увеличивается число контактов с коагуляционно-кристаллизационным характером связей между частицами, а также число частиц,

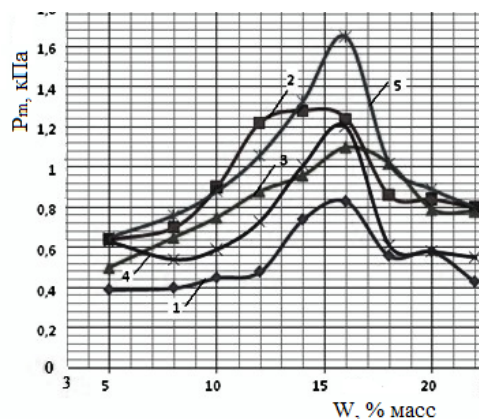


Рис. 3. Зависимость изменения пластической прочности от количества связующего:

1-смесь № 1; 2- смесь № 2; 3-смесь № 5; 4-смесь № 6; 5-смесь № 9

связанных капиллярным давлением. Структурная прочность системы возрастает. Наличие влаги больше 12% масс. приводит к возникновению капиллярно-адсорбционных сил связи, уплотняющих структуру смеси. В результате увеличивается пластическая

прочность образцов, достигая своего максимума при влажности 14÷16% масс. Экстремум на кривых соответствует максимально возможной прочности структурных связей при данных условиях и определяет критическую величину влажности, то есть влажность, при которой наиболее выгодно реализуются прочностные свойства.

Уменьшение пластической прочности шихт в области влажностей более 18% масс. связано с увеличением избытка жидкой фазы на поверхности частиц. Увеличение толщины жидкостных прослоек уменьшает силы молекулярного взаимодействия и повышает подвижность (пластичность) системы в целом. Влажность смеси, при которой ее пластическая прочность равна нулю, характеризует отсутствие межчастичных связей, то есть определяет предельную влажность, при которой отсутствует возможность гранулообразования. Для исследуемых смесей

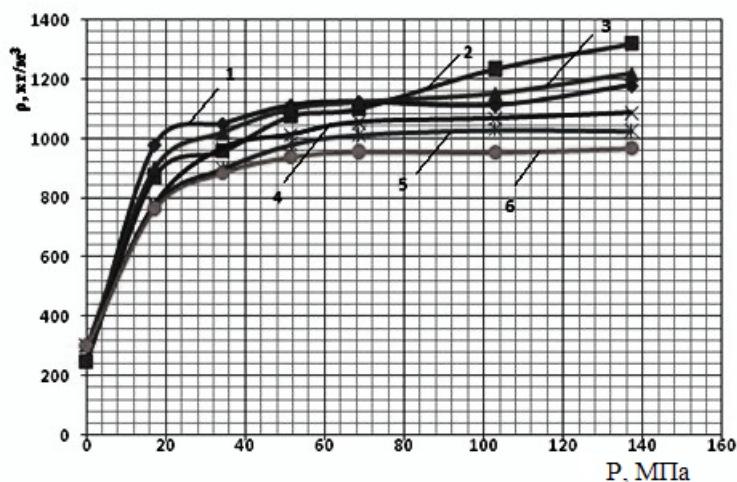


Рис. 4. Зависимость плотности топливных гранул от давления прессования при различной влажности смеси: 1-смесь № 13 ($W_{исх} = 14,9\%$); 2-смесь №14 ($W_{исх} = 13,6\%$); 3- смесь №15 ($W_{исх} = 14,5\%$); 4-смесь №16 ($W_{исх} = 16,5\%$); 5- смесь №17 ($W_{исх} = 14,9\%$); 6-смесь №18 ($W_{исх} = 16,3\%$).

величина связующего в количестве 12ч18% масс. определяет максимальные значения пластической прочности и тем самым – оптимальные условия гранулирования при пониженных давлениях прессования.

Далее рассматриваются результаты компрессионных испытаний для различных топливных композиций (табл. 1-2). Соотношения компонентов менялись в диапазоне 15ч50%масс. При насыпной плотности смесей 250ч500 кг/м³ и при удельных давлениях прессования (40ч100) МПа плотность прессовок изменялась от 800 до 1200 кг/м³. Из компрессионных кривых (рис. 4) видно, что плотные прессовки получаются, начиная с $P_{уд} \sim (20\text{ч}40)$ МПа. Затем плотность растет менее интенсивно, а затем приближается к постоянной величине равной плотности твердого пористого тела. Ввод связующего в дисперсную смесь снижает ее пыление и интенсифицирует процесс компактирования.

Характер изменения прочности гранул на раскалывание приведен на рис. 5. Из полученных кривых мы видим, что прочность прессовок на раскалывание изменяется от 0,05 до 0,4 МПа. При давлениях 100ч150 МПа прочность увеличивалась до 0,4 МПа. Максимальная прочность 0,1ч0,4 МПа наблюдалась у гранул из смеси № 9 за счет оптимального сочетания опилок, пивной дробины, торфа и связующего (лигносульфоната).

Наибольшая прочность достигается при влажности шихты от 11ч18% масс. ($P_m = 1,2\text{ч}1,4$ МПа). При влажности более 20 % масс. избыток влаги выpressовывается и гранулы получаются ломкими. При влажности менее 11% масс. гранулы получаются непрочными. Влажность 14ч16% масс. можно считать оптимальной при проведении процессов прессования смесей, содержащих растительные и древесные отходы.

В исследованиях процесса получения пеллет на РГ на матрице с отверсти-

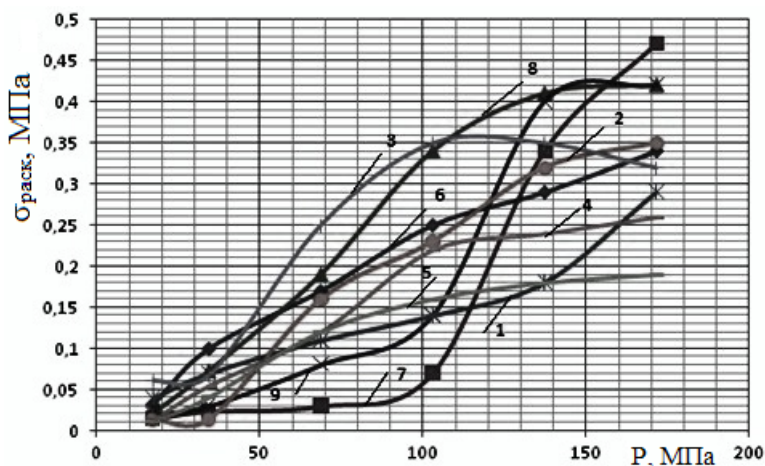


Рис. 5. Зависимость предела прочности на раскалывание от давления прессования при различной влажности смеси: 1-смесь № 13 ($W_{исх} = 14,9\%$); 2-смесь № 14 ($W_{исх} = 13,6\%$); 3 - смесь № 15 ($W_{исх} = 14,5\%$); 4-смесь № 16 ($W_{исх} = 16,5\%$); 5- смесь № 17 ($W_{исх} = 14,9\%$); 6-смесь № 2 ($W_{исх} = 14,9\%$); 7-смесь № 4 ($W_{исх} = 40,9\%$); 8-смесь № 9 ($W_{исх} = 14,9\%$); 9-смесь № 12 ($W_{исх} = 12,4\%$).

ями $d=6$ мм (проходное прессование) определялась производительность (Q) и удельные энергозатраты (N). Были установлены зависимости производительности от состава смеси ее влажности. Была выявлена зависимость энергозатрат от производительности и величины зазора между валками и матрицей. При изменении влажности от 12% до 18% масс. производительность уменьшается от 110 кг/ч до 85 кг/ч (основной компонент пеллет ~ 40% масс. опилок). Изменение мощности от производительности гранулятора (рис. 6) носит линейный характер. За-

висимость удельных энергозатрат $N_{уд}$ от влажностей смесей приведена на рис. 7. Изменение влажности смеси с 12% до 18% масс. приводит к увеличению энергозатрат ~ в 2 раза.

При работе роторных грануляторов ролики прижимают к поверхности вращающейся матрицы. Высокие коэффициенты трения между взаимодействующими поверхностями увеличивают потребляемую мощность на холостом ходу. Поэтому устанавливают зазор, понижающий энергозатраты при прокатке. Однако стремиться к минимальному зазору между матри-

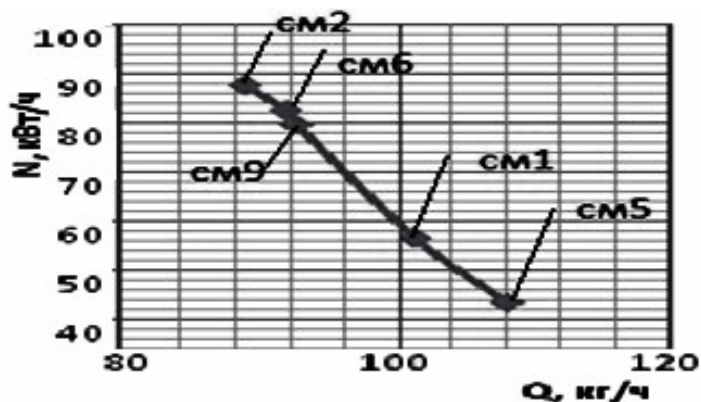


Рис. 6. Зависимость изменения потребляемой мощности от производительности гранулятора

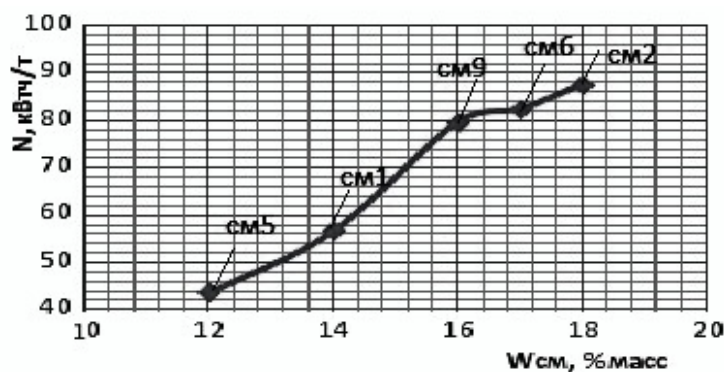


Рис. 7. Зависимость изменения удельных энергозатрат от влажности и типа смеси

цей и роликом не следует, так как это приводит к высоким давлениям прессования и соответственно к увеличению энергозатрат. Зазор необходимо выбирать таким образом, чтобы при запрессовке смеси в каналы матрицы не разрушались частицы прессуемого материала. Величина зазора должна быть соизмерима с размерами частиц и снижать коэффициент трения между роликами и матрицей.

Проведенные комплексные исследования показали возможность получения гранулированных топливных композиций с большим количеством ВМР методами прессования и прокатки на РГ. Определены значения реологических параметров смесей (сыпучесть, пластическая прочность), обеспечивающие оптимальные условия подачи материала в очаг деформации гранулирующего оборудования. Выявлена взаимосвязь между производительностью, энергозатратами и влажностью смеси, обеспечивающие получение при прокатке плотнопрочных пеллет.

Установлено, что при влажности смеси (12÷15%) она представляет собой сыпуче-связанную композицию, характеризующуюся максимальной сыпучестью. При таком режиме обеспечивается максимальная производительность роторного гранулятора ($Q=110$ кг/ч). Выявленный диапазон влажности позволяет получать прочноплотные гранулы, так как усилия прессования расходуются именно на получение прочной структуры, а не на выжимание излишней влаги из объема прессовки.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Варес В. Справочник потребителя биотоплива / В. Варес, Ю. Касък, П. Муйсте и др. – Таллинн: Таллиннский технич. ун-т, 2005. – 183 с.
2. Классен П.В., Гришаев И.Г. Основы техники гранулирования. – М.: Химия, 1982. – 272 с.
3. Макаренков Д.А. Исследование процесса компактирования и окатывания дисперсных сред с регулируемыми реологическими характеристиками: дисс. ... канд. техн. наук. – М., 2000. – 260 с.

РАЗДЕЛ III

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

УДК 599.515

Дьяченко С.И.

Московский государственный областной университет

МОНИТОРИНГОВЫЕ ДАННЫЕ О ПОВЕДЕНИИ СЕРЫХ КИТОВ НА УЧАСТКЕ АКВАТОРИИ СЕВЕРО-ВОСТОЧНЕЕ О-ВА САХАЛИН

Аннотация. В 2004–2006 гг. экспедицией Всемирного фонда дикой природы России по мониторингу азиатской популяции серых китов были проведены работы по численности, распределению и поведению морских млекопитающих в условиях антропогенного воздействия. В статье приводятся результаты наблюдений и их анализ. Построенная карта геоэкологического распределения серых китов в районе залива Пилтун указывает на зависимость этого распределения от двух факторов: удаленности от территорий промышленного воздействия и наличия участка с повышенной биомассой бентоса. Практическая результативность представленной методики позволяет, при условии организации в дальнейшем ежегодного мониторинга и обновления данных, отслеживать в динамике состояние популяции и степень антропогенного воздействия на нее.

Ключевые слова: серый кит, береговые наблюдения, Охотское море, нефтедобыча на Сахалинском шельфе.

S. Dyachenko

Moscow State Regional University

GRAY WHALE BEHAVIOR MONITORING OFF THE NORTH-EAST COAST OF SAKHALIN

Abstract. An expedition organized by WWF Russia in 2004–2006 for monitoring Western gray whales carried out a research aimed at establishing the number, distribution and behavior of marine mammals under the conditions of an anthropogenic impact. The results of observations are presented and their analysis is performed. The map of the geoecologic distribution of gray whales in the Piltun feeding area shows that this distribution of gray whales depends on two factors, namely, the distance from offshore industry and presence of feeding areas with a high percentage of the benthic biomass. The practical effectiveness of the methodology presented allows one, under conditions of annual monitoring and data updating, to monitor the dynamics of the population status and extent of human influence.

Key words: gray whales, coastal observations, Sea of Okhotsk, oil production on the Sakhalin shelf.

© Дьяченко С.И., 2015.

Постановка проблемы и задач для ее решения

В водах Охотского моря у северо-восточных берегов острова Сахалин обитает малочисленная популяция серых китов. Ежегодно популяция приходит в район залива Пильгун для кормления в летне-осенние месяцы. С середины 90-х гг. на шельфе ведутся работы по добыче нефти. Присутствие промышленных объектов в прибрежных водах создает угрозы для питания, размножения и здоровья серых китов. Для успешного мониторинга за популяцией серых китов в условиях антропогенного воздействия были поставлены задачи: подсчитать общее количество китов и их распределение по акватории наблюдения, зарегистрировать поведение каждого кита, подсчитать количество промышленных объектов (нефтедобывающие платформы, корабли, вертолеты) и проследить их взаимодействие с объектами живой природы.

Анализ состояния изученности проблемы, нерешенные аспекты, методика

С начала работ по нефтедобыче проводятся ежегодные наблюдения за серыми китами как со стороны нефтедобывающих компаний, так и со стороны природоохранных организаций¹

¹ См. также отчеты совместной российско-американской научной программы обследования популяции серых китов на сахалинском шельфе для Фонда дикой природы: «Western Gray Whales off Sakhalin Island, Russia: A joint Russia-US scientific investigation July-September 2003 (Final Research Report, 2004)» и «... July-September 2004 (Interim Report, 2005)» / D.W. Weller et al. [NOAA Southwest Fisheries Science Center La Jolla, USA; Kamchatka Branch of Pacific Institute of Geography; Alaska Sealife Center].

[1; 3; 6]. Работы включают в себе береговое слежение, авиаучет, наблюдения с судна и фотоидентификацию. Однако до сих пор не было сделано вывода о предельно допустимой степени влияния нефтедобывающего промысла на популяцию. Для успешного решения данной задачи Всемирным фондом дикой природы были организованы регулярные наблюдения. Работы продолжались в течение 3-х сезонов, чтобы проследить ситуацию на территории распространения серых китов в динамике в условиях антропогенного воздействия. За основу была взята методика берегового слежения, не оказывающая на китов никакого влияния в отличие от других способов: наблюдений с воздушных и морских судов, создающих шум, пересекающих пути следования животных и, в особенности, от наблюдений с моторных лодок для фотоидентификации и взятия образцов тканей с помощью арбалета. Методика была усовершенствована и оставалась единой для всех сезонов наблюдений. Автор был руководителем экспедиций по мониторингу серых китов, организованных Всемирным фондом дикой природы в 2005 и 2006 гг. Кроме того, в статье используются данные, полученные аналогичной экспедицией 2004 г.

Методика полевых работ состояла в береговом наблюдении за животными с помощью биноклей и теодолита, подключенного к компьютеру, который, с помощью соответствующего программного обеспечения [8], позволяет установить точное местоположение и особенности поведения китов, находящихся в пределах видимости. Наблюдения велись с 8-ми станций, расположенных примерно в 10 км друг от

друга вдоль береговой линии с севера на юг. Для максимального обзора акватории были выбраны участки берега с повышенным рельефом. Для каждой выбранной географической точки были определены широта и долгота, а также высота над уровнем моря. Таким образом, территория исследования представляет собой участок акватории протяженностью примерно 80 км с севера на юг вдоль берега и около 10 км шельфа с запада на восток. Размер выбранной территории охватывает фактически весь береговой район летне-осеннего пребывания серых китов, в отличие от наблюдений с Пилтунского маяка, который дает обзор акватории только в 20-25 км.

Наблюдениями установлено, что киты, как правило, остаются на одном участке акватории в течение всего светового дня. Таким образом, наблюдения с разных станций позволяют установить распределение китов по территории исследования в течение летне-осеннего периода. В дни с подходящей погодой наблюдения продолжались целый день. С началом каждого часа времени группа наблюдателей с биноклями проводила внимательное визуальное сканирование акватории с севера на юг. Подсчитывались все киты, присутствующие на данный момент в видимой части акватории и распознавался их тип поведения (питание, передвижение, отдых, игра). В случае, когда кит или группы китов, которые находились на пределе видимости, записывался тип поведения «не определено». Наблюдатель с компьютером и теодолитом подсчитывал дистанцию от точки наблюдения до каждого кита или группы животных. Затем, с началом нового часа времени, наблюдения

повторялись. В конце рабочего дня выделялся подсчет с максимальным количеством китов, зафиксированных в этот день, а данные заносились в таблицу. Также записывались типы поведения.

Полученные научные данные

Полевой сезон 2004 г. продолжался с 10 июня по 26 августа, всего 77 дней, из них в течение 41 дня были неподходящие для наблюдений погодные условия (туман, шторм). До 10 июля наблюдения проводились в тестовом режиме. В 2004 г. наблюдения велись на пяти северных станциях. Хронология наблюдений (дата, номер станции, максимальное количество китов):

10.07 (№2-14)	27.07 (№2-8)	15.08 (№1-7)
11.07 (№4-9)	31.07 (№0-15)	16.08 (№2-7)
14.07 (№2-4)	01.08 (№4-3)	17.08 (№0-20)
21.07 (№2-6)	02.08 (№1-10)	18.08 (№2-6)
25.07 (№1-27)	03.08 (№2-9)	19.08 (№4-6)
26.07 (№3-5)	08.08 (№4-2)	22.08 (№3-6)

Максимальное количество китов за все 18 дней наблюдений равно 164, а среднее количество китов за один день равно 9.1 (164/18). Среднее число китов на каждой станции за день наблюдений: № 0 – 17.5 (35/2), № 1 – 14.6 (44/3), № 2 – 7.7 (54/7), № 3 – 5.5 (11/2), № 4 – 5 (20/4). В результате выявлено преобладание наблюдаемых китов на станциях №№ 0 и 1, по сравнению №№ 2-4.

За все время наблюдений было зафиксировано 234 поведенческие реакции китов. Питание было отмечено 48 раз (20%), передвижение – 86 раз (37%), отдых – 3 раза (1%). Киты, для которых тип поведения распознать не удалось, были отмечены 97 раз (42%).

Выводы:

1) полевые исследования в июне-августе 2004 г. характеризовались слабой промышленной активностью;

2) период полевых исследований 2004 г. может служить примером естественных условий нагула для популяции;

3) наблюдения выявили закономерности в распределении китов по ареалу.

В **полевой сезон 2005 г.** основное внимание было привлечено к событиям, связанным с установкой гравитационного основания нефтедобывающей платформы РА-В. Исследовательская группа прибыла в район работ 24 июля, чтобы иметь возможность начать наблюдения во время установки основания платформы. К сожалению, непосредственно во время установки плотный туман препятствовал работе, так что, когда 6 августа группа смогла приступить к наблюдениям, основание платформы уже было установлено. Работы продолжались с 29 июля по 17 сентября, всего 50 дней. Во время этого периода 23 дня были пригодны для наблюдений, в течение 27 дней условия видимости (штормовая погода, туман и т.п.) препятствовали работе. Наблюдения велись с тех же 5-и постоянных станций, что и в предыдущий сезон. Так же, каждый час, записывались погодные условия, высота волны по шкале Бофорта и количество судов в секторе наблюдений. Хронология наблюдений (дата, номер станции, максимальное количество китов, максимальное количество кораблей):

29.07 (№4-5-2)	08.08 (№3-6-1)	18.08 (№1-10-1)
06.08 (№4-4-10)	09.08 (№1-7-1)	19.08 (№2-13-2)
07.08 (№2-0-4)	11.08 (№3-6-4)	20.08 (№3-4-4)

21.08 (№4-2-6)	31.08 (№2-15-0)	13.09 (№3-7-0)
23.08 (№2-2-2)	05.09 (№3-4-3)	14.09 (№2-3-0)
25.08 (№4-5-8)	06.09 (№1-10-0)	16.09 (№1-9-0)
26.08 (№2-10-0)	07.09 (№1-11-0)	20.09 (№0-6-1)
28.08 (№2-8-2)	11.09 (№4-6-0)	

Максимальное количество китов за все 23 дня наблюдений равняется 153, а среднее за один день равно 6.7 (153/23). Среднее число китов на станции за день наблюдений: № 0 – 6 (6/1), № 1 – 9,4 (47/5), № 2 – 7,3 (51/7), № 3 – 5,2 (26/5), № 4 – 4,4 (22/5). В результате наблюдений выявлено большее количество китов на станциях №№ 1 и 2, чем на станциях №№ 3 и 4.

За все время наблюдений было зафиксировано 420 поведенческих реакций китов, в том числе был добавлен новый тип поведения («игра», т.е. активное поведение, когда кит выпрыгивает из воды, бьет плавниками по воде, крутит головой в разные стороны и т.п.) Питание было отмечено 253 раза (60%), передвижение – 56 раз (13%), отдых – 12 раз (3%), игра – 7 раз (2%). Киты, для которых тип поведения распознать не удалось, были отмечены 92 раза (22%).

Выводы:

1) во время и после установки основания платформы РА-В наблюдалась значительная активность судовых работ в районе строительства, при этом вблизи платформы отмечалось меньше китов, чем в северной части исследуемого района;

2) наблюдалась отрицательная корреляция между числом судов около платформы РА-В и числом китов в секторе наблюдений;

3) в районе платформы РА-В киты питались, но таких типов поведения, как игра и отдых, отмечено не было.

Наблюдения в **полевой сезон 2006 г.** проводились в южной части ареала китов. В первую очередь, это было связано со строительством трубопровода от платформы РА-В через платформу «Моликпак» и далее на сушу в районе залива Чайво, где происходила основная промышленная активность. Наблюдения велись, по большей части, с одной станции (№ 6), которая располагается напротив платформы «Моликпак» и с трех других станций (№ 5, № 7 и № 4). Иногда наблюдения велись на 2-х станциях одновременно, двумя группами. Полевой сезон продолжался с 14 июня по 25 августа, всего 73 дня. Из них 26 были пригодны для наблюдений, в остальные 47 дней были сложные для наблюдений погодные условия (в основном туман). Количество судов в секторе наблюдений постоянно было стабильно высоким (более 20 кораблей), поэтому их количество не фиксировалось, к тому же большая часть из них находилась на пределе видимости (более 15 километров). 13 августа состоялась поездка на юг, в район залива Чайво и платформ «Орлан» (морская) и «Ястреб» (береговая) в место, где трубопровод выходит со дна моря на сушу. Там был зафиксирован один кит. Тип поведения распознать не удалось. Хронология наблюдений (дата, номер станции, максимальное количество китов):

17.06 (№6-6)	02.07 (№6-9)	26.07 (№6,7-7,9)
21.06 (№6-1)	04.07 (№5,6-10,13)	27.07 (№6,7-6,1)
22.06 (№6-23)	05.07 (№6-1)	28.07 (№6,7-3,6)
23.06 (№6-14)	14.07 (№6-3)	19.08 (№6,7-5,0)
24.06 (№4,6-3,5)	16.07 (№6-9)	20.08 (№6,7-6,3)
25.06 (№4,6-3,6)	17.07 (№6-13)	21.08 (№5,6-8,6)
26.06 (№6-4)	23.07 (№6,7-3,4)	23.08 (№6-5)
30.06 (№6-10)	24.07 (№6,7-3,3)	24.08 (№5-13)
01.07 (№6-16)	25.07 (№6,7-4,3)	

Максимальное количество китов за все 26 дней наблюдений равняется 247 (включая 12 дней работы 2-й группы). Таким образом, среднее количество китов за один день равно 6.5 (247/38). Среднее число китов на станции за день наблюдений: № 4 – 3 (6/2), № 5 – 10,3 (31/3), № 6 – 7,3 (183/25), № 7 – 3,6 (29/8). В секторе наблюдений станции № 5, которая расположена вблизи пролива, соединяющего залив Пилтун и Охотское море, было зафиксировано большее количество китов по сравнению с наблюдениями на других станциях. Напротив станции № 6 располагается платформа «Моликпак», а напротив станции № 4 – платформа РА-В. Таким образом, сектор наблюдений станции № 5 находится в относительно свободном от индустриального воздействия районе. Здесь фиксировалось меньшее количество судов. Относительно высокий показатель среднего количества китов на станции № 6 может быть объяснен тем, что в данном районе находится сектор максимальной концентрации биомассы ракообразных, амфипод, изопод и полихет [7, с. 29-42], которые являются предпочтительной пищей серых китов [2; 4; 5].

За все время наблюдений было зафиксировано 311 поведенческих реакций китов. Питание было отмечено 136 раз (44%), передвижение – 85 раз (27%), отдых – 0 раз (0%), игра – 36 раз (12%). Киты, для которых тип поведения распознать не удалось, были отмечены 54 раза (17%).

Выводы:

1) среднее количество китов осталось примерно таким же, как и в предыдущий сезон наблюдений, несмотря на то, что в 2006 г. наблюдения велись в южной части ареала;

2) преобладающим типом поведения осталось питание;

3) не было зафиксировано ни одного случая отдыха китов, однако возрос показатель типа «игра», что может косвенно указывать на благоприятность сезона 2006 г. для морских млекопитающих.

Выводы за три года полевых наблюдений

Среднее количество китов за 3 года: $9.1(2004) + 6.7(2005) + 6.5(2006) / 3 = 7.1$. В сезоне наблюдений 2004 г. наблюдалось несколько большее количество китов, чем в последующие годы. В сезонах наблюдений 2005 и 2006 гг. среднее количество китов было практически одинаковым. Среднее количество китов в секторе наблюдений каждой

станции, с учетом 3-х сезонов полевых наблюдений, составило: № 0–13.7, № 1–11.4, № 5–10.3, № 2–7.5, № 6–7.3, № 3–5.3, № 4–4.4, № 7–3.6. Общая сумма средних величин составляет 63.5 кита, что является оценочным подсчитанным размером популяции на территории исследования. Были выявлены закономерности в географическом распределении серых китов по разным участкам своего ареала. Отмечено преобладание китов на станциях №№ 0 и 1, наиболее удаленных от нефтедобывающих платформ, и на станции № 5, которая располагается вблизи пролива, соединяющего залив Пильтун и Охотское море.

Закономерности в распределении китов послужили основой для созда-

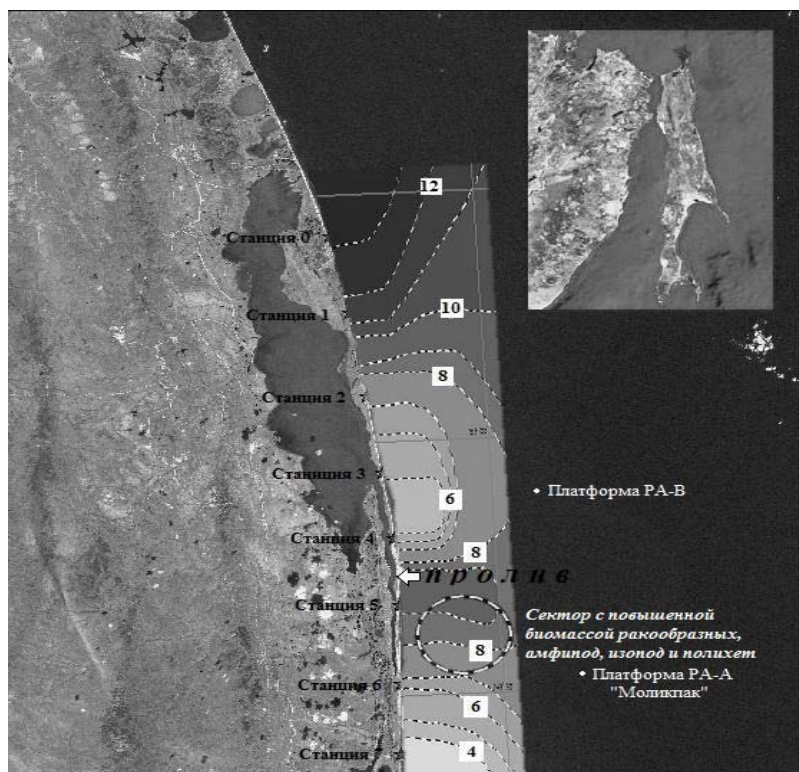


Рис. Геоэкологическое распределение серых китов в районе залива Пильтун

ния карты (см. рис.) геоэкологического распределения серых китов в районе залива Пилтун. Типы поведения (см. табл.) «питание» и «перемещение»

являются наиболее часто регистрируемыми (46% и 23%), а тип поведения «отдых» является самым редко регистрируемым (2%).

Таблица

**Результаты наблюдений за типом поведения китов
(количество китов и % от общего числа наблюдений)**

№№ станций	питание	передвижение	отдых	игра	не определено	всего наблюдений
0	20/35%	31/53%	–	–	7/12%	58
1	82/43%	33/17,5%	5/3%	1/0,5%	68/36%	189
2	97/43%	36/16%	9/4%	6/3%	77/34%	225
3	54/64%	21/24%	1/1%	–	12/14%	88
4	56/59%	14/15%	–	–	25/26%	95
5	42/51%	16/19%	–	10/12%	15/18%	83
6	54/33%	60/37%	–	26/16%	23/14%	163
7	33/60%	6/11%	–	–	16/29%	55
итого	438/46%	217/23%	15/2%	43/4%	243/25%	956

Участки с максимальной концентрацией китов (в среднем более 10 особей за день наблюдений) выявлены на севере и к югу от центра территории исследования. Северный участок наиболее удален от объектов нефтедобывающей промышленности, а к югу от центра находится пролив, соединяющий залив Пилтун и Охотское море, через который в воды моря поступает органическое вещество. На этом участке акватории выявлена наибольшая концентрация биомассы ракообразных, амфипод, изопод и полихет [7, с. 29-42]. Участки с минимальной концентрацией серых китов расположены в центре вблизи объектов нефтедобывающей промышленности и в южной части территории исследования, где они практически не фиксировались исторически. Карта указывает на зависимость распределения серых китов от двух факторов: наличия участка с по-

вышенной биомассой ракообразных, амфипод, изопод и полихет; удаленности от территорий антропогенного воздействия.

Согласно [9] выделяются три степени воздействия на морских млекопитающих (пренебрежимо малое; неблагоприятное, но не значительное; значительное). Полученные данные указывают, что морские млекопитающие не вытесняются из жизненно важных территорий, но под воздействием антропогенного фактора происходит перераспределение китов внутри своего летнего ареала. Рекомендуются продолжение наблюдений по опробованной методике с нанесением на карту новых данных ежегодно, для того, чтобы отслеживать ситуацию в акватории распространений серых китов в динамике. К достоинствам методики можно отнести ее экономичность, основные затраты приходятся на бензин

для автомобиля, который перевозит группы на станции раз в день. Подобные научные данные необходимы для разработки мер, которые позволят не нарушить экологический баланс в акватории и сохранить биологическое разнообразие морей Дальнего востока Российской Федерации.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ:

1. Блохин С.А. Распределение, численность и поведение серых китов (*Eschrichtius robustus*) американской и азиатской популяций в районах их летнего распределения у берегов Дальнего Востока // Изв. ТИНРО. – 1996. – Т. 121. – С. 36-53.
2. Блохин С.А., Павлючков В.А. Питание серых китов в летнее-осенний период в прибрежных водах Чукотского полуострова // Изв. ТИНРО. – 1996. – Т. 121. – С. 26-35.
3. Блохин С.А., Бурдин А.М. Распределение, численность и некоторые черты поведения серого кита *Eschrichtius robustus* корейского стада у северо-восточного побережья Сахалина // Биология моря. – 2001. – Т. 27 (№ 1). – С. 15-20.
4. Зенкович Б.А. Пища дальневосточных китов // ДАН СССР. – 1937. – Т. 16 (вып. 4). – С. 231-234.
5. Зимущко В.В., Ленская С.А. О питании серого кита (*Eschrichtius gibbosus* Erx.) // Экология. – 1970. – № 3. – С. 26–35.
6. Соболевский Е.И. Наблюдения за поведением серых китов (*Eschrichtius gibbosus* Erxl., 1777) на шельфе северо-восточного Сахалина // Экология. – 1998. – № 2. – С. 549-552.
7. Фадеев В.И. Исследования бентоса и кормовой базы в районах питания охотско-корейской популяции серого кита (закл. отчет по материалам экспедиционных работ в 2002 г. на МБ «Невельской»). – Владивосток: ИБМ ДВО РАН, 2003. – 116 с.
8. Gailey G.A., Ortega-Ortiz J. A note on a computer-based system for theodolite tracking of cetaceans // J. of Cetacean Research & Management. – 2002. – 4 (№ 2). – P. 213-218.
9. Structure-Removal Operations on the Gulf of Mexico Outer Continental Shelf: Programmatic Environmental Assessment / Minerals Management Service Gulf of Mexico OCS Region (OCS EIS/EA MMS 2005-013). – New Orleans: U.S. Department of the Interior Minerals Management Service, Gulf of Mexico OCS Region, 2005 (Feb.) – 165 p.

УДК 551.5, 504.38

Литвиненко В.В.*Московский государственный областной университет*

ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ СТРУКТУРЫ ПОСЕВНЫХ ПЛОЩАДЕЙ ОСНОВНЫХ ВИДОВ ЗЕРНОВЫХ И ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР В СТРАНАХ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ПОЯСОВ МИРА

Аннотация. Приведены результаты изучения структуры посевных площадей основных видов зерновых и зернобобовых культур в различных регионах мира за 2004–2010 гг. и картирования изменений структуры посевных площадей в географических поясах мира. Показано, что разница в структуре посевных площадей под культурами в широтном направлении в значительной степени определяется характером агроклиматических условий, причем в тропическом и субтропическом поясах большую роль играет фактор увлажнения, а в умеренном поясе – фактор тепла (суммы активных температур). Сделан вывод о наличии возможных резервов увеличения валовых сборов зерна за счет оптимизации структуры посевов, например, в странах экваториального и субэкваториального географических поясов Африки.

Ключевые слова: физико-географический (природный) пояс, зерновые и зернобобовые культуры, посевная площадь, структура посевов.

V. Litvinenko*Moscow State Regional University*

PECULIARITIES OF CHANGES IN SOWN AREA STRUCTURE OF MAIN TYPES OF CEREALS AND LEGUMINOUS BETWEEN IN COUNTRIES AND GEOGRAPHICAL ZONES OF THE WORLD

Abstract. We report the results of investigation of the sown area structure of main types of cereals and leguminous plants in different countries and regions of the world in 2004–2010. Electronic versions of the maps of change in the sown area structure are presented for various geographical zones of the world. It is shown that the difference in the structure of areas under crops in the latitudinal direction is largely determined by agro-climatic conditions. It is found that in tropical and subtropical climates humidification plays an important role, whereas in temperate zones the heat factor (sum of active temperatures) comes to the fore. A conclusion is made that in equatorial and sub-equatorial geographical zones of Africa there is significant potential for increasing the gross grain yields due to optimization of the structure of crops.

Key words: geographical zones, cereals and leguminous plants, sown area structure, increase of grain crop production.

Роль зерна в решении проблемы глобальной продовольственной безопасности обсуждалась на Всемир-

ном зерновом форуме 2009 г. в Санкт-Петербурге как один из основных вопросов. Увеличение производства зерна в большой степени зависит от

© Литвиненко В.В., 2015.

оптимизации структуры посевов. Структура посевных площадей основных видов зерновых и зернобобовых культур в странах мирового сообщества неодинакова. В значительной мере она определяется соответствием климатических условий территории для их возделывания, а также исторически сложившимися особенностями питания населения, предпочтениями культур в сельскохозяйственном производстве. Поэтому изучение структуры посевных площадей этих культур логично проводить по основным географическим регионам (соотносимых с природными поясами планеты). Нами по данным государственной статистики [3-6] был проведен анализ структуры посевных площадей основных видов зерновых и зернобобовых культур в странах различных регионов мира за 2004, 2006, 2008 и 2010 гг..

Структура посевных и уборочных площадей не остаётся постоянной от года к году. Она зависит от погодных условий в период сева, вегетации, перезимовки и уборки зерновых культур, а также от спроса и предложения на рынке зерна, государственной политики в сельскохозяйственном производстве. Годовые изменения структуры посевных площадей под зерновыми и зернобобовыми культурами в основном незначительны: до 2,0% в 65-85% общего числа стран. Однако в ряде стран пшеничного и кукурузного зерновых поясов в течение 2004-2010 гг. прослеживалась устойчивая тенденция к увеличению (рис. 1) или сокращению (рис. 2) посевов под определёнными культурами.

В Германии, Нидерландах, Белоруссии, странах Прибалтики и в Румынии посевной клин под пшеницей к 2010 г. увеличился на 6-13%, а в Латвии –

почти на 19%. Напротив, в некоторых странах Средиземноморья (Греция, Македония) и Южной Америки (Аргентина, Чили), площадь, занятая посевами пшеницы, уменьшилась на 9-15%, в Португалии – на 21%. Эти изменения происходили за счёт сокращения или роста посевных площадей под ячменём и другими культурами. В странах кукурузного пояса, таких, как Румыния, Словения, Боливия, к 2010 г. отмечено уменьшение посевов кукурузы на 8-9% (рис. 2б), однако, в Китае, Албании и Словакии за этот период эти посевы увеличились на 4-7%. Но в рисосеющих странах колебания посевных площадей под рисом в основном были незначительными (до 0,5-1%). Только в Таиланде и Бангладеш доля рисовых посевов увеличилась в сравнении с 2004 г. на 2,5%, а в Индонезии, Китае, Бразилии и Нигерии – уменьшилась на 1,4-3,2%. Наиболее значительное снижение посевных площадей отмечено Индии и Египте в 2010 г. (4-7%).

Посевные площади, сгруппированные по преобладанию пшеницы, кукурузы, ячменя или риса в структуре посевов (табл. 1), позволяют проследить их соответствие физико-географическим поясам. В этой связи для стран с производством зерна более 3 млн. т построена карта (рис. 3) изменения структуры посевных площадей основных видов зерновых и зернобобовых культур по географическим поясам мира. Физико-географические (природные) пояса – наиболее крупные зональные подразделения географической оболочки, опоясывающие земной шар в широтном направлении. Они различаются между собой по температурным условиям и общим особен-

Диаграмма А

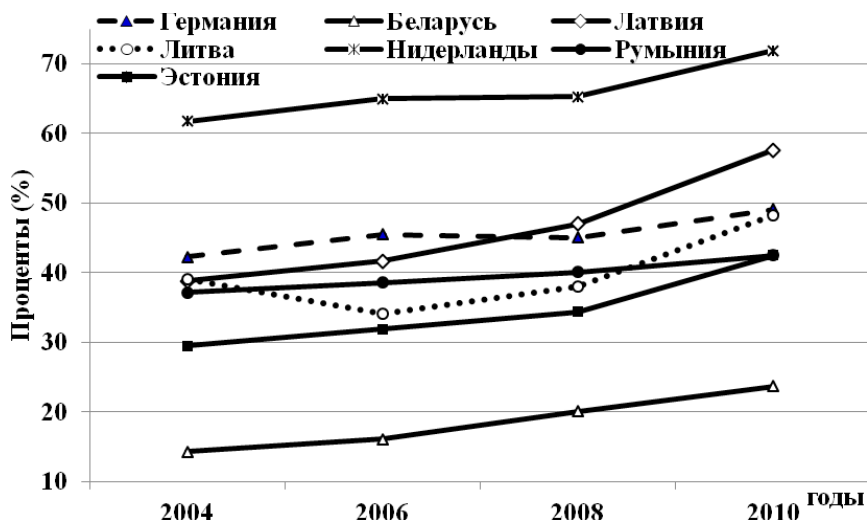


Диаграмма Б

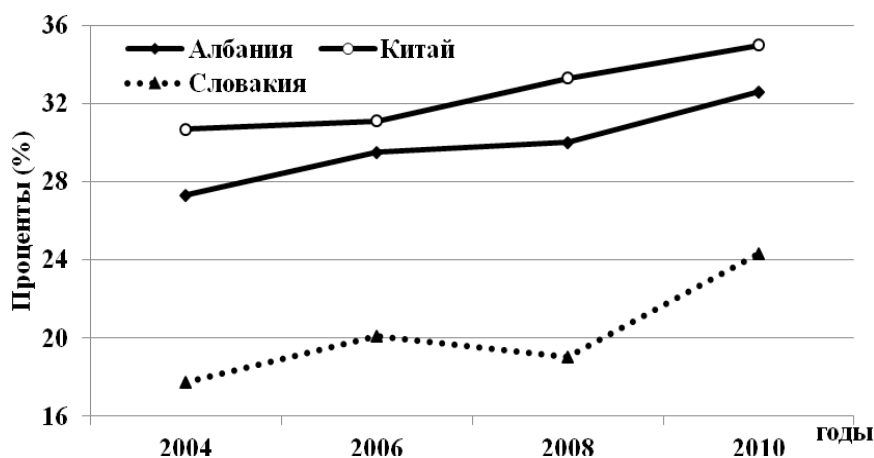


Рис. 1. Диаграммы роста посевных площадей, занятых пшеницей (а) и кукурузой (б), в отдельных странах с 2004 по 2010 гг.

ностям циркуляции атмосферы. Внутри поясов по условиям увлажнения и обеспеченности теплом выделяют природные зоны [2, с. 255]. Географические пояса в основном совпадают с климатическими поясами.

Анализ карты показывает, что в

экваториальном и субэкваториальном географических поясах структуры посевных площадей основных видов зерновых и зернобобовых культур на материках Евразия, Африка и Южная Америка сильно отличаются. Тепловые ресурсы этих поясов достаточно

Диаграмма А

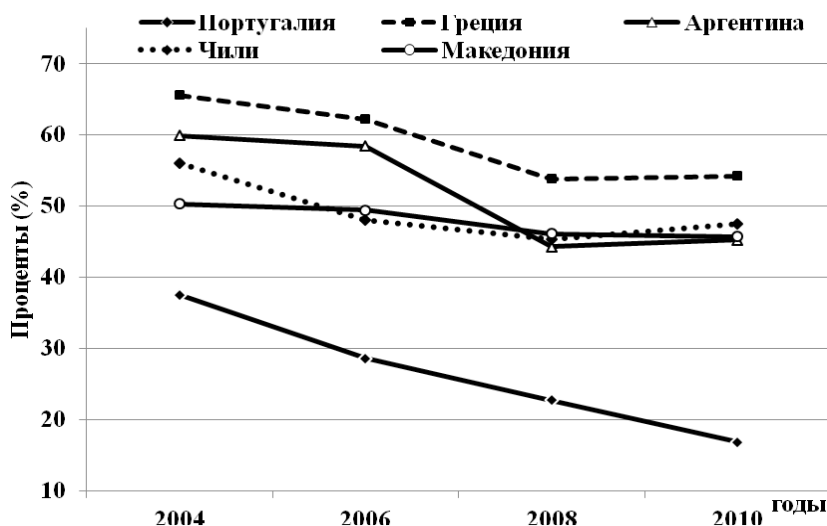


Диаграмма Б

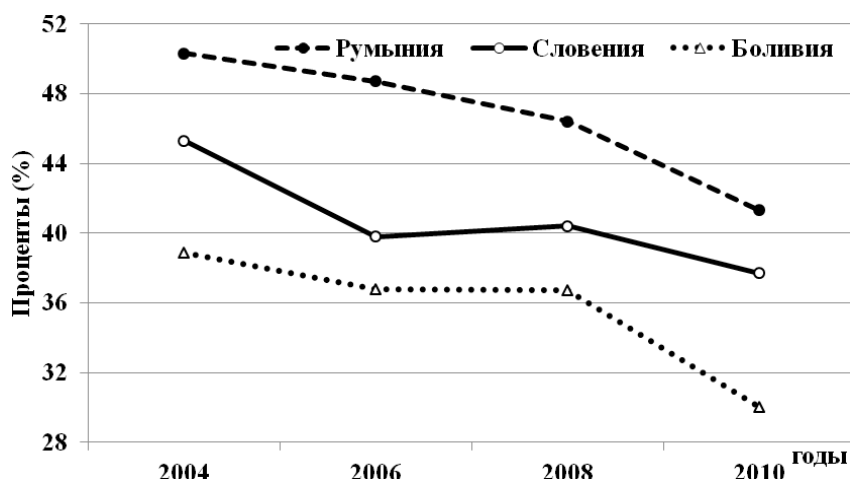


Рис. 2. Диаграммы снижения посевных площадей, занятых пшеницей (а) и кукурузой (б), в отдельных странах с 2004 по 2010 гг.

велики: суммы активных температур воздуха выше 10°C составляют 8000-10000 $^{\circ}\text{C}$, местами и более [1, с. 29-30], что позволяет собирать здесь несколько урожаев в год. Страны Южной и Юго-Восточной Азии с достаточным

увлажнением вегетационного периода (Бангладеш, Вьетнам, Камбоджа, Лаос, Малайзия, Мьянма, Таиланд, Шри-Ланка), где осадки превышают испаряемость в основном на 200-800 мм [1, с. 21-22], отводят под возделывание риса

Таблица 1

**Структура посевных площадей основных видов зерновых
и зернобобовых культур в 2010 году (процент от общей площади
зерновых и зернобобовых культур)**

Страны	Пшеница	Рожь	Кукуруза	Ячмень	Овёс	Рис	Прочие
Преобладание ячменя и овса							
Ирландия	27,7	0,1	-	62,3	7,0	-	3,0
Норвегия	23,8	2,2	-	48,2	25,1	-	0,7
Финляндия	22,0	2,6	-	43,5	29,0	-	2,9
Швеция	41,2	2,6	-	31,5	16,2	-	8,5
Эстония	42,5	4,5	-	37,2	10,8	-	5,0
Испания	30,0	2,1	5,0	45,2	8,5	1,9	7,3
Новая Зеландия	36,0	-	11,5	34,4	5,8	-	12,1
Преобладание пшеницы							
Великобритания	60,6	0,1	-	28,8	3,9	-	6,6
Германия	49,1	9,3	6,9	24,6	2,1	-	8,0
Дания	50,9	3,5	-	38,4	3,8	-	3,5
Латвия	57,6	6,5	-	18,8	11,9	-	5,2
Литва	48,3	4,7	0,7	22,1	5,6	-	18,6
Нидерланды	71,9	1,1	7,8	15,6	0,8	-	2,8
Россия	61,6	4,1	3,3	16,7	6,7	0,5	7,1
Чешская Республика	55,6	2,0	7,0	25,9	3,5	-	6,0
Канада	52,1	0,6	7,6	15,0	5,3	-	19,4
Турция	62,4	1,1	4,6	23,3	0,7	0,8	7,2
Украина	43,1	0,0	18,2	29,6	2,1	0,2	6,8
Франция	56,0	0,3	16,2	16,3	1,0	0,2	9,9
Швейцария	58,7	1,4	10,9	18,6	1,2	-	9,1
Македония	45,7	2,1	16,4	24,5	1,6	2,4	7,5
Бельгия	63,3	0,1	18,9	13,5	1,5	-	2,6
Румыния	42,5	0,3	41,3	10,1	3,6	0,2	2,0
Словакия	49,0	2,4	24,3	18,6	2,1	-	3,7
Албания	44,5	0,7	32,6	1,5	8,4	-	12,3
Болгария	57,6	0,6	26,0	12,7	1,2	0,6	1,3
Греция	54,2	1,7	19,9	11,9	5,9	3,6	2,9
Италия	52,0	0,1	25,8	7,6	3,2	6,9	4,3
Аргентина	45,2	0,2	30,0	7,8	2,9	2,2	11,7
Египет	41,8	0,8	31,5	2,9	-	14,9	8,1
Чили	47,5	0,3	22,0	2,4	13,6	4,4	9,7
Австралия	63,6	0,3	0,3	19,3	4,0	0,1	12,4
Алжир	62,1	-	-	32,7	2,9		2,3
Иран	68,8	-	2,3	15,5		5,5	7,9
Казахстан	86,7	0,2	0,6	8,8	1,1	0,6	2,0
Марокко	52,3	0,1	4,2	35,2	0,5	0,1	7,6
Израиль	73,9	-	3,4	6,1	0,9		15,6

Пакистан	61,9		6,4	0,6		16,0	`15,2
Преобладание кукурузы							
Венгрия	38,8	1,4	40,7	`11,0	2,0	0,1	6,0
Словения	33,1	0,8	37,7	`19,4	1,8	-	7,1
США	32,7	0,2	56,0	1,7	0,9	2,5	6,1
ЮАР	15,5	0,1	76,1	2,3	0,5	-	5,5
Ангола	0,1	-	63,0		-	1,0	35,9
Бразилия	9,8	-	57,8	0,4	0,7	`12,2	19,1
Боливия	`20,0		30,0	9,7	1,0	`17,4	21,9
ДР Конго	0,3	-	62,2	0,1	-	`17,6	19,9
Мексика	5,8	-	60,9	2,3	0,6	0,4	30,1
Танзания	0,4	-	45,6			`10,6	43,4
Преобладание крупяных и бобовых культур							
Нигерия	0,2	-	20,3	-	-	`10,9	68,6
Эфиопия	`15,6	-	16,4	`10,4	0,2	0,1	57,3
Преобладание риса							
Бангладеш	3,0	-	1,2	-	-	93,7	2,1
Республика Корея	1,3	-	1,6	3,9	-	90,8	2,4
Таиланд	-	-	9,0	0,1	-	87,8	3,2
Япония	10,4	-		3,0	-	82,0	4,6
Вьетнам	-	-	12,5	-	-	83,2	4,4
Индонезия	-	-	23,5	-	-	75,0	1,5
Филиппины	-	-	36,0	-	-	62,8	1,1
Преобладание других культур							
Индия	`24,0		6,0	0,7		31,1	38,2
Китай	`26,1	0,2	35,0	0,7	0,2	32,4	5,4
Беларусь	`23,7	`13,6	4,4	26,8	7,1		24,4
Польша	28,2	`16,4	3,5	`13,1	6,3		32,5
Австрия	29,8	4,5	`17,7	34,5	2,6		`10,9
Португалия	16,8	5,7	26,5	9,1	`17,1	8,1	`16,7

Прим.: пример используемых обозначений – **92,0** (первое место культуры в структуре площадей); **39,1** (второе место культуры в структуре площадей); `17,3 (процент площадей под культурой более 10%).

от 83 до 95% посевной площади. На островных Филиппинах и Индонезии рисом занято 61-75% площадей, а под второй культурой, кукурузой – от 22 до 38%.

В Индии дефицит или избыток осадков относительно испаряемости зависит от расположения и рельефа местности. На плоскогорье Декан, пла-

то Малва, в Восточных Гатах величина дефицита составляет 200-1200 мм, а в долине Ганга, предгорьях Гималаев и Западных Гат осадки превышают испаряемость на 200-800 мм и более. Условия увлажнения, определяя агро-климатические ресурсы территории, влияют на структуру посевных площадей, которая, хотя и может менять-

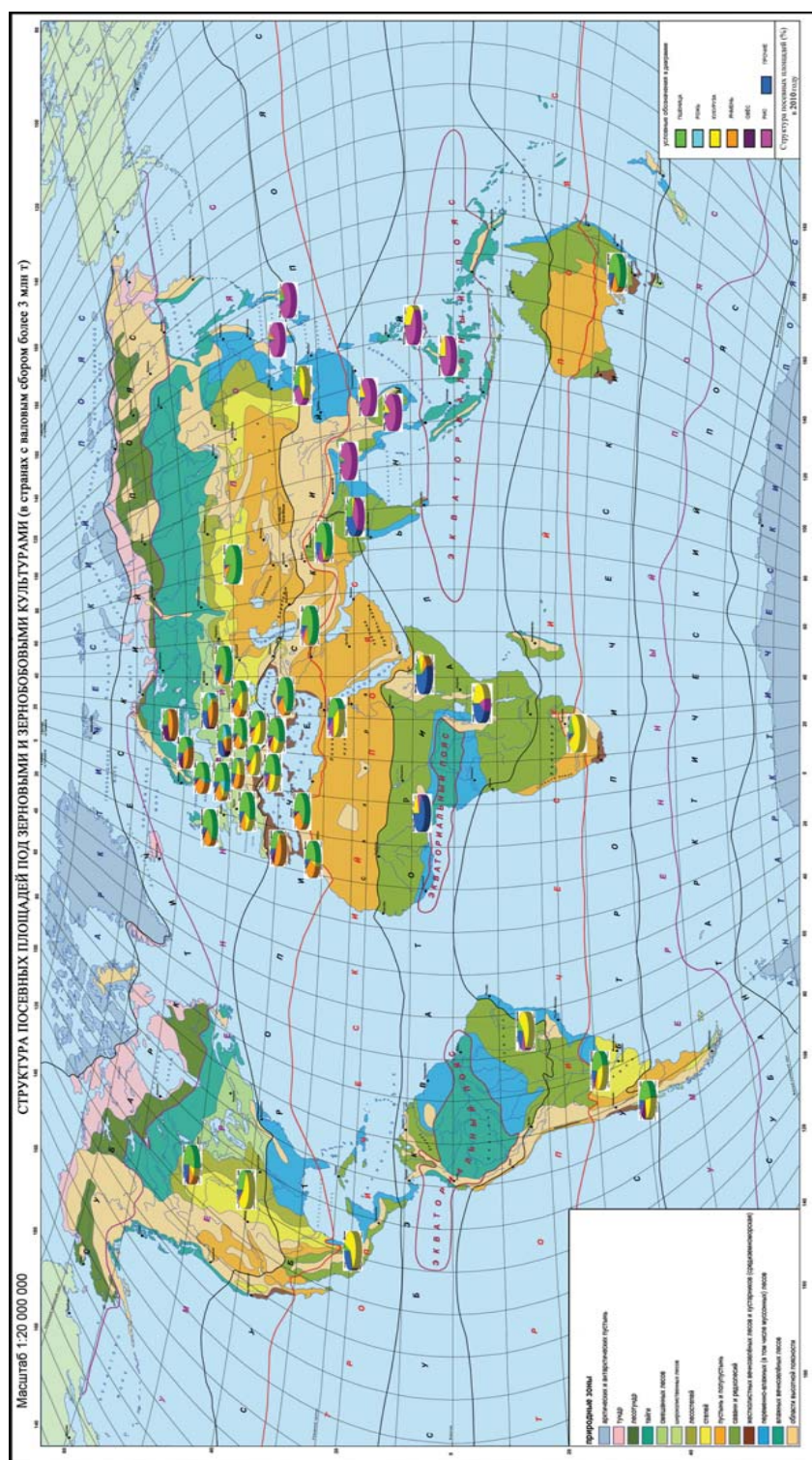


Рис. 3. Карта посевных площадей под зерновыми культурами (доля основных культур) в странах с валовым сбором более 3 млн т в 2010 г.

ся по годам, но незначительно. Рис в стране высевается на 31-36%, кукуруза – на 6%, пшеница – на 22-24%, прочие зерновые и зернобобовые культуры – на 34-38% общей посевной площади.

В экваториальном и субэкваториальном поясах Африки условия увлажнения ухудшаются с запада на восток и от экватора к тропикам. В бассейне реки Конго, как и в странах Юго-Восточной Азии, осадки превышают испаряемость на 200-800 мм, а на побережье Гвинейского залива – местами на 1200-2000 мм [1, с. 21-22]. На остальной территории, так же как и в Индии, прослеживается дефицит осадков относительно испаряемости (200-1200 мм). Однако площади, занятые рисом в Нигерии, ДР Конго, Танзании незначительны (8-18%). По данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций [7], они заметно возрастают только в экваториальном поясе побережья Гвинейского залива. Гвинея и Кот-д'Ивуар засевают рисом 40-46% посевных площадей зерновых культур, Сьерра-Леоне – до 72%. В Анголе, ДР Конго и Танзании в посевах преобладает кукуруза (46-64%), крупяными и бобовыми культурами здесь занято до 40% площади (в Анголе – до 20%). На востоке субэкваториального пояса, в Зимбабве и Малави, доля кукурузы уже превышает 60%, в Замбии – 80%. Но в Нигерии и Эфиопии кукуруза высевается только на 16-20% площади, а основная часть посевных площадей (54-72%) находится под сорго, просо и бобовыми культурами. В Судане 70% площадей занято сорго, 22% – просом. Кроме того, в Эфиопии, расположенной в субэкваториальном поясе на нагорье высотой 1000-2000 м, резко увеличивается посевной клин под ячменём (10%) и пшеницей (16%).

В Южной Америке большая часть территории Бразилии (одного из крупнейших производителей зерна) находится в субэкваториальном поясе. Дефицит осадков относительно испаряемости отмечается только на востоке страны в районе Бразильского плоскогорья (200-800 мм), на остальной территории осадки превышают испаряемость на 200-1200 мм и более [1, с. 21-22]. Лидирующей культурой является кукуруза, которая занимает более половины посевных площадей, под рисом находится 12-13%, под пшеницей – до 10%, а под крупяные и бобовые культуры отведено несколько более 20% посевов. В Боливии кукуруза также является лидирующей культурой, но уменьшение её доли площадей связано с большим посевным клином под пшеницей, ячменём и рисом.

В *тропическом и субтропическом поясах* и на границе умеренного пояса спектр возделываемых зерновых и зернобобовых культур более разнообразен. Суммы средних суточных температур (суммы активных температур) воздуха за период с температурой выше 10°C на равнинах составляют 4000-8000°C и более, в горных районах – 2500-3000°C [1, с. 28-33], что позволяет, наряду с рисом и кукурузой, выращивать более холодостойкие пшеницу и ячмень. Постепенная смена структуры посевных площадей зерновых и зернобобовых культур на материке Евразии с востока на запад в значительной степени обусловлена климатическими особенностями территории. В Восточной Азии, в условиях достаточного увлажнения (осадки превышают испаряемость на 200-400 мм и более), преобладает рис. В Японии и Корее рисом заняты 80-90% по-

севных площадей. Пшеницу в Корее практически не выращивают (около 1%), в Японии ею засеивается не более 10% площадей. В Китае агроклиматические ресурсы территории благоприятны для выращивания как риса, так кукурузы и пшеницы. Рисом занято до 32-34% (в основном в юго-восточной части страны с достаточным увлажнением), кукурузой – до 31-35%, пшеницей – до 26-27% посевных площадей. Доля серых хлебов составляет менее 2%, под другими зерновыми и зернобобовыми культурами находится около 7% площадей.

При сравнении сельскохозяйственных районов Ближнего и Среднего Востока, Пакистан и Иран обеспечены теплом (5000-8000°C) в большей степени, чем в Турции (3000-6000°C). Продолжительность безморозного периода здесь значительная и изменяется по территории от 150 до 240 дней [1, с. 57]. При этом дефицит осадков (1200-1600 мм) относительно испаряемости в Пакистане и Иране выше, чем в Турции (400-800 мм), что увеличивает общую площадь, требующую орошения, в 2-3 раза [8]. Клин, занятый пшеницей в этих странах, составляет 58-69%, кукурузой – 2-7%. Доля риса в структуре посевных площадей уменьшается от 16% в Пакистане и 6% в Иране до 0,8% в Турции, а ячменя, соответственно, увеличивается (0,6%, 16% и 23-24%). Просо и другие культуры занимают вместе от 7 до 17% площадей, в то же время овёс и рожь выращиваются в основном в Турции (1-2%).

Климаты западных и восточных побережий материков в тропическом и субтропическом поясах сильно отличаются. В муссонном субтропическом климате в летний период увлаж-

нение преимущественно достаточное и избыточное, в средиземноморском – лето засушливое, а зима – влажная, так же как и на южной границе умеренного пояса. В Средиземноморье дефицит осадков относительно испаряемости составляет 200-400 мм, на юге Испании – до 800 мм, на побережье Африки – до 1200 мм. Суммы активных температур выше 10°C равны 3000-6000°C. В структуре посевных площадей стран Средиземноморья преобладают три культуры: пшеница, кукуруза и ячмень. В Албании, Болгарии, Греции, Италии, Македонии в посевах доминирует пшеница (45-62%), доля кукурузы составляет 16-33%, ячменя – 8-25%. В Словении кукуруза (38-40%) опережает пшеницу (32-33%), занимая в посевах первое место. В Албании клин посевных площадей под крупными и бобовыми культурами достигает 14%. В этих странах выращивается и рис, наибольшие площади под ним сосредоточены в Болгарии и Италии (до 5%).

В Испании из-за близости центра Азорского антициклона лето более сухое, поэтому в посевах преобладает ячмень (45-48%), на втором месте находится пшеница (около 30% посевов), площади под остальными культурами не превышают 5-10%. Граница тропического и субтропического поясов в Северной Африке проходит через Марокко и Алжир. Здесь, так же как и в Испании, в структуре зерновых преобладают две культуры. Однако пшеницы высевается больше (50-64%), чем ячменя (30-38%).

В Египте, расположенном преимущественно в тропическом поясе, суммы (7000-9000°C) активных температур выше 10°C и дефицит осадков

относительно испаряемости (1200-2400 мм) очень высокие. Температура самого холодного месяца в среднем 12-14°C [1, с. 88]. В Египте, как и Китае, в посевах зерновых доминируют три культуры: пшеница (40-42%), кукуруза (27-32%) и рис (15-19%), но рис не является лидирующей культурой.

ЮАР – страна, где под кукурузой в 2010 г. находилось 76% посевных площадей, а пшеницей было занято 15%. В тропическом и субтропическом поясах ЮАР дефицит осадков относительно испаряемости составляет 800-1200 мм [1, с. 21-22] при сумме активных температур (выше 10°C) 6000-8000°C. Средняя температура самого холодного месяца положительная (10-12°C), а средний из абсолютных годовых минимумов температуры воздуха равен -4°C [1, с. 95].

Такие же агроклиматические условия в районах возделывания зерновых культур характерны для Мексики, расположенной в тропическом поясе Северного полушария. Под кукурузу в этой стране отведено 61-62%, под крупяные и бобовые культуры – около 30% посевных площадей. В США площадь, занятая кукурузой, составляет 52-56%, пшеницей – 33-37%. Зерновые выращиваются в субтропическом и умеренном поясах с суммой активных температур воздуха выше 10°C в пределах 2500-6000°C [1, с. 32] и дефицитом осадков относительно испаряемости равным 200-400 мм. Температура самого холодного месяца в северных районах зерновой зоны составляет -4...-8°C [1, с. 90].

В субтропиках Южного полушария к странам пшеничного пояса можно отнести Австралию, Аргентину и Чили. В засушливых условиях суб-

тропического пояса Австралии зерновые культуры высеваются в районах с дефицитом осадков относительно испаряемости равным 400-800 мм и суммой активных температур воздуха выше 10°C в пределах 4500-6500°C. Первое место в посевах зерновых культур здесь занимает пшеница (61-64%), второе – ячмень (19-22%). По структуре посевных площадей Австралия похожа на Казахстан, расположенный в умеренном поясе. В небольших количествах эти страны выращивают рис, кукурузу, овёс, рожь, но крупяных и бобовых культур в Южном полушарии высевается значительно больше (11-12%). В Аргентине и Чили пшеница может занимать от 45 до 58% посевных площадей. Второе место принадлежит кукурузе (от 19 до 30%). Агроклиматические условия в районах произрастания зерновых в целом сходны с австралийскими. Однако изменчивость по территории температуры самого холодного месяца [1, с. 91] в Аргентине (8-14°C) несколько больше, чем в Австралии (8-10°C), а также выше верхний предел сумм активных температур (до 8000°C).

Новая Зеландия, как и Испания, расположена на границе субтропического и умеренного поясов. Условия увлажнения здесь несколько лучше, что позволяет выращивать этой стране больше кукурузы и бобовых, но в целом структура посевных площадей под пшеницей и серыми хлебами достаточно близко повторяет Испанию.

На юге *умеренного пояса* расположены территории Венгрии, Республики Молдова, Румынии, где период с температурами выше 10°C обеспечен суммами температур около 3000°C [1, с. 28]. Дефицит осадков относительно

испаряемости небольшой (до 200 мм). Температура самого холодного месяца $-2...-4^{\circ}\text{C}$. Эти страны можно считать кукурузным поясом Европы: в сельскохозяйственном производстве преобладает кукуруза (38-49% посевов), затем следует пшеница (32-43%). В Румынии в 1998 г. клин кукурузы достигал 54%, в 2010 г. он был выше уже у пшеницы. Здесь высеваются также рожь, ячмень, овёс, рис и крупяные культуры.

Такие же агроклиматические условия характерны для Словакии, юго-запада Франции, юга Украины и в целом для Южного и Северо-Кавказского федеральных округов России. Лишь на востоке территории этих федеральных округов суммы активных температур воздуха увеличиваются до 3500°C [1, с. 27], возрастает дефицит осадков относительно испаряемости (до 400 мм), а температура самого холодного месяца в северных и северо-восточных районах понижается до -6°C . Это способствует тому, что в Украине (4,5-5 млн. га) и Франции кукуруза занимает третье место в посевах зерновых (11-18%), в Словакии в 2010 г. – второе (24%). В России кукурузой занято от 1 до 2 млн. га. Это соответствует размерам её площадей во Франции, но в относительном выражении составляет немногим более 3% посевов всех зерновых культур.

На остальной территории Франции и Украины суммы активных температур воздуха составляют 2500°C . В России и Западной Европе они постепенно понижаются: от 2500°C на широте Варшавы до 2000°C на широте Москвы (в Сибири – до широты Омска). Температура самого холодного месяца в прибрежных странах положительная ($2-4^{\circ}\text{C}$), в странах Восточной Европы

составляет $-2...-4^{\circ}\text{C}$, в зерновых районах европейской части России понижается до $-8...-12^{\circ}\text{C}$, а в сельскохозяйственных районах Сибири достигает $-18...-20^{\circ}\text{C}$ [1, с. 85-86]. В Европе осадки превышают испаряемость, на Европейской части России при продвижении к югу и юго-востоку их дефицит возрастает до 200, местами до 400 мм. Недостаток осадков характерен и для зерновых районов Сибири [1, с. 21-22]. Вся эта территория объединяет страны пшеничного пояса. В странах умеренного пояса – Бельгии, Великобритании, Германии, Дании, Латвии, Литве, Нидерландах, России, Словакии, Чешской Республике, Украине, Франции, Швейцарии – в 2010 г. первое место в посевах занимала пшеница (48-62%), второе – ячмень (16-30%) или кукуруза.

В зерновых районах Канады, расположенной в умеренном поясе Северной Америки, как и в Европе, происходит уменьшение тепловых ресурсов от 2500°C до 2000°C и менее. Это приводит к значительному сокращению кукурузного клина в сравнении с США и увеличению площадей, занятых пшеницей (52-55%) и ячменём (15-18%). Для стран Скандинавии, Прибалтики, Дании, Белоруссии и части Ирландии также характерны дефицит тепла (суммы активных температур менее 2000°C) и достаточное увлажнение в летний период, поэтому здесь в структуре посевных площадей доминируют серые хлеба (ячмень, овёс, рожь). В Дании, Латвии и Литве только к 2010 г. были заметно расширены посевные площади под пшеницей: до 48-58% против 31-42% в 1998 г. В Ирландии, Норвегии и Финляндии ячмень является ведущей культурой: доля ячменя и овса составляет здесь 68-79%, под пше-

ницу отведено менее 25-30% площади. В Швеции и Эстонии пшеница хотя и уступает серым хлебам по площади, но на её посевы приходится до 32-43%.

Рожь в Европе выращивается повсеместно, но если на юге её посевной клин не превышает 1-2%, то на севере он уже достигает 8-9% посева зерновых и зернобобовых культур. Больше всего ржи высевается в Польше (16%) и Беларуси (14-21%). Эти же страны лидируют в Европе по относительным размерам площадей, отведённых для выращивания тритикале, крупяных и бобовых культур (33-35 и 23-24%, соответственно). Ячмень в Беларуси хотя и занимает первое место, но его площади колеблются в пределах 27-29%.

В северных зерновых районах Казахстана сумма активных температур воздуха выше 10°C составляет 2000-2500°C. Дефицит осадков относительно испаряемости равен 400-800 мм. Продолжительность безморозного периода изменяется от 105 до 120 дней [1, с. 55]. Температура самого холодного месяца в зерновых районах достаточно низкая (-16°C). В сложных для сельскохозяйственного производства условиях основные посевные площади в Казахстане занимают пшеница (84%) и ячмень (12%).

В целом изменения структуры посевных площадей под основными видами зерновых и зернобобовых культур подчинены в тропическом и субтропическом поясах в значительной степени смене увлажнения территорий, а в умеренном поясе связаны в основном с уменьшением тепловых ресурсов к

северу. Формирование пшеничных, кукурузных и рисовых широтных поясов в большей мере определяется агроклиматическими условиями территории. В сельскохозяйственных районах Северного и Южного полушарий планеты формируются сходные агроклиматические условия для выращивания зерновых культур, но из-за перераспределения суши и моря в более холодном Южном полушарии пшеничные пояса тяготеют к субтропикам.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Агроклиматический атлас мира / под ред. И.А. Гольцберга. – М.-Л.: Гидрометеиздат, 1972. – 142 с.
2. Любушкина С.Г., Пашкант К.В., Чернов А.В. Общее земледование: учеб. пособие для вузов. – М.: Просвещение, 2004. – 288 с.
3. Россия и страны мира. 2006: стат.сб. – М.: Росстат, 2006. – 366 с.
4. Россия и страны мира. 2008: стат.сб. – М.: Росстат, 2008. – 361 с.
5. Россия и страны мира. 2010: стат.сб. – М.: Росстат, 2010. – 372 с.
6. Россия и страны мира. 2012: стат.сб. – М.: Росстат, 2012. – 380 с.
7. Статистика / Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций [сайт]. – URL: <http://www.fao.org/statistics/ru/> (дата обращения: 07.02.2015 г.)
8. [World Data Atlas] Turkey - Irrigation: Area equipped for full control irrigation / Knoema [сайт]. – URL: <http://knoema.com/atlas/Turkey/topics/Water/Irrigation-Area-Equipped-for-Full-Control-Irrigation/Total?origin=knoema.ru> (дата обращения: 26.01.2015 г.)

УДК 57.011

Шахин Башар Сулейман*Московский государственный областной университет***СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ РЕКИ
СЕВЕРНЫЙ КЕБИР В РАЙОНЕ ЛАТАКИИ (СИРИЯ)¹**

Аннотация. Представлены результаты наблюдения (янв.-май 2013 г.) за уровнем загрязнения реки Северный Кебир вблизи г. Латакия (Сирийская Арабская Республика) по физическим, химическим и бактериологическим характеристикам. Исследование отобранных проб проводилось газохроматографическим экспресс-методом (оценка общей загрязненности органическими соединениями), методом спектрофотометрии (химическая потребность в кислороде), pH-метрией, тест-методами, потенциометрией, кондуктометрией и тест-методами на отдельные загрязняющие вещества. Результаты определения общей суммарной величины органической загрязненности (~12-14 мг/дм³) и химического потребления кислорода (~40 мг/дм³) указывают на неблагоприятную ситуацию на всем протяжении реки от г. Латакия до устья. В тоже время по показателям pH, температуры и окислительно-восстановительного потенциала (Eh) – вода в реке находится в пределах нормы.

Ключевые слова: качество воды, загрязнители поверхностных вод, методы анализа загрязнения воды, Сирия, Северный Кебир (река).

B. Shaheen*Moscow State Regional University***CONTROL OF POLLUTION OF THE GREAT NORTHERN RIVER
NEAR THE CITY OF LATAKIA (SYRIA)**

Abstract. We report the results of observations (January – May 2013) of the pollution level of the Nahr-el-Kebir river near Latakia (Syrian Arab Republic) with allowance for physical, chemical, and bacteriological characteristics. The study of the samples was carried out by means of the rapid method of gas chromatography (evaluation of the overall contamination by organic compounds), spectrophotometric methods (chemical oxygen demand tests), potentiometric methods, pH meters, conductivity meters, and test methods for certain pollutants. The results of determining the overall total value of the organic pollution (~ 12 – 14 mg/dm³) and chemical oxygen demand (~ 40 mg/dm³) indicate an unfavorable situation along the entire length of the river from the city of Latakia to the mouth. At the same time, in terms of pH, temperature, and oxidation-reduction potential (Eh), the parameters of the river water are within the normal range.

Key words: water quality, surface water contaminants, methods of analysis of water pollution, Syria, Nahr-el-Kebir (river).

¹ Первая часть статьи.

© Шахин Башар Сулейман, 2015.

Пресную воду на Земле принято считать возобновляемым природным ресурсом, но эта характеристика становится всё более ограниченной и уязвимой. Как результат постоянно возрастающих потребностей народного хозяйства в водных ресурсах, в состоянии самих водных объектов развиваются масштабные необратимые изменения, что выражается в их загрязнении, истощении и деградации. Объект нашего исследования – река Северный Кебир является одной из важных водных артерий Сирии. Своё начало она берёт в горах Турции, протекает по территории Сирии на протяжении 65 км и вблизи г. Латакия впадает в Средиземное море. Северный Кебир относится к зоне организованного сброса сточных вод, в результате чего наблюдается устойчивая загрязненность воды: превышение предельно допустимой концентрации (ПДК) может достигать от 10 до 100 раз по одному или нескольким показателям качества воды.

Наблюдения за уровнем загрязнения компонентов окружающей среды по физическим, химическим и бактериологическим характеристикам, выявление источников загрязнения, оценка эффективности мероприятий по защите от загрязнений имеют целью обеспечить заинтересованные организации результатами этих работ и прогнозами о возможных изменениях уровня загрязненности водного объекта. Качество поверхностных вод оценивалось нами в соответствии с российским стандартом¹ контроля над

качеством воды водоемов и водотоков, включая устьевые участки рек, по физическим, химическим и гидробиологическим показателям, с едиными требованиями к построению сети контроля, проведению наблюдения и обработке в рамках общегосударственной системы наблюдений и контроля. Вода из Северного Кебира используется как для приготовления пищи, так и для других хозяйственно-бытовых целей. В связи с этим необходимо было наряду с оценкой санитарно-гигиенических и экологических нормативов, регулирующих качество питьевой воды по отношению к здоровью человека и состоянию экосистем, выявить источники воздействия, выбрать методику определения содержания примесей и установить точность их определения.

Пункты наблюдения, где были собраны данные о качестве воды, включали шесть створов:

№ 1 – 2 км вверх по течению реки от источника загрязнения;

№ 2 – 1 км вверх по течению реки от источника загрязнения;

№ 3 – в зоне промышленного загрязнения;

№ 4 – на расстоянии 1 км от зоны последнего сброса сточных вод вниз по течению реки;

№ 5 – в устье реки;

№ 6 – у плотины им. 16 Октября.

Глубина реки местами достигает 6 м и в створе водного объекта в зависимости от ширины зоны загрязнения и условий перемешивания природных

¹ Межгосударственный стандарт [ГОСТ 17.1.3.07-82]: «Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества воды водоемов и водотоков» (утв. Постановлением Госкомитета

СССР по стандартам от 19.03.1982 г. № 1115 и введен в действие с 01.01.1983 г.) Стандарт не распространяется на контроль качества вод водоемов и водотоков, используемых для конкретных целей водопользования, и на экспедиционные обследования.

и сточных вод может быть несколько вертикалей, поэтому было исследовано два горизонта – 0,3 м и 1,0 м от поверхности. Отбор проб проводился в соответствии с российскими стандартами¹ и делился на разовую (простую) и смешанную пробы [2]. Разовую получали однократным отбором требуемого количества воды в данный момент времени и в данном месте; смешанную пробу – смешиванием простых проб, взятых одновременно в различных местах (усреднение по объёму) или в одном месте через определенные промежутки времени (усреднение по времени). Сосуды и устройства для отбора проб должны отличаться химической устойчивостью к исследуемой воде – стеклянные, эмалированные, фарфоровые и пластмассовые с широким горлом и вместимостью, обеспечивающий забор требуемого для анализа количества воды.

Отбор проб из реки и их исследование проводились в период с 30 января по 30 мая 2013 г. Отбор проб проводился систематически по трем точкам для каждого из шести указанных створов. По аналогии [3] была принята классификация основных загрязнителей поверхностных вод (см. рис.). Присутствие в речной воде смеси различных групп вредных органических и неорганических веществ (нередко на уровне следовых количеств, до ~ 1 мкг/дм³) дополнительно осложняло использование методов аналитической химии. Задача определения загрязнений в водных экосистемах, когда в пробе нахо-

дится смесь различных органических и неорганических соединений, требует для своего решения значительных временных затрат даже при наличии хорошо оборудованных аналитических лабораторий с высококвалифицированным персоналом.

Контроль качества воды в реке Северный Кебир осуществлялся по показателям:

общего состояния водоема (температура, цветность, мутность, pH, окисляемость);

степени антропогенной нагрузки (хлориды, сульфаты, аммоний, нитраты, нитриты, фосфаты, железо, БПК – биохимический показатель кислорода);

эффективности системы очистки сточных вод (жёсткость, кальций и магний);

токсикологического контроля (показатель лимитирует токсическое действие загрязняющих веществ на биологические организмы) [1].

Исследуемым показателям соответствовали использованные методы анализа (см. табл. 1). В настоящее время наиболее широкое применение в процессе мониторинга при анализе микропримесей органических и неорганических соединений находят спектральные и хроматографические методы. Всё большее применение находят атомно-абсорбционная и эмиссионная (флуоресцентная) спектрометрия, позволяющие определять различные химические элементы в неорганических матрицах с пределами обнаружения при абсолютных содержаниях до 10^{-14} мг/л [4]. При этом газовая и жидкостная хроматография являются самыми распространёнными и высокоэффективными методами. Оперативность,

¹ Государственный стандарт РФ [ГОСТ Р 51592-2000]: «Вода. Общие требования к отбору проб» (принят Постановлением Госстандарта России от 21.04.2000 г. № 117-ст и введен в действие с 01.07.2001 г.)



Рис. Классификация основных загрязнителей поверхностных вод

высокая чувствительность и возможность автоматизации являются отличительной чертой методов газовой хроматографии. Кроме того, газовая хроматография позволяет работать в интервале температур (от -180 до 800 °C) и широко используется при определении пестицидов, удобрений, лекарственных препаратов и др. Во многих странах газовая хроматография утверждена на федеральном уровне и предназначена для контроля качества воды [5-6]. Не уступает газовой хроматографии жидкостная хроматография (ЖХ), причём в плане автоматизации подготовки и забора проб она может оказаться даже более перспективной.

При оценке состояния водных экосистем широкое применение находят такие обобщённые показатели, как биохимическое (БПК) и химическое (ХПК) потребление кислорода. Однако большинство стандартных методик для проведения анализа требует больших временных затрат (от 2-х до 20-ти суток), дорогих реактивов, квалифицированного персонала и оборудованных лабораторий. Для повышения эффективности экспресс-мониторинга, оперативного выявления причины появления загрязнений, разработки рекомендаций по снижению уровня их воздействия на водный объект и

Таблица 1

Исследование показателей среды

№ пп	Исследуемые показатели	Методы исследования
1	Водородный показатель (рН); содержание катионов: кальций (Ca^{2+}), магний (Mg^{2+}), натрий (Na^+), калий (K^+), катионы аммония (NH_4^+), железо (Fe^{2+}), медь (Cu^{2+}), цинк (Zn^{2+}) и сумма тяжёлых металлов; содержание анионов: сульфатов (SO_4^{2-}), фосфатов (PO_4^{3-}), нитритов (NO_2^-), нитратов (NO_3^-); ХПК.	Спектрофотометрия, рН-метрия
2	Сумма органических соединений ($\text{C}_8 - \text{C}_{12}$)	Газохроматография
3	БПК ₅ , содержание: фосфатов (PO_4^{3-}), сульфатов (SO_4^{2-}), нитритов (NO_2^-), катионов аммония (NH_4^+), меди (Cu^{2+}), катионов железа (Fe^{3+}), цинка (Zn^{2+}) и суммы тяжелых металлов	Тест-методы
4	Окислительно-восстановительный потенциал, E_h	Потенциометрия
5	Удельная электропроводность	Кондуктометрия

ликвидации негативных последствий необходимо максимально сократить время получения данных мониторинговых исследований.

На территории г. Латакия располагается около шестисот предприятий, загрязняющих воду в реке Северный Кебир, прежде всего, нефтехимической, пищевой и легкой промышленности. Сбросы этих предприятий, загрязняя водные экосистемы, отрицательно сказываются как на здоровье населения, так и на экологическом состоянии окружающей природной среды. Анализ литературных данных по мониторингу на реке Северный Кебир в окрестностях города Латакия за 2011-2012 гг. показал существенное ухудшение качества воды в реке по ХПК, аммонийному азоту, тяжелым металлам, нефтепродуктам и другим показателям.

Формирование химического и бактериологического состояния водной экосистемы в значительной степени происходит под влиянием природ-

ных и антропогенных факторов. Существенное значение при этом имеет способность экосистем адаптироваться к определенным условиям. Но если природные воздействия можно каким-либо образом учесть, предусмотреть и принять необходимые меры к преодолению возникающих проблем, то в случае антропогенных загрязнений ситуация вполне может выйти из-под контроля и привести к необратимым изменениям. На первом этапе исследования были проведены физические, химические и бактериологические анализы воды (табл. 2).

В [1-3] было показано, что при загрязнении водных объектов органическими веществами наиболее информативной, с точки зрения газовой хроматографии, является полоса $\text{C}_8 - \text{C}_{12}$, которая позволяет судить не только о суммарной величине загрязнителей органического происхождения, но и с высокой степенью надежности выявляет каждую из примесей, которая требует немедленного лабораторного исследо-

Результаты физического, химического и бактериологического анализов воды Р. Сев. Кебир

Таблица 2

Дата взятия пробы																	
30.01.2013 г.		30.03.2013 г.							30.05.2013 г.								
№ створа	Температура пробы, °С	Реакция среды, pH							Жесткость, ммоль/л								
1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
16,1	15,7	16	16,3	15,9	13,8	15,3	14,8	15,1	16,2	17	12,9	24,2	21,9	25,4	25,1	27,5	26,5
7,9	8,0	8,2	7,7	7,53	8,3	8,1	7,8	7,7	7,9	8,5	8,42	7,9	7,5	8,01	8,2	8,18	8,59
6,9	6,6	6,8	5,6	5,7	5,2	6,7	6,5	6,6	8,2	9,4	5,5	5,6	5,8	6,0	6,1	6,0	5,2
150	130	160	75	80	56	140	127	136	294	320	40	48	57	60	63	60	56
50	65	60	57	50	38	83	96	74	743	984	48	57	46	60	56	60	38
190	180	230	175	130	27	170	162	160	579	680	28	89	76	88	92	97	32
13	10,7	11,7	9,3	8,9	1,2	7,9	8,1	9,8	38	40	1,3	5,1	4,9	4,6	5,1	5,3	1,5
5,3	7,8	10	40	50,0	20	130	119	125	113	*	15	38	51	40	48	50	30
370	428	480	395	305,0	66	289	321	335	178	*	96	159	148	165	178	185	76
12,5	11,4	13,17	7,35	5,8	1,2	1,9	2,3	2,5	9,8	11,02	3,718	2,9	3,0	3,1	2,9	2,8	0,126
0,159	0,203	0,222	0,324	0,371	0,083	0,287	0,314	0,392	0,149	0,090	0,059	0,171	0,073	0,088	0,207	0,226	0,000
0,296	0,346	0,357	0,351	0,353	0,000	0,183	0,217	0,267	0,673	0,754	0,000	0,172	0,169	0,192	0,298	0,308	0,000
0,5	0,41	0,0	0,104	0,671	0,078	0,273	0,05	0,372	0,278	0,070	0,031	0,001	0,018	0,002	0,169	0,200	0,000
210	195	240	214	2400	20	170	456	2400	40	30	12	86	68	100	70	80	20

вания образца. Газохроматографическим экспресс-методом [4] проведена оценка общей загрязненности реки Северный Кебир органическими соединениями. Преимуществом этой методики является то, что она позволяет провести анализ суммы органических соединений в течение десяти минут непосредственно на месте отбора пробы без предварительной пробоподготовки.

Определение химической потребности в кислороде (ХПК) выполнялось методом спектрофотометрии (спектрофотометр НАСНDR/2500) с термохимическим разложением пробы

(реактор DRB 200). Пробы были взяты в июне 2014 г. Как следует из результатов определения общей суммарной величины органической загрязненности ($\Sigma(C_8-C_{12})$) воды в реке Северный Кебир вблизи г. Латакия, она составляет приблизительно 12-14 мг/дм³, а химическое потребление кислорода (ХПК) ~40 мг/дм³. Такая неблагоприятная ситуация наблюдается на всём протяжении реки от г. Латакия вплоть до устья. В тоже время по показателям pH, температуры и окислительно-восстановительного потенциала (E_h) – вода в реке находится в пределах нормы (табл. 3).

Таблица 3

Результаты исследований по ХПК, E_h , pH и температуре воды р. Сев. Кебир

№ створа	Место отбора пробы	Исследуемые показатели			
		ХПК, мг/дм ³	E_h	T, °C	pH
1	Два километра вверх по течению от г. Латакия	$\frac{14;20;21}{18,3}$	$\frac{460;500;580}{480}$	$\frac{25,5;25,0;26}{25,5}$	$\frac{7,95;7,85;7,9}{7,9}$
2	Один километр вверх по течению от г. Латакия	$\frac{14;22;22}{19,3}$	$\frac{492;494;496}{496}$	$\frac{25,5;28;27}{26,8}$	$\frac{7,75;7,8;7,85}{7,8}$
3	Зона хозяйственно-бытового и промышленного загрязнения	$\frac{20;46;48}{38}$	$\frac{480;492;504}{492}$	$\frac{25;28,2;26}{26,4}$	$\frac{7,05;7,15;7,1}{7,1}$
4	Один километр от зоны последнего сброса сточных вод	$\frac{30;30;30}{30}$	$\frac{460;484;520}{488}$	$\frac{24;27;26,5}{25,8}$	$\frac{7,95;8,0;8,05}{8,0}$
5	Устье реки	$\frac{40;30;40}{36,7}$	$\frac{470;482;530}{494}$	$\frac{24;23;25}{24}$	$\frac{7,7;8;7,8}{7,8}$
6	У плотины им. 16 Октября	$\frac{20;30;34}{28}$	$\frac{480;488;526}{498}$	$\frac{28;26;27}{27}$	$\frac{8,15;8,2;8,25}{8,2}$

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ:

1. Другов Ю.С., Зенкевич И.Г., Родин А.А. Газохроматографическая идентификация загрязнений воздуха, воды, почвы и биосред: практич. рук. / 2-е изд., перераб. и доп. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005. – 752 с.
2. Израэль Ю.А., Абакумов В.А. Об экологическом состоянии поверхностных вод СССР и критериях экологического нормирования // Экологические модификации и критерии экологического нормирования. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – С. 7-18.
3. Методические указания по принципам организации системы наблюдений и контроля за качеством воды водоемов и водотоков на сети Госкомгидромета в рамках ОГСНК. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 40 с.
4. Учеваткина Н.В. Разработка экспресс-метода оценки загрязненности водных объектов и его применение для целей экологического и технологического мониторинга: дисс. ... канд. хим. наук. – М., 2007. – 151 с.
5. Jirka A.M., Carter M.J. Micro Semi-Automated Analysis of Surface and Wastewaters for Chemical Oxygen Demand // Analytical Chemistry. – 1975. – Vol. 47 (№ 8). – P. 1397-1402.
6. Keith L.H. Compilation of EPA's Sampling and Analysis Methods / 2-nd. ed. – Boca Ration, FL: CRC Press, 1996. – 1728 p.

НАУЧНАЯ ЖИЗНЬ



К 70-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ И 50-ЛЕТИЮ ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПАСЕЧНИКА ВЛАДИМИРА ВАСИЛЬЕВИЧА

Владимир Васильевич Пасечник – профессор, доктор педагогических наук, вице-президент и академик-секретарь отделения биологии и географии Международной академии наук педагогического образования, действительный член (академик) Международной педагогической академии, член-корреспондент РАЕН, член двух диссертационных советов по защите кандидатских и докторских диссертаций, председатель Центральной предметно-методической комиссии по проведению Всероссийской биологической олимпиады школьников и председатель жюри. Опытный педагог и научный руководитель аспирантов и магистрантов, один из ведущих специалистов в области методики преподавания биологии и экологии, подготовивший не одно поколение высококвалифицированных исследователей и учителей биологов.

Владимир Васильевич Пасечник родился 3 февраля 1945 г. в Москве.

После окончания школы он поступил на заочное отделение естественно-географического факультета Московского областного педагогического института им. Н.К. Крупской, который окончил в 1970 г. и получил диплом по специальности «учитель биологии и химии».

Свою трудовую деятельность Владимир Васильевич начал в 1961 г., работая лаборантом, учителем биологии и воспитателем в школе-интернате № 64 г. Москвы.

С 1964 по 1967 г. Владимир Васильевич находился на действительной военной службе в пограничных войсках. В 1971-1973 и в 1975–1979 гг. преподавал биологию на французском языке в лицеях городов Тлемсен и Блида в Алжире.

Свою трудовую деятельность в Московском педагогическом институте им. Н.К. Крупской (с 1992 г. – Московский педагогический университет, с 2002 г. – Московский государственный областной университет) В.В. Пасечник

начал в 1979 г. В 1998 г. он возглавил кафедру методики преподавания биологии, географии и экологии. С 2003 по 2011 гг. являлся ректором Московского государственного областного университета. Владимир Васильевич длительное время входит в редакционно – издательский совет «Вестника МГОУ», редакционную коллегию серии «Естественные науки» нашего журнала.

В.В. Пасечник – автор более 200 научных работ, в том числе программ и учебников по биологии и экологии, рекомендованных Министерством образования для общеобразовательных учреждений России, а также многочисленных методических пособий для учителей и школьников России.

Долгие годы В.В. Пасечник занимается проблемами в области теории и методики обучения и воспитания биологии и экологии учащихся. Результаты исследований организации учебно-познавательной деятельности учащихся нашли свое отражение в ряде учебников и учебных пособий, получивших широкое признание педагогической общественности в России и странах СНГ. Он является организатором проведения международных и всероссийских научно-практических конференций по методике преподавания биологии и экологии в школе и вузе. Под его редакцией издаются сборники научных трудов.

За достижения в области образования награжден Почетной грамотой Министерства просвещения СССР, знаком «Отличник просвещения СССР», Почетной грамотой Министерства образования Российской Федерации (дважды). Владимир Васильевич

– лауреат премии губернатора Московской области за 2002 г., неоднократно получал благодарности от министра образования России за успешное выступление сборной команды России на международных олимпиадах по биологии. Под руководством В. В. Пасечника разработано методическое и организационное обеспечение Всероссийской олимпиады школьников по биологии и подготовки сборной команды России на международную олимпиаду. В 2013 г. указом Президента Российской Федерации (№51 от 02.02.13) В.В. Пасечник награжден медалью ордена «За заслуги перед отечеством» II степени.

За заслуги в области педагогических наук Владимир Васильевич награжден медалью К.Д. Ушинского, знаком отличия «За заслуги перед Московской областью», орденом Международной академии общественных наук «Слава нации» (Золотая Звезда), знаками губернатора Московской области «За труды и усердие», «Благодарю», «За полезное», нагрудным знаком «Почетный работник сферы молодежной политики Российской Федерации». За большой личный вклад в укрепление боевого содружества и содействие в решении задач, возложенных на Вооруженные силы России, Владимир Васильевич награжден медалью Министерства обороны Российской Федерации «За укрепление боевого содружества». Его вклад в подготовку Дней славянской письменности и культуры отмечен Патриархом Московским и всея Руси – орденом Русской православной церкви святого благоверного князя Даниила Московского III степени и медалью Русской православной церкви святого благоверного князя Даниила Московского.

Уважаемый Владимир Васильевич! Поздравляем Вас с юбилеем и от всей души желаем Вам здоровья, долгих лет жизни, счастья, активной научной и педагогической деятельности. Оставайтесь всегда таким же отзывчивым, справедливым, компетентным человеком, каким мы Вас знаем.

*Редакционная коллегия серии
«Естественные науки»*

НАШИ АВТОРЫ

Арутюнова Лариса Никитична – соискатель, старший преподаватель кафедры ботаники, зоологии и общей биологии Северо-Кавказского федерального университета (г. Ставрополь); e-mail: arutyanova@list.ru

Африн Кирилл Александрович – студент факультета зоотехнии и биологии Российского государственного аграрного университета – Московской сельскохозяйственной академии имени К.А. Тимирязева; e-mail: africozz@rambler.ru

Баранов Сергей Геннадьевич – кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры биологического образования Владимирского государственного университета им. А.Г. и Н.Г. Столетовых; e-mail: bar.serg58@gmail.com

Блинова София Алексеевна – старший лаборант кафедры зоологии, студентка факультета зоотехнии и биологии Российского государственного аграрного университета – Московской сельскохозяйственной академии имени К.А. Тимирязева; e-mail: sofya.blinova@yandex.ru

Гордеев Михаил Иванович – кандидат биологических наук, заведующий кафедрой общей биологии и биоэкологии Московского государственного областного университета; e-mail: kaf-bego@mgou.ru

Дьяченко Станислав Игоревич – соискатель кафедры физической географии Московского государственного областного университета; e-mail: darksummersday@gmail.com

Зыков Игорь Евгеньевич – кандидат биологических наук, доцент, профессор РАЕ, доцент кафедры биологии и экологии Московского государственного областного гуманитарного института; e-mail: zikov-oz@yandex.ru

Кидов Артем Александрович – кандидат биологических наук, доцент кафедры зоологии Российского государственного аграрного университета – Московской сельскохозяйственной академии имени К.А. Тимирязева; e-mail: kidov_a@mail.ru

Кузьмин Олег Витальевич – старший лаборант кафедры общей биологии и биоэкологии Московского государственного областного университета; e-mail: kuzminol@mail.ru

Литвиненко Виктория Вячеславовна – соискатель кафедры экономической и социальной географии Московского государственного областного университета; e-mail: 203_Litvinenko@mail.ru

Мавлюдова Яна Александровна – аспирант кафедры инженерной экологии и альтернативной энергетики Московского государственного машиностроительного университета (МАМИ); e-mail: zlata_yana88@mail.ru

Макаренков Дмитрий Анатольевич – кандидат технических наук, доцент, заведующий лабораторией ФГУП «ИРЕА» (г. Москва); e-mail: makarenkovd@gmail.com

Малышкина Наталья Александровна – кандидат биологических наук, доцент, Государственный ордена Трудового Красного Знамени Научно-исследо-

вательский институт химии и технологии элементоорганических соединений (г. Москва); e-mail: maksud@bk.ru

Матушкина Ксения Андреевна – заведующий зоологическим музеем имени Н.М. Кулагина кафедры зоологии Российского государственного аграрного университета – Московской сельскохозяйственной академии имени К.А. Тимирязева; e-mail: logirhed@rambler.ru

Москаев Антон Вячеславович – кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры общей биологии и биоэкологии Московского государственного областного университета; e-mail: anton-moskaev@yandex.ru

Моторина Ирина Геннадьевна – кандидат медицинских наук, доцент, Государственный ордена Трудового Красного Знамени Научно-исследовательский институт химии и технологии элементоорганических соединений (г. Москва); e-mail: maksud@bk.ru

Назаров Вячеслав Иванович – кандидат технических наук, доцент, Почетный работник высшего профессионального образования РФ, доцент кафедры инженерной экологии и альтернативной энергетики Московского государственного машиностроительного университета (МАМИ); e-mail: nazarov_vi41@mail.ru

Расулов Максуд Мухамеджанович – доктор медицинских наук, профессор, начальник отдела, Государственный ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт химии и технологии элементоорганических соединений; e-mail: maksud@bk.ru

Снисаренко Татьяна Александровна – доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры ботаники и прикладной биологии Московского государственного областного университета; e-mail: snisarenko_t@rambler.ru

Федорова Любовь Валерьевна – специалист по учебно-методической работе отдела развития непрерывного педагогического образования Московского государственного областного гуманитарного института; e-mail: fedorova-oz@yandex.ru

Шахин Башар Сулейман – аспирант кафедры экологии Московского государственного областного университета; e-mail: bshaheen@yandex.ru

Шукина Ольга Геннадьевна – аспирант, Государственный ордена Трудового Красного Знамени Научно-исследовательский институт химии и технологии элементоорганических соединений (г. Москва); e-mail: maksud@bk.ru

Юшков Геннадий Георгиевич – кандидат медицинских наук, доцент, Государственный ордена Трудового Красного Знамени Научно-исследовательский институт химии и технологии элементоорганических соединений (г. Москва); e-mail: maksud@bk.ru



ВЕСТНИК МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБЛАСТНОГО УНИВЕРСИТЕТА

Научный журнал «Вестник МГОУ» основан в 1998 г. На сегодняшний день выходят десять серий «Вестника»: «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 Московского государственного областного университета (www.vestnik-mgou.ru).

ВЕСТНИК МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБЛАСТНОГО УНИВЕРСИТЕТА

СЕРИЯ «ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ»

2015. №1

Над номером работали:

менеджер Отдела по изданию журнала «Вестник МГОУ» И.А. Потапова
литературный редактор О.О. Волобуев
переводчик И.А. Улиткин
корректор Н.Л. Борисова
компьютерная верстка А.В. Тетерин

Отдел по изданию научного журнала «Вестник МГОУ»
105005, г. Москва, ул. Радио, д.10а, офис 98
тел. (499) 261-43-41; (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. 4,75, усл. п.л. 5,25.

Подписано в печать 16.02.2015. Заказ № 2015/02-3.

Отпечатано в типографии МГОУ
105005, г. Москва, ул. Радио, 10а