

ВЕСТНИК
МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ОБЛАСТНОГО УНИВЕРСИТЕТА

ISSN 2072-8352

Серия

2015 / № 2

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 / № 2

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. № 2. М.: ИИУ МГОУ. 60 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; **Коницев А.С.** — д.б.н., проф., МГОУ; **Молюканова 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. № 2. M.: MSRU Publishing house. 60 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>Ткаченко О.В., Кидов А.А., Матушкина К.А., Блинова С.А., Африн К.А.</i> НЕКОТОРЫЕ МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ЛИЧИНОК ТАЛЫШСКОЙ (<i>BUFO EUSCHWALDI</i> LITVINCHUK, ROSANOV, BORKIN ET SKORINOV, 2008) И КАВКАЗСКОЙ (<i>B. VERRUCOSISSIMUS</i> (PALLAS, 1814)) ЖАБ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ.....	6
<i>Филин А.Н.</i> АНАЛИЗ РОСТА МУТАНТА <i>ARABIDOPSIS THALIANA</i> ПО ГЕНАМ, КОНТРОЛИРУЮЩИМ СКОРОСТЬ СИНТЕЗА ЦИТОКИНИНОВ.....	14

РАЗДЕЛ II. ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

<i>Мащенко В.И., Медведева И.В., Молоканова Ю.П.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ БОРОСИЛОКСАНА (ПЛАСТИДЕЗ) ДЛЯ ДЕЗИНФЕКЦИИ КОЖИ РУК.....	18
---	----

РАЗДЕЛ III НАУКИ О ЗЕМЛЕ

<i>Брюхань Ф.Ф., Виноградов А.Ю., Лаврусевич А.А.</i> МОНИТОРИНГ ПОГРАНИЧНОГО СЛОЯ АТМОСФЕРЫ НА ПЛОЩАДКЕ БЕЛОРУССКОЙ АЭС.....	27
<i>Виноградов А.Ю., Никифоровский А.А.</i> АНАЛИЗ СООТВЕТСТВИЯ КРИТЕРИЕВ КАЧЕСТВА МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ФОРМИРОВАНИЯ СТОКА МАЛЫХ РЕК.....	33
<i>Коськин И.О.</i> О ВОЗМОЖНОСТИ РАЗРАБОТКИ МОБИЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ НА БАЗЕ ТРАНСПОРТНЫХ ГАЗОТУРБИННЫХ УСТАНОВОК И ОЦЕНКА ИХ ЭКОЛОГИЧНОСТИ.....	39
<i>Розанов Л.Л.</i> МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ ГЕОЭКОЛОГИИ	46
<i>НАШИ АВТОРЫ</i>	57

CONTENTS

SECTION I. BIOLOGICAL SCIENCES

<i>O. Tkachenko, A. Kidov, K. Matushkina, S. Blinova, K. Afrin</i> SOME MORPHOLOGICAL FEATURES IN LARVAL DEVELOPMENT OF THE TALYSH TOAD (<i>BUFO EUCHWALDI</i> LITVINCHUK, ROSANOV, BORKIN ET SKORINOV, 2008) AND CAUCASIAN TOAD (<i>B. VERRUCOSISSIMUS</i> (PALLAS, 1814)) UNDER LABORATORY CONDITIONS	6
<i>A. Filin.</i> ANALYSIS OF GROWTH OF <i>ARABIDOPSIS THALIANA</i> MUTANTS WITH REDUCED RATE OF CYTOKININ SYNTHESIS	14

SECTION II. CHEMICAL SCIENCES

<i>V. Mashchenko, I. Medvedeva, Ju. Molokanova.</i> APPLICATION OF A MATERIAL BASED ON BOROSILOXANE (PLASTIDEZ) FOR MECHANICAL DISINFECTION OF SKIN OF HANDS.....	18
--	----

SECTION III. EARTH SCIENCES

<i>F. Bryukhan, A. Vinogradov, A. Lavrusevich.</i> MONITORING OF THE ATMOSPHERIC BOUNDARY LAYER AT THE BELARUSIAN NPP SITE	27
<i>A. Vinogradov, A. Nikiforovskiy.</i> QUALITY CONFORMITY ANALYSIS OF RUNOFF FORMATION MODELING CRITERIA FOR SMALL RIVERS	33
<i>I. Kos'kin.</i> ABOUT A POSSIBILITY OF DEVELOPING MOBILE POWER STATIONS ON THE BASIS OF TRANSPORT GAS_TURBINE STATIONS AND ASSESSMENT OF THEIR ECOLOGICAL COMPATIBILITY	39
<i>L. Rozanov.</i> METHODOLOGICAL ASPECT OF GEOECOLOGY	46
<i>OUR AUTHORS</i>	57

РАЗДЕЛ I

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 597.841:591.342

Ткаченко О.В.¹, Кидов А.А.², Матушкина К.А.², Блинова С.А.², Африн К.А.²

¹Черниговский национальный педагогический университет имени Т.Г. Шевченко

²Российский государственный аграрный университет –

Московская сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева

НЕКОТОРЫЕ МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ЛИЧИНОК ТАЛЫШСКОЙ (*BUFO EUCHWALDI* LITVINCHUK, ROSANOV, BORKIN ET SKORINOV, 2008) И КАВКАЗСКОЙ (*B. VERRUCOSISSIMUS* (PALLAS, 1814)) ЖАБ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

Аннотация. Впервые приводится описание морфологических характеристик предличинок и личинок кавказской и талышской жаб, выращенных в условиях лаборатории. Личинки обоих изученных видов морфологически очень сходны. Предличинки покидают оболочки яиц на 18–20-й стадиях развития. В этот период у них хорошо развит аппарат прикрепления и формируются зачатки жаберных ветвей и жаберные нити. На 24-й стадии у личинок хорошо развит ротовой диск и они переходят на экзогенное питание. Задние конечности у личинок появляются на 26–39-й стадиях развития, передние – на 42–44-й стадиях. На 42–44-й стадиях личинки перестают питаться, а на 44–45-й стадиях покидают воду.

Ключевые слова: талышская жаба (*Bufo eichwaldi*), кавказская жаба (*Bufo verrucosissimus*), личиночное развитие, морфологический признак, онтогенез.

O. Tkachenko¹, A. Kidov², K. Matushkina², S. Blinova², K. Afrin²

¹T.G. Shevchenko Chernigov National Pedagogical University, Ukraine

²Russian State Agrarian University – K.A. Timiryazev Moscow Agricultural Academy

SOME MORPHOLOGICAL FEATURES IN LARVAL DEVELOPMENT OF THE TALYSH TOAD (*BUFO EUCHWALDI* LITVINCHUK, ROSANOV, BORKIN ET SKORINOV, 2008) AND CAUCASIAN TOAD (*B. VERRUCOSISSIMUS* (PALLAS, 1814)) UNDER LABORATORY CONDITIONS

Abstract. The morphological characteristics of prelarvae and larvae of the laboratory-reared Caucasian toad and Talysh toad are described. The larvae of the species under study are morphologically very similar. Prelarvae leave the shell eggs at the 18th–20th stages of development. During this period, they exhibit a well-developed attachment apparatus and formation of the gill branches

© Ткаченко О.В., Кидов А.А., Матушкина К.А., Блинова С.А., Африн К.А., 2015.

and gill filaments. At the 24th stage, larvae have a well developed oral disk and demonstrate exogenous feeding. Hind legs are formed in the larvae at stages 26–39, the front – at stages 42–44. At stages 42–44, larvae stop feeding, and at stages 44–45 they leave water.

Key words: Talysh toad (*Bufo eichwaldi*), Caucasian toad (*Bufo verrucosissimus*), larval development, morphology, comparative characteristic.

Повышенный интерес исследователей к проблемам изучения происхождения, расселения и системы серых жаб комплекса «*Bufo bufo*» Западной Палеарктики не случаен: менее чем за 30 лет в относительно хорошо изученном регионе количество видов этой группы выросло с 1-го до 4-х [13; 19–20], а валидность и внутривидовая структура некоторых из них продолжают оставаться предметом неутихающих дискуссий [2; 10; 14]. В то же время стоит отметить, что работы, основанные на применении специальных молекулярно-генетических методов, ощутимо превалируют по числу над публикациями, посвященными морфологической изменчивости и экологии этих видов [19–20]. Все вышесказанное особенно актуально для серых жаб Кавказского экорегиона – талышской, *B. eichwaldi* Litvinchuk, Rosanov, Borkin et Skorinov, 2008 и кавказской, *B. verrucosissimus* (Pallas, 1814). Если морфологическая изменчивость [2; 10; 13; 14] и экология [3–4] кавказской жабы имеют относительно продолжительную историю изучения, то экологические исследования талышской жабы находятся на начальных этапах [6; 11–12; 15], а о ее морфологии известно крайне мало [7; 19]. Личиночное развитие обоих видов, за исключением отрывочных сведений общего характера [5] и базирующейся на разнокачественном и небольшом по объему материале работы [16], до настоящего времени не было предметом специального изуче-

ния. Мы впервые предприняли попытку охарактеризовать в сравнительном аспекте некоторые особенности морфологии предличинок и личинок талышской и кавказской жаб, полученных в условиях лаборатории.

Материал и методы исследований

Материалом для исследований послужило потомство талышской и кавказской жаб, полученное в условиях лаборатории зоокультуры кафедры зоологии РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева (Москва). Производителей талышской жабы отлавливали в селении Ловайн Астаринского района Азербайджанской республики (38°31'N, 48°47'E, 0 м н. у. м.), а кавказской жабы – в двух локалитетах на территории Краснодарского края: в долине реки Макопсе между поселком Макопсе и аулом Наджиги в Лазаревском районе города-курорта Сочи (44°01'N, 39°15'E, 65 м н. у. м.) и в окрестностях поселка Никитино Мостовского района (43°57'N, 40°42' E, 820 м н. у. м.). Содержание и зимовку половозрелых животных, а также выращивание личинок проводили по отработанным ранее для серых жаб Кавказа методикам [8; 9; 18]. Размножение стимулировали неинвазивными методами (зимнее охлаждение с последующим увеличением температуры и фотопериода) без применения гормональной стимуляции [1]. Изучение молоди проводили на фиксированном в 70%-м этиловом спирте материале. Стадии

развития личинок определяли по стандартной методике, предложенной К.Л. Госнером [17]. Предличинками считали эмбрионов от вылупления из яйца до перехода на экзогенное питание. За длительность личиночного развития принимали период от начала внешнего питания до выхода молоди на сушу. Всего были просмотрены препараты 626 экз. личинок с 18-й по 46-ю стадии развития.

Результаты и обсуждение

Предличинки талышской жабы покидают оболочки икринок на 18-20-й стадиях развития и продолжают питаться запасами желточного мешка до 24-й стадии. На 18-20-й стадиях предличинки ведут прикрепленный образ жизни, у них хорошо развита присоска (аппарат прилипания). Изученные предличинки кавказской жабы имеют более широкую и мощную присоску, которая занимает 0,7-0,8 длины головного отдела. Присоска предличинок талышской жабы, как и головной отдел, более узкая и занимает от 0,5 до 0,6 длины головы (рис. 1).

Развитие жаберного аппарата предличинок происходит на 18-20-й стадиях и характеризуется последовательными этапами – отделением гребней жаберных дуг, появлением зачатков жаберных ветвей и развитием жаберных нитей (рис. 2).

Количество жаберных нитей увеличивается по мере быстрого развития наружных жабр при прохождении 20-й стадии, но при этом нередко наблюдается асимметрия правой и левой стороны. Так, предличинки талышской жабы ($n=3$) на этой стадии имели с левой стороны головы 3-5 нитей (в среднем $4,0 \pm 0,71$; $\sigma=1,00$) на перед-

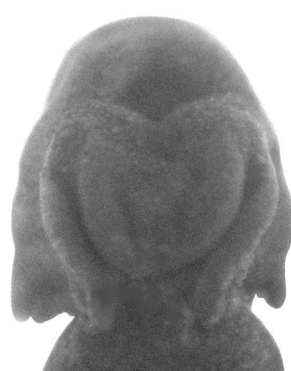
ней ветви и 2-3 ($2,7 \pm 0,41$; $\sigma=0,58$) на задней. С правой стороны головы передняя ветвь содержала 4-6 нитей ($5,0 \pm 0,71$; $\sigma=1,00$), а задняя – 2-3 ($2,7 \pm 0,41$; $\sigma=0,58$). У предличинок кавказской жабы ($n=6$) передняя ветвь левой стороны головы содержала 4-8 нитей (в среднем $5,5 \pm 0,68$; $\sigma=1,52$), а задняя – 3-4 ($3,2 \pm 0,18$; $\sigma=0,41$). С правой стороны головы изученных личинок в передней ветви было 4-6 нитей ($5,0 \pm 0,40$; $\sigma=0,89$), а в задней – у всех было 3 нити.

Переход от предличиночных к личиночным стадиям характеризуется началом экзогенного питания и, соответственно, формированием личиночного ротового аппарата. Начинается этот процесс на 20-21-й стадиях, и к 24-й стадии ротовой диск хорошо развит. Как и у других буфонид, личинки талышской и кавказской жаб имеют на передней губе один непрерывный и один прерывистый ряд зубов, на задней губе – три непрерывных ряда, углы рта окаймлены сосочками. Роговые челюсти светлые с широкой темно-бурой каймой и зазубренными краями (рис. 3). Видовых отличий в строении ротового аппарата нами не было отмечено.

На 26-27-й стадиях личинки переходят к свободному плаванию и характеризуются появлением почек задних конечностей. Почки задних конечностей у личинок формируются на 26-30-й стадиях развития, пальцы и суставы – на 31-39-й стадиях. Передние конечности появляются на 42-44-й стадиях, на этих же стадиях личинки перестают питаться, а на 44-45-й стадиях покидают воду. Максимальные сроки развития от выхода предличинок из оболочек до завершения метаморфоза



18 стадия



19 стадия



20 стадия

талышская жаба (Ловайн)

кавказская жаба (Никитино)

Рис. 1. Аппарат прилипания (присоска) предличинки серых жаб двух видов
в условиях лаборатории

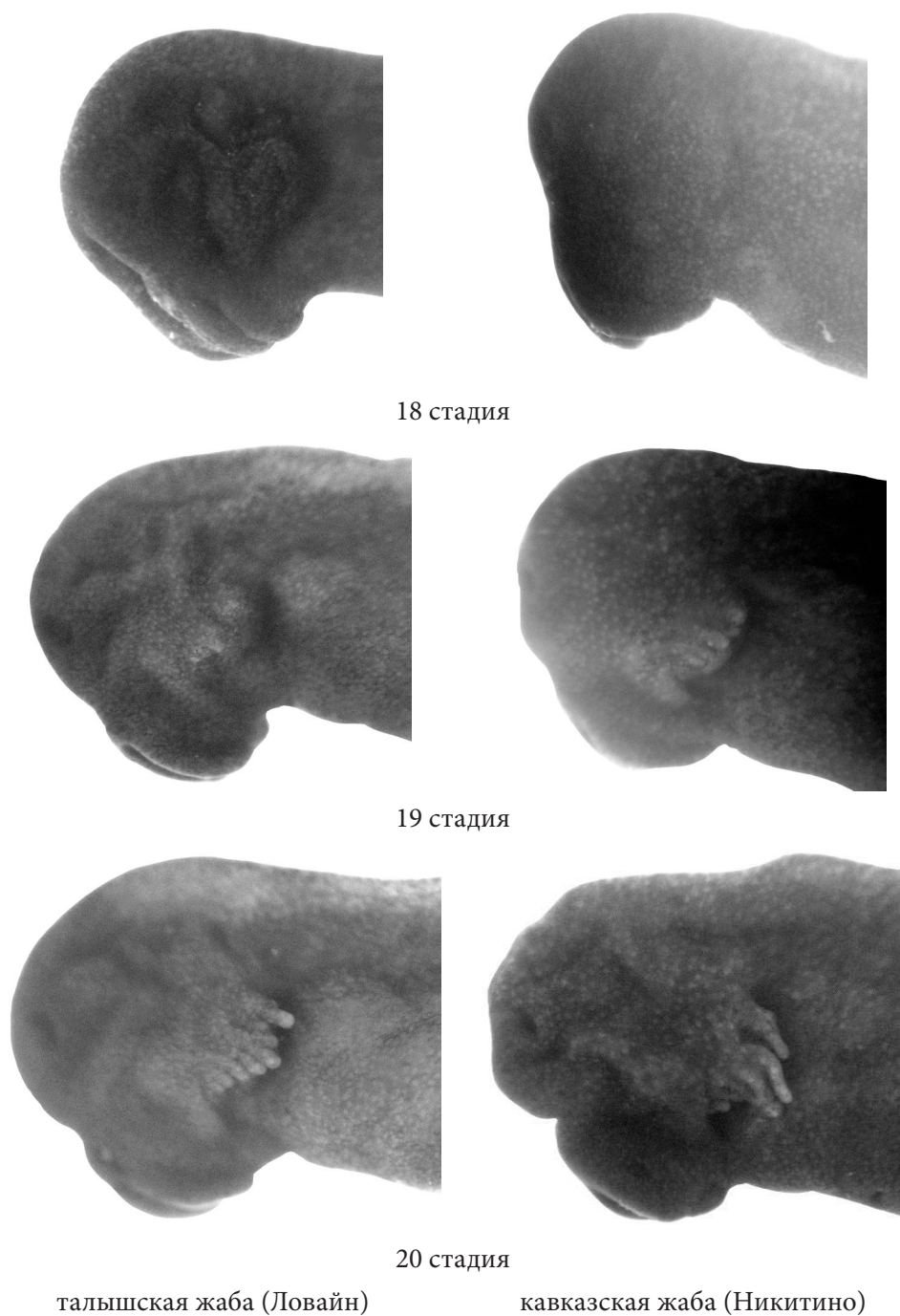
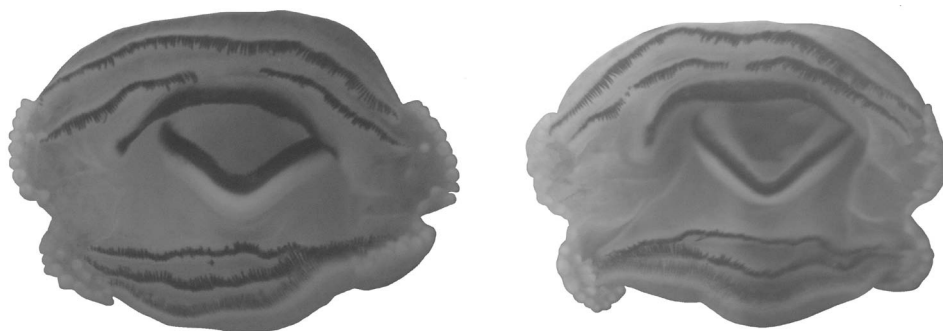


Рис. 2. Жаберный аппарат предличинок двух видов серых жаб в условиях лаборатории



28 стадия

талышская жаба (Ловайн)

кавказская жаба (Макопсе)

Рис. 3. Ротовой аппарат личинок талышской и кавказской жаб

составляют около трех месяцев, однако первые метаморфизировавшие особи отмечены уже на 65-е сутки.

Таким образом, несмотря на различия в выборе водоемов для нереста и последующего раннего развития (талышские жабы – лимнофилы, а кавказские – реофилы) [11-12], предличинки и личинки изученных видов демонстрируют высокое сходство по большинству анализируемых морфологических признаков. По всей видимости, накопление значимых генетических различий между талышской и кавказской жабами, выявленных специальными молекулярно-генетическими исследованиями [19-20], не оказало существенного влияния на консервативные морфологические характеристики ранних стадий онтогенеза этих земноводных.

Благодарности

Авторы выражают искреннюю признательность профессору Л.В. Маловичко – за ценные замечания и комментарии, которые были учтены при

работе над рукописью; А.А. Бакшеевой, Е.Г. Ковриной и А.Л. Тимошиной – за помощь в проведении лабораторных исследований.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Кидов А.А. Лабораторное разведение серых жаб Кавказа (*Bufo eichwaldi* и *B. verrucosissimus*) без применения гормональной стимуляции / А.А. Кидов, К.А. Матушкина, К.А. Африн и др. // Современная герпетология. – 2014. – Вып. 1/2. – С. 1–8.
2. 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.
3. Кидов А.А. Паразитизм личинок миазной мухи, *Lucilia bufonivora* Moniez, 1876 (Insecta, Diptera: Calliphoridae) на кавказской жабе, *Bufo verrucosissimus* (Pallas, 1814) (Amphibia, Anura: Bufonidae) // Естественные и технические науки. – 2012. – №3. – С. 99–101.
4. Кидов А.А., Дернаков В.В. Пространственное распределение половозрелых групп кавказской жабы *Bufo ver-*

- rucosissimus* (Pallas, [1814]) (Amphibia, Anura, Bufonidae) в некоторых популяциях // Современные проблемы биоразнообразия: Мат. межд. конф. (Воронеж, 12–13 ноября 2008 г.) – Воронеж: ИПЦ ВГУ, 2009. – С. 153–158.
5. Кидов А.А., Матушкина К.А. К изучению раннего онтогенеза талышской серой жабы *Bufo eichwaldi* Litvinchuk et al., 2008 в Юго-Восточном Азербайджане // Актуальные вопросы экологии и природопользования: Мат. II Межд. науч.-практ. конф. (Ставрополь, 13–14 мая 2011 г.). – Ставрополь: Параграф, 2011. – С. 152–156.
6. Кидов А.А., Матушкина К.А. Плодовитость талышской жабы, *Bufo eichwaldi* (Amphibia, Anura: Bufonidae) в Азербайджане // Естественные и технические науки. – 2012. – № 5. – С. 133–135.
7. Кидов А.А., Матушкина К.А., Тимошина А.Л. Некоторые аспекты зимнего содержания и репродуктивной биологии талышской серой жабы *Bufo eichwaldi* Litvinchuk et al., 2008 (Amphibia, Anura: Bufonidae) в искусственных условиях // Актуальные проблемы экологии и сохранения биоразнообразия России и сопредельных стран: Мат. IV Всерос. науч. конф. (Владикавказ, 5–7 мая 2010 г.). – Владикавказ: СОГУ им. К.Л. Хетагурова, 2010. – С. 186–190.
8. Кидов А.А., Матушкина К.А., Тимошина А.Л. Рост личинок синтопических бесхвостых земноводных Кавказа при раздельном и совместном выращивании // Горные экосистемы и их компоненты: Мат. IV Межд. конф. (Сухум, 10–14 сент. 2012 г.). – Нальчик: изд-во М. и В. Котляровых, 2012. – С. 102–103.
9. Кидов А.А., Матушкина К.А., Тимошина А.Л. Технология выращивания и показатели развития талышской серой жабы *Bufo eichwaldi* Litvinchuk et al., 2008 в лабораторных условиях // Технологии сохранения редких видов животных: Мат. науч. конф. (Москва, 21–23 ноября 2011 г.). – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2011. – С. 23.
10. 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.
11. Матушкина К.А., Кидов А.А. Размножение талышской жабы, *Bufo eichwaldi* Litvinchuk, Rosanov, Borkin et Skorinov, 2008 (Amphibia: Anura: Bufonidae) в горах и предгорьях Азербайджанского Талыша // Вестник Тамбовского университета. Серия «Естественные и технические науки». – 2013. – Т. 18 (№6-1). – С. 3042–3044.
12. Матушкина К.А., Кидов А.А. Репродуктивная биология талышской жабы (*Bufo eichwaldi*) в Ленкоранской низменности // Современная герпетология. – 2013. – Т. 13 (Вып. 1/2). – С. 27–33.
13. 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.
14. Писанец Е.М. Серые жабы (Amphibia, Bufonidae, *Bufo bufo* complex) Предкавказья и Северного Кавказа: новый анализ проблемы / Е.М. Писанец, С.Н. Литвинчук, Ю.М. Розанов и др. // Збірник праць Зоологічного музею ННПМ НАНУ. – 2008–2009. – № 40. – С. 87–129.
15. Пруданова А.А., Кидов А.А., Матушкина К.А. К изучению гельминтофауны серых жаб «*Bufo bufo* complex» (Amphibia, Anura: Bufonidae) Кавказа // Труды XX Мос. межд. вет. конгресса. – М.: Ассоц. практ. вет. врачей, 2012. – С. 280–282.

16. Ткаченко О.В., Кидов А.А., Матушкина К.А. Особенности морфологии личинок тальшской жабы (*Bufo eichwaldi* Litvinchuk, Rosanov, Borkin et Skorinov, 2008) // Вестник Тамбовского университета. Серия «Естественные и технические науки». – 2013. – Т. 18 (№6-1). – С. 3084–3086.
17. Gosner K.L. A simplified table for staging anuran embryos and larvae // Herpetologica. – 1960. – V. 16. – P. 183-190.
18. Kidov A.A. The first captive breeding of the Eichwald's toad (*Bufo eichwaldi*) / A.A. Kidov, K.A. Matushkina, V.K. Uteshev et al. // Russ. J. Herpetology. – 2014. – V. 21 (№ 1). – P. 40–46.
19. 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. Skorinov et al. // Russ. J. Herpetology. – 2008. – V. 15 (№ 1). – P. 19–43.
20. Recuero E. Multilocus species tree analyses resolve the radiation of the widespread *Bufo bufo* species group (Anura, Bufonidae) / E. Recuero, D. Canestrelli, J. Vuirius et al. // Molecular Phylogenetics and Evolution. – 2012. – V. 62 (№ 1). – P. 71–86.

УДК 581.144.2

Филин А.Н.*Институт физиологии растений им. К.А.Тимирязева РАН (г. Москва)***АНАЛИЗ РОСТА МУТАНТА *ARABIDOPSIS THALIANA* ПО ГЕНАМ,
КОНТРОЛИРУЮЩИМ СКОРОСТЬ СИНТЕЗА ЦИТОКИНИНОВ**

Аннотация. В статье рассмотрено использование методики анализа роста корней на клеточном уровне у растений *Arabidopsis thaliana*. Для сравнения взяты растения дикого типа и мутант с нарушенной экспрессией генов, ответственных за синтез ферментов АТФ/АДФ-изопентилтрансераз, которые катализируют первый этап биосинтеза цитокининов. Эта мутация приводит к сокращению концентрации цитокининов в корне. Показана возможность использования данного мутанта для выяснения роли цитокининов в регуляции длительности клеточного цикла. По результатам эксперимента проведен расчет длительности клеточного цикла с использованием формулы В.Б. Иванова.

Ключевые слова: биология развития, клеточный цикл, фитогормоны, цитокинины, пролиферация, корень растения, *Arabidopsis thaliana*.

A. Filin*Timiryazev Institute of Plant Physiology, Russian Academy of Sciences, Moscow***ANALYSIS OF GROWTH OF *ARABIDOPSIS THALIANA* MUTANTS
WITH REDUCED RATE OF CYTOKININ SYNTHESIS**

Abstract. We report an example of applying the method for analyzing root growth at a cellular level in *Arabidopsis thaliana* mutants with reduced cytokinin concentration in roots due to impaired expression of the genes encoding the enzyme ATP/ADP isopentenyl transferase which catalyses the first reaction of cytokinin biosynthesis pathway, as well as in wild type plants. We prove the possibility of using this mutant to unravel the role of cytokinins in the regulation of cell cycle duration. A formula for calculating cell cycle duration is also provided.

Key words: developmental biology, cell cycle, phytohormones, cytokinins, proliferation, plant roots, *Arabidopsis thaliana*.

Введение новых генов или выключение работы существующих генов у трансгенных растений часто приводит к изменению скорости роста, в частности, к изменению скорости роста корней [3; 4; 6]. Выяснение механизмов этих изменений представляет большой интерес для понимания последствий трансгенеза. В последнее время большой интерес вызвало изучение роста

корней после изменения активности генов, определяющих активность изопентилтрансферазы [4-5]. Для того чтобы выяснить, как влияет на длительность клеточного цикла снижение синтеза цитокининов, вызванное уменьшением активности данных генов, необходимо провести детальный клеточный анализ. Нами рассмотрена методика проведения такого анализа, а также приведены результаты иссле-

дования корней мутанта с нарушенной экспрессией трех генов, ответственных за синтез цитокининов (ipt3, ipt5, ipt7).

Была поставлена задача определения прямым методом длительности циклов в корнях мутантов по синтезу цитокининов, в которых их концентрация была снижена, а также в корнях контрольных растений дикого типа. Для того чтобы изучить, как влияет на рост корня снижение концентрации цитокининов, мы использовали тройной мутант *Arabidopsis thaliana* по генам ATIP5-1, ATIP3-2, ATIP7-1 (ARABIDOPSIS THALIANA ISOPEN-TENYLTRANSFERASE 5/AT5G19040.1, ARABIDOPSIS THALIANA ISOPEN-TENYLTRANSFERASE 3/ AT3G63110.1, ARABIDOPSIS THALIANA ISOPEN-TENYLTRANSFERASE 7/ AT3G23630.1). Нарушение экспрессии этих генов, ответственных за синтез ферментов АТФ/АДФ-изоопентилтрансераз, ферментирующих первый этап биосинтеза цитокининов, приводит к снижению концентрации этой группы фитогормонов в растении [5], что в свою очередь оказывает влияние на развитие как побега, так и корня.

Материалы и методы

Растительный материал. В качестве контроля использовались растения дикого типа *Arabidopsis thaliana* экотип Columbia. Семена мутанта (ipt3, ipt5, ipt7) мы получили от С. Сабатини (S. Sabatini, Dipartimento di Genetica e Biologia Molecolare Laboratory of Functional Genomics and Proteomics of Model Systems Universita La Sapienza).

Условия выращивания. Перед посадкой семена *Arabidopsis thaliana* стерилизовались 70% спиртом в течение 5 мин. Семена высевались в чашки

Петри на питательную среду, содержащую 0,7% agar-agar 0,25 раствор солей «Murashige and Skooge», без добавления витаминов, 1% сахарозы, pH 5,6-5,8. После посадки проводилась стратификация при температуре 4°C в темноте в течение 3 суток. Культивирование проросших растений производилось при температуре 21°C длинного светового дня 16 часов.

Измерение длины корня. Для того чтобы измерить длину корней, чашки Петри с растениями документировались с помощью светового сканера (Epson Perfection V300 Photo): сканирование производилось с разрешением 1200 dpi.

Определение числа клеток в меристеме и длины клеток, закончивших рост. Для просветления корней производилась мацерация корней. Растения фиксировались в 4% формалине в фосфатном буфере pH7,2 в течение суток при $t = 4^{\circ}\text{C}$. Затем корни переносились в раствор 30% глицерина, приготовленного на фосфатном буфере с добавлением 2% DMSO. В этом растворе корни выдерживались 30 мин при комнатной температуре. Далее корни переносились в 65% раствор глицерина, содержащего 35% просветляющего раствора. Для приготовления 100 мл просветляющего раствора использовались: 100 мл 2% DMSO; 69,72 г KI и 198 мг $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$. В данной жидкости корни выдерживались минимум 90 мин. Затем из полученного материала монтировались препараты в 50% глицерине. Изготовленные препараты документировались с помощью микроскопа (Carl Zeiss Imager D.2). Для измерения длины клеток использовалась программа «Carl Zeiss ZAxio Vision». Длительность клеточного цикла (T) рассчитывалась

по формуле, разработанной В.Б. Ивановым (1974):

$$T = \frac{\ln 2 * Nm * l}{v},$$

где: Nm – число меристематических клеток в одном ряду, l – длина заканчивающих рост клеток и v – скорость роста корня [1; 4]. Применимость этой формулы для вычисления средней длительности циклов в меристемах корней доказана в ряде работ [2; 4].

Результаты и обсуждение

Результаты эксперимента (см. табл.) указывают, что снижение содержания цитокинина в корнях мутанта с нарушенной экспрессией трех генов, ответственных за синтез цитокининов (ipt3, ipt5, ipt7), приводило к сокращению длительности клеточных циклов, увеличению числа клеток меристемы и скорости роста корней по сравнению с корнями дикого типа.

Таблица

Измеренные и вычисленные параметры роста у корней *Arabidopsis thaliana* дикого типа и корней мутанта

	Контроль (w.t)	ipt3, ipt5, ipt7
Длина корня (мм)	15,4	42,4
Число клеток в меристеме (Nm) на 7 день	21	33
Длина клеток, закончивших рост (l) в м (на 7 день)	116,7	130,5
Длительность клеточного цикла (T) в часах (между 5-7 днями)	15,7	10,4
Скорость роста корней (v) м/час (между 5-7 днями)	151,4	385

Как показали наши результаты, мутанты с измененной активностью синтеза фитогормонов могут быть применены для оценки воздействия нехватки фитогормонов на рост и развитие корня растения, что помогает понять, как осуществляется регуляция пролиферации и перехода клеток меристем к дифференциации. Данная проблема является одной из важнейших в биологии развития. Используемая нами методика мацерации и анализа корней, а также использованная нами методика для вычисления продолжительности клеточного цикла, являются эффективными инструментами для анализа влияния фитогормо-

нов на клеточном уровне. Методики в совокупности могут быть применены во всех исследованиях, направленных на понимания роли фитогормонов в регуляции пролиферации и перехода к дифференциации. Данный метод можно применять для выяснения механизмов изменения скорости роста корней трансгенных растений в зависимости от введенного гена. Также представляют большой интерес вопросы – как повышение концентрации цитокининов в корнях влияет на вышеупомянутые процессы, для чего можно использовать трансгенные растения с гиперэкспрессией генов, ответственных за синтез фитогормонов, а также прямую

обработку корней экзогенными фитогормонами.

Автор выражает благодарность В.Б. Иванову за руководство данной работой. Работа была выполнена при частичной поддержке гранта РФФИ № 15-04-02502а.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Иванов В.Б. Клеточные основы роста растений. – М.: Наука, 1974. – 223 с.
2. Beemster G.T.S., Baskin T.I. STUNTED PLANT 1 Mediates Effects of Cytokinin, But not of Auxin, on Cell Division and Expansion in the Root of Arabidopsis // *Plant Physiology*. – 2000. – Vol. 124 (№ 4). – P. 1718-1727.
3. Casamitjana-Martinez E. Root-Specific CLE19 Overexpression and the *sol1/2* Suppressors Implicate a CLV-like Pathway in the Control of Arabidopsis Root Meristem Maintenance / E. Casamitjana-Martinez, H.F. Hofhuis, Jian Xu et al. // *Current Biology*. – 2003. – Vol. 13 (№ 16). – P. 1435-1441.
4. Ioio R. D. Cytokinins Determine Arabidopsis Root-Meristem Size by Controlling Cell Differentiation / R.D. Ioio, F.S. Linhares, E. Scacchi et al. // *Current Biology*. – 2007. – Vol. 17 (№ 8). – P. 678-682.
5. Ivanov V.B., Dubrovsky J.G. Estimation of the cell-cycle duration in the root apical meristem: a model of linkage between cell-cycle duration, rate of cell production, and rate of root growth // *International J. of Plant Sciences*. – 1997. – Vol. 158 (№ 6). – P. 757-763.
6. Satbhai S.B., Ristova D., Busch W. Underground tuning: quantitative regulation of root growth // *J. of Experimental Botany*. – 2015. – Vol. 66 (№ 4). – P. 1099-1112.

РАЗДЕЛ II. ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК: 544.2; 613.4

Мащенко В.И., Медведева И.В., Молоканова Ю.П.
Московский государственный областной университет

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ БОРОСИЛОКСАНА (ПЛАСТИДЕЗ) ДЛЯ ДЕЗИНФЕКЦИИ КОЖИ РУК

Аннотация. Рассмотрены сорбционные свойства композитного материала на основе боросилоксана (рабочее название – пластидез). Исследована возможность использования композитного материала на основе боросилоксана (пластидез) в качестве индивидуального средства механической дезинфекции кожи рук многоразового использования. Доказана эффективность применения пластидеза для сорбции потожировых загрязнений и микрофлоры кожи рук. Предложена методика дезинфекции пластидеза после использования для обеспечения возможности многоразового применения материала в качестве средства индивидуальной дезинфекции кожи рук.

Ключевые слова: композитный материал, боросилоксан, пластидез, механическая дезинфекция, микрофлора кожи.

V. Mashchenko, I. Medvedeva, Ju. Molokanova
Moscow State Regional University

APPLICATION OF A MATERIAL BASED ON BOROSILOXANE (PLASTIDEZ) FOR MECHANICAL DISINFECTION OF SKIN OF HANDS

Abstract. We report the sorption properties of a composite material based on borosiloxane (the working title 'plastidez'). The possibility of using a composite material based on borosiloxane (plastidez) as an individual reusable mechanical disinfectant of skin of hands is studied. The application of plastidez for sorption of dirt and microflora of skin of hands is shown to be effective. A method is proposed for disinfection of plastidez after its use to ensure its multiple applications as a personal disinfectant of hands.

Key words: composite material, borosiloxane, plastidez, mechanical disinfection, microflora of skin.

Нанокompозитные материалы находят все большее применение в разных областях науки, техники и в

© Мащенко В.И., Медведева И.В., Молоканова Ю.П., 2015.

быту. Основой для таких материалов могут быть различные соединения, например, боросилоксаны. Данные нанокompозитные материалы обладают характеристиками неньютонов-

ских жидкостей, чем обусловлен ряд свойств, благодаря которым они могут быть использованы в качестве эффективной композитной матрицы [19].

Способам получения боросилоксана из силоксанов различного строения (например, силиконового масла) и соединений бора посвящено несколько десятков патентов, приоритет первого из них датирован 1943 годом¹. Боросилоксаны представляют собой олигомерные соединения на основе силоксанов, в которых присутствует группировка Si-O-B. Они обладают свойствами силиконовых масел и полимерных материалов, сочетая в себе такие свойства, как текучесть при статической нагрузке и упругость при кратковременной или ударной нагрузке. Предполагается, что эти свойства обусловлены межмолекулярными донорно-акцепторными взаимодействиями атомов бора и кислорода [1; 3; 5; 6].

Одно из первых применений боросилоксанов – похожая на пластилин детская игрушка **Silly Putty**, популярная в Америке в 60–70-х гг. прошлого столетия. В настоящее время боросилоксаны и полученные на их основе материалы используются в различных отраслях: в производстве обмундиро-

вания и одежды для экстремальных видов спорта [17], амортизаторов для железнодорожных вагонов, вибропоглощающих материалов и др. Исследуется возможность их применения в медицине [14; 18], аэрокосмической отрасли [19] и в качестве самозалечивающихся материалов. Области практического применения композитных материалов на основе боросилоксанов изучены недостаточно. Открыт вопрос о возможности их применения в качестве контактного дезинфектанта кожи рук.

В патенте В.И. Мащенко с соавторами предложена методика получения нанокompозитов на основе боросилоксана и наночастиц серебра в качестве масс для лепки с возможными биоцидными свойствами. Биоцидная активность боросилоксанового композита в их работе не исследована. Для выявления биоцидных свойств полученного боросилоксанового композитного материала запланирована серия экспериментов. Первый этап экспериментальной работы предполагает исследование биоцидных свойств материала, не содержащего наночастицы серебра. Композит был получен по методике, представленной в патенте В.И. Мащенко и соавторов, но без добавления наночастиц серебра. Для его синтеза использовались вещества, производящиеся в Российской Федерации, сертифицированные, экологически безопасные и, согласно законодательству РФ, разрешенные к контакту с кожей рук.

Для получения боросилоксанового композита в химическом стакане смешали 400 г диметилсилоксана марки СКТН-А с концевыми гидроксильными группами, 16 г борной кислоты марки х.ч., 0,004 г хлорида железа III

¹ См.: патент США 2431878 А, 1943 (*Treating dimethyl silicone polymer with boric oxide*: McGregor Rob Roy, Warrick Earl Leathen); патент США 2541851 А, 1944 (*Process for making putty-like elastic plastic, siloxane derivative composition containing zinc hydroxide*: Wright James G.E.); патент США 2644805 А, 1951 (*Boric acid-methyl polysiloxane composition*: Martin Robert W.); патент США 4371493 А, 1980 (*Minuto Method of making bouncing silicone putty-like compositions*: Maurice A.); патент РФ 2473216, заявка от 27.05.2011 г., публикация от 27.01.2013 г. (Способ получения масс для лепки с биоцидными свойствами: В.И. Мащенко, А.Н.Алексеев, Т.В. Картавенко, А.В. Оленин).

марки х.ч. Стакан со смесью в течение 60 мин нагревали в микроволновой печи до 200°C при постоянном перемешивании механической мешалкой. Затем содержимое стакана охладили до комнатной температуры, ввели в смесь 12 г аэросила-300 и 20 г красного железистоокисного пигмента, смешали до однородной массы. Получили 350 г композиционного материала красного цвета, не липнущего к рукам (рабочее название «Пластидез»). Пластидез напоминает обычный пластилин, в отличие от которого не прилипает к рукам, не оставляет на них следов, сорбирует с кожи потожировые выделения и загрязнения. Благодаря текучести материал заполняет складки на руках, механически очищая их от загрязнений. Такие свойства дают возможность применения пластидеза в качестве механического дезинфектанта кожи рук.

Известно, что кожные покровы человека заселены бактериями и грибами, которые формируют ее микрофлору. Состав кожной микрофлоры зависит от возраста, степени оволосения, влажности, температуры, кислотности, профессии, гигиенического содержания кожи, кожных и общих заболеваний. Микробы неравномерно распределены на коже. Их много на поверхности и в верхних слоях ороговевшего эпителия, в устьях волосяных фолликулов. Антибактериальная активность жирных и молочной кислоты секретов потовых и сальных желез определяет отсутствие микробов в устьях сальных и потовых протоков. Более обильно заселены разнообразными микробами влажные и покрытые волосами участки кожи, а также участки с высокой плотностью сальных желёз. Нормальная микрофлора

кожи выполняет защитную функцию, угнетая жизнедеятельность транзиторной (патогенной и условно-патогенной) микрофлоры, попадающей на кожу извне¹.

Наиболее разнообразна и непостоянна транзиторная микрофлора кожи кистей рук, так как эта часть тела осуществляет наибольшее число контактов с окружающими предметами. Патогенная и условно-патогенная микрофлора, попадая с окружающих предметов на кожные покровы, может стать причиной распространения и развития контактно-бытовых инфекционных заболеваний с симптоматикой острых кишечных инфекций (ОКИ)².

Наиболее подвержены инфекциям такого рода дети и подростки. По данным Департамента здравоохранения РФ, в структуре заболеваемости ОКИ в 2013 г. доля взрослых составила 24,9 %, детей до 17 лет – 75,1 % [4]. Острые кишечные инфекции, независимо от их этиологии, значительно чаще регистрируются у детей, чем у взрослых [8, с. 147-148; 205-207]. Так, по данным отдела статистики Пушкинской центральной районной больницы им. проф. В.Н. Розанова, заболеваемость детского населения Пушкинского района Московской области ОКИ в 2013 г. оказалась на 96,8 % выше, чем взрослого населения (249 и 8 случаев соответственно). Высокая распространенность ОКИ, особенно среди детского

¹ См. Профилактика острых кишечных инфекций: санитарно-эпидемиологические правила [СП 3.1.1.3108-13] (утв. пост. Гл. гос. санитарного врача РФ от 09 окт. 2013 г. № 53).

² См. письмо Департамента здравоохранения г. Москвы от 10 сент. 2010 г. № 31/265 «О неблагоприятной ситуации по заболеваемости острыми кишечными инфекциями в г. Москве».

населения, определяется низким уровнем личной гигиены, недостаточным санитарно-гигиеническим контролем в местах массового скопления людей, в том числе длительного пребывания детских коллективов, а также противоэпидемическим несовершенством благоустройства помещений личной гигиены [9, с. 156-159].

Таким образом, разработка простых и доступных в бытовом применении дезинфицирующих средств индивидуального пользования по-прежнему остается актуальной задачей санитарно-гигиенического направления медицины. Благодаря своим сорбционным свойствам в качестве такого механического дезинфектанта индивидуально-го пользования может быть предложен силиконовый композитный материал на основе боросилоксана – пласти-дез. Для дезинфекции кожи рук исследуемое вещество в течение непродолжительного времени (3-5 минут) разминается в руках. Гипотетически, в результате этих действий кожные покровы очищаются от потожировых следов и микрофлоры.

Для подтверждения выдвинутой гипотезы проведен эксперимент по выявлению степени сорбции пласти-дезом микроорганизмов с кожи рук. Экспериментальная группа состояла из 10 испытуемых одной возрастной категории (подростки 14-15 лет). До начала эксперимента с кожи рук испытуемых стандартным способом проведены смывы для определения микробного состава [11]. Использовали стерильные ватные тампоны в стерильных пробирках с изотоническим раствором натрия хлорида. Смывы с рук производили в стандартной последовательности, начиная с левой

руки: тыльная сторона руки от кисти к пальцам, ладонная сторона, между пальцами и под ногтевым ложем. Этим же тампоном в той же последовательности производили смывы с правой руки.

Взятые смывы были засеяны на агаризированные питательные среды (простой агар, среда Эндо) в чашки Петри стандартным способом с соблюдением требований асептики и антисептики [11]. Выросшие на поверхности плотных сред изолированные микроскопические скопления биомасс представляли собой результат размножения одной клетки. Накопив на средах такие чистые культуры бактерий, определяли видовую принадлежность микроорганизмов. Затем изучали выделенные культуры, учитывая морфологию характера роста колонии на средах (культуральные свойства), ферментативную активность и ряд других особенностей выделенного микроба.

Культуральные свойства определяли, изучая характер роста культуры простым глазом, с помощью лупы, под малым увеличением микроскопа. Величину и форму колоний, форму краёв и прозрачность изучали в проходящем свете, рассматривая чашки со стороны дна. В отражённом свете (со стороны крышки) определяли характер поверхности, окраску. Консистенцию определяли прикосновением петли. Проводили подсчет числа колоний в каждом из секторов – вариантов опытов. Были выполнены мазки с последующим окрашиванием по Граму. Готовые препараты изучали под микроскопом с иммерсией.

Бактериологический посев выявил значительное обсеменение кожи рук испытуемых *Staphylococcus aureus*

($12,01 \pm 1,07$ КОЕ). В наших исследованиях доказано: в данной возрастной категории стафилококковая микрофлора на коже рук доминирует над кишечной [7]. Это связано с возрастными особенностями созревания липидной мантии кожи (появление *acne vulgaris*). Также отмечено наличие *Esherychia coli* в среднем $10,20 \pm 2,45$ КОЕ (табл. 1), что свидетельствует о свежем фекальном загрязнении рук, типичном для лиц данной возрастной категории [7].

После использования пластидеза (разминание в руках 3 минуты) с кожи рук испытуемых проведены смывы с последующим бактериологическим исследованием по описанной выше стандартной методике [11]. Результаты показали: после пластидеза значительно снизилась степень обсемененности кожи как *Staphylococcus aureus* ($1,10 \pm 0,59$ КОЕ), так и *Esherychia coli* ($0,93 \pm 0,24$ КОЕ) (табл. 1).

Наиболее часто используемое в быту дезинфицирующее средство – туалетное мыло. Согласно теории моющего действия, бактерицидное свойство такого метода дезинфекции зависит от типа мыла (его химического состава и pH, создаваемой среды) и от кратности мытья рук за один подход¹. Известно: однократное мытье рук с туалетным мылом типа «Детское» или «Банное» снижает бактериальную обсемененность кожи на 40 %, двукратное – на 80 % [10].

Дезинфекция кожи рук путем мытья их с мылом является, по сути, хи-

мической дезинфекцией, требующей наличия не только моющего средства (мыла), но и воды, то есть определенных условий. Использование пластидеза не требует специальных условий и представляет собой более простую механическую дезинфекцию. Эффективность применения пластической массы на основе боросилоксана соотносима с результатами двукратного мытья рук с туалетным мылом. В частности, после использования пластидеза обсемененность кожных покровов *Staphylococcus aureus* снизилась в среднем на $90,33 \pm 5,78$ %, *Esherychia coli* – на $89,08 \pm 5,47$ % по сравнению с уровнем загрязнения кожи рук до использования пластидеза. Пятилетний опыт работы с материалом позволяет проиллюстрировать (рис. 1) механизм удаления загрязнений с поверхности кожи при помощи пластидеза.

Известно: поверхностная энергия $F_{\text{пов.}}$ зависит от поверхностного натяжения на границе раздела фаз (σ) и от площади поверхности взаимодействия фаз (S) следующим соотношением [12]:

$$F_{\text{пов.}} = \sigma S$$

Поверхности раздела (рис. 1г), где действуют поверхностные натяжения:

$\sigma_{\text{ПК}}$ – поверхностное натяжение на поверхности «пластидез–кожа»,

$\sigma_{\text{ПЗ}}$ – поверхностное натяжение на поверхности «пластидез–загрязнение»,

$\sigma_{\text{ЗК}}$ – поверхностное натяжение на поверхности «загрязнение–кожа».

Поверхностное натяжение силиконовых материалов невысокое ($\sigma = 0,021$ Н/м (25°C)) [1]. Поверхностное натяжение кожи также небольшое и может составлять от 0,021

¹ См. Гигиенические требования к размещению, устройству, оборудованию и эксплуатации больниц, родильных домов и других лечебных стационаров: санитарно-эпидемиологические правила и нормы [СанПиН 2.1.3.1375-03] (введены в действие с 30 июня 2003 г., изм. от 25 апр. 2007 г.)

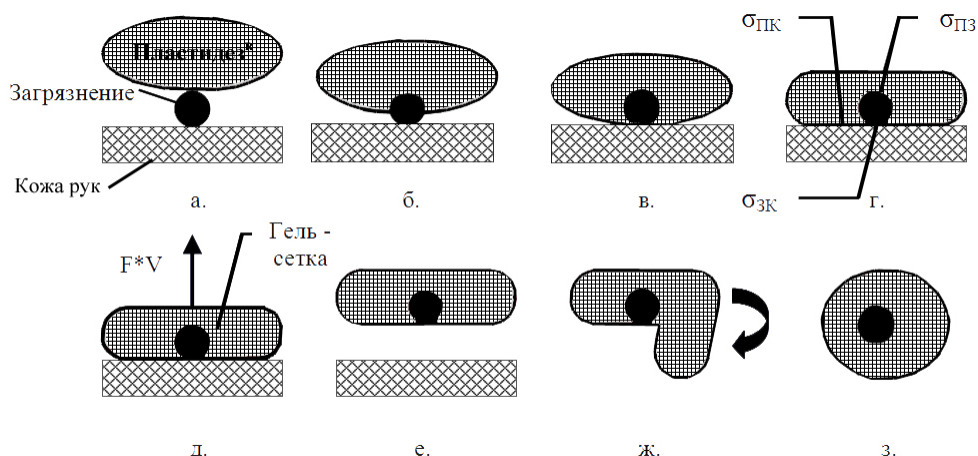


Рис. 1. Схема физического механизма удаления загрязнений с поверхности кожи пластидезом:

а – начало воздействия композитного материала на загрязненный участок кожи; б, в, г – затекание пластидеза в складки кожи руки и растекание по поверхности загрязнения; д, е – сдвиговые напряжения внутри материала с образованием динамической гель-сетки в объеме материала, отрыв пластидеза от поверхности кожи; ж, з – перемешивание образца и перемещение загрязнения в глубь композитного материала.

до 0,033 Н/м [15-16]. Бактериям *Staphylococcus aureus* и *Escherichia coli* свойственно поверхностное натяжение 0,069 и 0,070 Н/м, соответственно [13]. За счет более высокого поверхностного натяжения бактериальное загрязнение с одинаковой вероятностью сорбируется на коже рук и на поверхности пластидеза.

На границах раздела фаз имеет место следующее соотношение поверхностных натяжений:

$$\sigma_{\text{ПК}} \leq \sigma_{\text{ПЗ}} < \sigma_{\text{ЗК}}$$

В начальный момент взаимодействия материала с загрязненной кожей (рис. 1 а) реализуется соотношение:

$$F_{\text{пов.ПК}} < F_{\text{пов.ПЗ}} < F_{\text{пов.ЗК}}$$

По мере растекания пластидеза по поверхности кожи и загрязнения (рис. 1 г) реализуется соотношение:

$$F_{\text{пов.ПК}} < F_{\text{пов.ЗК}} < F_{\text{пов.ПЗ}}$$

Несмотря на увеличивающуюся площадь между кожей и пластидезом, $F_{\text{пов.ПК}}$ остается низкой за счет низкого $\sigma_{\text{ПК}}$, в то время как $F_{\text{пов.ЗК}}$ становится ниже $F_{\text{пов.ПЗ}}$ за счет обволакивания пластидезом загрязнения. Процесс сопровождается увеличением площади взаимодействия, так как исследуемый композитный материал обладает маслоподобными свойствами. Затекая в складки кожи, он увеличивает площадь соприкосновения, обволакивая максимальную площадь поверхности загрязнения.

За счет образования в объеме композитного материала динамической гель-сетки происходит отрыв пластидеза от поверхности кожи вместе с загрязнением (рис. 1 д). Динамическая гель-сетка, обусловленная структурными особенностями химического строения композитного материала, об-

разуется за счет применения силы (F). Чем выше скорость (V) приложения этой силы, тем полнее и легче происходит отрыв загрязненного пластидеза с поверхности кожи. Загрязнения удерживаются внутри силиконового материала за счет высокой площади соприкосновения и низкой поверхностной энергии на границе с воздухом.

При помощи рефрактометра ИРФ-454 установлено: показатель преломления пластидеза практически не меняется при наполнении его разными органическими и неорганическими материалами. Это свойство обусловлено таким строением композитов, при котором на поверхности постоянно присутствует только силиконовый материал, обволакивая и смачивая его внутренний объем (рис. 2). Так как показатель преломления материала определяется за счет его приповерхностного слоя, показатель преломления существенно не меняется.

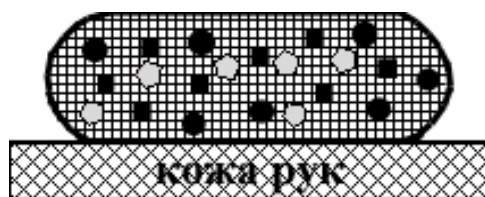


Рис. 2. Предполагаемая структура композиционного материала на границе подложки (линза рефрактометра, кожа рук, загрязнение, другие материалы)

При высокой степени наполнения может произойти разрушение структуры материала. До достижения критического состояния в приповерхностном слое присутствует преимущественно материал пластидеза, надежно удерживая загрязнения в своем объеме. Присутствующие в пластидезе официальные масла (силиконовое и вазели-

новое) эффективно увлажняют кожу. Отсутствие в нем абразивных веществ и спирта позволяет очищать кожные покровы, не повреждая их путем мацерации. Эти характеристики могут считаться дополнительными преимуществами пластидеза.

После использования пластидеза исследована его сорбционная и бактерицидная активность. Для смывов в пластической массе стерильным тампоном, смоченным раствором 0,9 % хлорида натрия (физиологический раствор), сделаны проколы в трех местах на S глубины. Материал с обсемененного тампона погружали в пробирку с раствором 0,9 % хлорида натрия для получения разведения 1:5. После разведения выполняли бактериологический посев на унифицированные среды (простой агар и среда Эндо) с последующим микробиологическим исследованием по стандартной методике, описанной выше [11].

Результаты (см. табл.) показали: пластидез эффективно сорбирует микрофлору кожи рук. В частности, *Staphylococcus aureus* ($6,10 \pm 0,35$ КОЕ) и *Escherichia coli* ($0,90 \pm 0,03$ КОЕ). Таким образом, пластидез обладает высокой сорбционной активностью в отношении условно-патогенной микрофлоры кожи рук. Данный материал, накапливая внутри себя загрязнения, поверхностно остается условно чистым, сохраняя способность не липнуть к рукам. Тем не менее многократное применения пластидеза как средства личной гигиены предполагает проведение дезинфекции самого материала, бывшего в употреблении. При контакте с водой и водными растворами, составляющими основу химических дезинфектантов, исследуемый

композитный материал утрачивает свои физико-химические свойства. Оптимальным способом его дезинфекции выбрано трехкратное микроволновое (МВ) облучение по 10 минут. Для подтверждения надежности предложенного способа дезинфекции использованный пластидез подвергся дробному микроволновому облучению по указанной схеме, с последующим бактериологическим контролем смывов. Бактериологическое исследование проведено по стандартной методике, описанной выше [11].

Бактериологический контроль (см. табл.) показал частичную устойчивость *Staphylococcus aureus*, сорбированного пластидезом, к воздействию МВ-облучения ($0,20 \pm 0,13$ КОЕ) и

полное обеспложивание МВ-лучами *Escherichia coli* в использованном композитном материале. Учитывая общеизвестный высокий уровень устойчивости *Staphylococcus aureus* к различным способам дезинфекции [2], можно считать предложенную методику дезинфекции пластидеза целесообразной. Таким образом, исследования сорбционных и биоцидных свойств композиционного материала на основе боросилоксана (рабочее название – пластидез) показали возможность его эффективного применения в качестве многоразового механического дезинфектанта кожи рук при условии обязательного обеспложивания самого материала трехкратным микроволновым облучением по 10 минут.

Таблица

Динамика бактериального обсеменения кожи рук и композитного материала на основе боросилоксана (пластидез) в процессе эксперимента

Этап эксперимента	<i>Staphylococcus aureus</i> (КОЕ)	<i>Escherichia coli</i> (КОЕ)
Кожа рук до применения Пластидез	$12,01 \pm 1,07$	$10,20 \pm 2,45$
Кожа рук после применения Пластидез	$1,10 \pm 0,59$	$0,93 \pm 0,24$
Разница показателей	84,55% – 96,10%	83,61% – 94,54%
Пластидез после использования	$6,10 \pm 0,35$	$0,90 \pm 0,03$
Пластидез после дезинфекции	$0,20 \pm 0,13$	0
Разница показателей	92,52% – 98,90%	100%

Работа поддержана грантом РФФИ № 14-07-00574. Авторы выражают благодарность профессору, доктору технических наук, профессору МГОУ В.В. Беляеву за ценные советы и инициирование работы, а также бактериологу городской клинической больницы № 1 г. Москва Н.В. Алесиной за помощь в обеспечении лабораторными материалами микробиологической части исследования.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ:

1. Воронков М.Г., Милешкевич В.П. Силоксановая связь. – Новосибирск: Наука, 1976. – 413 с.
2. Гаврилова И.А., Титов Л.П. Устойчивость госпитальных изолятов стафилококков и синегнойной палочки к дезинфицирующим средствам // Здоровоохранение. – 2011. – № 11. – С. 18-20.
3. Грубер В.Н. Синтез боросилоксанов с высоким содержанием бора и исследование их свойств / В.Н. Грубер, А.Л. Клебанский, Г.А. Круглова и др. // Вы-

- сокомолекулярные соединения (серия А). – 1972. – Т. 14 (№ 7). – С. 1476-1483.
4. Заболеваемость населения по основным классам болезней в январе-декабре 2013 г. / ФБГУЗ «Федеральный центр гигиены и эпидемиологии» Роспотребнадзора [сайт]. – URL: http://www.fcgsen.ru/5/archive/sved2013_01-12.xls (дата обращения: 12.03.2015 г.)
 5. Милешкевич В.П., Южелевский Ю.А. Силоксановая связь // Журнал Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева. – 1981. – Т. 26 (№ 3). – С. 297-302.
 6. Митрофанов Л.А. К вопросу о межмолекулярном взаимодействии в полибордиметилсилоксанах / Л.А. Митрофанов, Е.А. Сидорович, А.В. Карлин и др. // Высокомолекулярные соединения (серия А). – 1969. – Т. XI (№ 4). – С. 782-786.
 7. Молоканова Ю.П., Медведева И.В., Анипко В.В. Микрофлора кожи по результатам обследования санитарно-эпидемиологического благополучия (на примере образовательных учреждений) // Вестник МГОУ. Серия: Естественные науки. 2014. № 5. С. 37-41.
 8. Общественное здоровье и здравоохранение / под ред. В.А. Миняева, Н.И. Вишнякова. – М.: МЕДпресс-информ, 2006. – 528 с.
 9. Пивоваров Ю.П., Королик В.В., Зиневич Л.С. Гигиена и основы экологии человека. – М.: Академия, 2004. – 530 с.
 10. Рогенгаген Ф.К. Мыла, их химический состав и дезинфицирующие свойства: дис... магистра фармации. – СПб., 1900. – 132 с.
 11. Снисаренко Т.А., Медведева И.В. Практикум по микробиологии и вирусологии: учебно-методическое пособие. – М.: МГОУ, 2014. – 24 с.
 12. Поверхностные явления и поверхностно-активные вещества: справочник / под ред. А.А. Абрамзона, Е.Д. Щукина. – Л.: Химия (ЛО), 1984. – 391 с.
 13. Absolom D.R. Surface thermodynamics of bacterial adhesion / D.R. Absolom, F.V. Lamberti, Z. Policova et al. // Appl. Environ. Microbiol. J. – 1983. – Vol. 46 (№ 1). – P. 90-97.
 14. Ariano P. Polymeric materials as artificial muscles: an overview / P. Ariano, D. Accardo, M. Lombardi et al. // J. of Appl. Biomaterials & Functional Materials. – 2015. – Vol. 13 (№ 1). – P. 1-9.
 15. Charkoudian J.C. A model skin surface for testing adhesion to skin // J. Soc. Cosmetic Chem. – 1988. – Vol. 39. – P. 225-234.
 16. Khyat A.El. Skin critical surface tension / A. El. Khyat, A. Mavon, M. Leduc et al. // Skin Research and Technology. – 1996. – Vol. 2 (№ 2). – P. 91-96.
 17. Lee Y.S., Wetzel E.D., Wagner N.J. The ballistic impact characteristics of Kevlar woven fabrics impregnated with a colloidal shear thickening fluid // Mat. Sci. – 2003. – Vol. 38. – P. 2825-2833.
 18. Maeda Sh. Active Polymer Gel Actuators / Sh. Maeda, Y. Hara, R. Yoshida et al. // Int. J. Mol. Sci. – 2010. – Vol. 11. – P. 52-66.
 19. Siqueira R.L. Poly (borosiloxanes) as precursors for carbon fiber ceramic matrix composites / R.L. Siqueira, In.V.P. Yoshida, L.Cl. Pardini et al. // Materials Research. – 2007. – Vol. 10 (№ 2). – P. 22-24.

РАЗДЕЛ III. НАУКИ О ЗЕМЛЕ

УДК 551.55:621.039.58

Брюхань Ф.Ф.¹, Виноградов А.Ю.¹, Лаврусевич А.А.²

¹ООО НПО «Гидротехпроект» (г. Валдай, Новгородская область)

²Московский государственный строительный университет

МОНИТОРИНГ ПОГРАНИЧНОГО СЛОЯ АТМОСФЕРЫ НА ПЛОЩАДКЕ БЕЛОРУССКОЙ АЭС

Аннотация. Потенциальная опасность воздействия атомных электростанций (АЭС) на население и ландшафтные компоненты определяет необходимость их мониторинга на всех стадиях жизненного цикла АЭС. Особая роль в исследовании состояния природной среды принадлежит пограничному слою атмосферы (ПСА) – среде, через которую в большинстве случаев радионуклиды мигрируют в другие среды. Поэтому действующие нормы безопасности предусматривают проведение мониторинга ПСА на площадках АЭС. В статье изложена система мониторинга, основанная на дистанционном аэрологическом зондировании, введенная в эксплуатацию на площадке строящейся Белорусской АЭС. Система включает подсистему наблюдений температуры и ветра, а также подсистему обработки данных. Описывается технология архивации данных и их статистической обработки.

Ключевые слова: атомная электростанция, пограничный слой атмосферы, мониторинг, атмосферная дисперсия, дистанционное зондирование, обработка данных.

F. Bryukhan¹, A. Vinogradov¹, A. Lavrusevich²

¹*Gidrotehproekt Research and Development Association, Valday, Novgorod Region*

²*Moscow State University of Civil Engineering*

MONITORING OF THE ATMOSPHERIC BOUNDARY LAYER AT THE BELARUSIAN NPP SITE

Abstract. Potential hazardous effects of nuclear power plants (NPPs) on the population and landscape components determine the necessity of their monitoring at all stages of the NPP's life cycle. A special role in the study of the natural environment belongs to the atmospheric boundary layer (ABL), i.e., a medium through which radionuclides in most cases migrate to other media. Therefore, the existing norms for NPP safety provide the monitoring of the ABL at the NPP sites. The paper describes a monitoring system based on the remote aerological sound-

ing which was commissioned at the Belarusian NPP site construction. The system includes a subsystem of the temperature and wind observations, and a subsystem of the data processing. A technology of data archiving and its statistical processing is described.

Key words: nuclear power plant, atmospheric boundary layer, monitoring, atmospheric dispersion, remote sensing, data processing.

В последние годы в России и в других странах-членах МАГАТЭ требования к безопасности атомных электростанций (АЭС) ужесточаются. В частности, нормы безопасности АЭС предусматривают проведение мониторинга ландшафтных компонентов, в том числе и пограничного слоя атмосферы (ПСА) на площадках АЭС [5; 8; 9]. При этом особая роль в исследовании состояния природной среды принадлежит ПСА – среде, через которую в большинстве случаев радионуклиды мигрируют в другие среды. Именно состояние ПСА определяет условия атмосферной дисперсии радионуклидов в районе площадок АЭС и их потенциальное воздействие на население и ландшафтные компоненты.

Выполнение мониторинга ПСА предусматривается для основных стадий жизненного цикла АЭС (размещения, проектирования, строительства, эксплуатации, вывода из эксплуатации) [5]. Мониторинг ПСА проводится во взаимодействии с автоматизированной системой контроля радиационной обстановки. Его основные цели включают:

- определение характеристик ПСА, необходимых для расчетов потенциального радиационного воздействия на персонал, население и окружающую среду при нарушениях нормальной эксплуатации АЭС, включая аварии;
- прогнозирование и своевременное выявление тенденций и трендов изменения параметров ПСА;

– разработку рекомендаций по снижению негативного воздействия АЭС на окружающую среду.

Достижение этих целей предполагает выполнение текущих наблюдений за состоянием ПСА, в первую очередь, за скоростью и направлением ветра, а также за температурой воздуха, которые определяют режим атмосферной дисперсии. Помимо средств дистанционных измерений, система мониторинга предусматривает архивацию данных, их статистическую обработку, контроль стабильности параметров ПСА во времени, а также выявление негативных изменений этих параметров [5; 9].

Аэроклиматические условия территории

Площадка Белорусской АЭС расположена на северо-востоке Беларуси в Гродненской области. По классификации климатов Б.П. Алисова территория площадки АЭС находится в умеренном климатическом поясе, где преобладают воздушные массы умеренных широт [1]. Согласно климатическому районированию территории Беларуси для строительного проектирования [6], площадка расположена во втором климатическом районе (подрайон II-B). В зависимости от происхождения воздушных масс (морского или континентального) в умеренном поясе выделяют морской и континентальный типы климата. Характер и интенсивность основных климато-

образующих факторов существенно различается по сезонам года. Аэроклиматические характеристики ПСА определялись в рамках инженерно-гидрометеорологических изысканий по данным аэрологической станции Минск [7].

Условия атмосферной дисперсии определяются различными аэроклиматическими характеристиками, в том числе повторяемостью, мощностью и интенсивностью приземных и приподнятых температурных инверсий, скоростью и направлением ветра на высотах ПСА, степенью развития турбулентности и др. Исследования условий загрязнения атмосферы позволили выявить следующие неблагоприятные синоптические ситуации:

- малоподвижный антициклон или гребень;
- размытое безградиентное барическое поле;
- периферия циклона или гребня.

Над территорией Республики Беларусь преобладают воздушные массы, перемещающиеся с Атлантического океана. Их перенос происходит при различных циркуляционных процессах в результате деятельности циклонов, которые смещаются сериями, и антициклонов или гребней высокого давления, формирующихся в тылу циклонов. Циклоны, перемещающиеся преимущественно с запада на восток, приносят с собой морской воздух, характеризующийся большими запасами влаги. В большинстве случаев циклоны, движущиеся на восток, заполняются или не меняют своей интенсивности, и лишь некоторые, проходя над территорией Беларуси, продолжают углубляться. Иногда циклоны, заполняясь, становятся малоподвиж-

ными, и тогда зимой в течение нескольких дней наблюдается пасмурная погода с умеренными морозами и слабыми снегопадами. В летние месяцы часты ситуации, когда пасмурная дождливая погода по мере прогревания воздуха сменяется неустойчивой погодой с ливневыми дождями и грозами. Во все сезоны года повторяемость циклонической формы циркуляции над территорией Республики Беларусь, в том числе и над исследуемой территорией, больше антициклонической. На погоду часто влияют и периферийные части циклонов и антициклонов. В среднем за год циклонические процессы наблюдаются до 200 дней, а антициклонические – до 150 дней.

Методика

Система мониторинга ПСА, организованная в августе 2014 г. на площадке строящейся Белорусской АЭС, включает подсистему наблюдений и подсистему обработки данных. В свою очередь, обработка результатов измерений температуры воздуха, скорости и направления ветра предусматривает ведение базы текущих данных и разработку программ расчета статистических характеристик ПСА.

Подсистема наблюдений построена на основе измерительного дистанционного комплекса SODAR/RASS [10], разработанного немецкой компанией «METEK». Этот комплекс представляет собой совокупность акустической системы SODAR (производная от словосочетания **SO**nic **D**etection **A**nd **R**anging system) и радиоакустической системы RASS (производная от словосочетания **R**adio **A**coustic **S**ounding System).

Для детектирования неоднород-

ностей атмосферы, обусловленных турбулентностью, «содары» используют акустические волны. Большинство «содаров» работают, излучая за короткие промежутки времени акустический пульсирующий сигнал, и затем принимая отраженный сигнал. По интенсивности и частотному сдвигу отраженного сигнала после его обработки с помощью встроенных в систему программ определяются скорость и направление ветра, а также характеристики турбулентности.

Сущность радиоакустического метода зондирования атмосферы состоит в том, что системы RASS излучают электромагнитные волны, которые отражаются от атмосферных неоднородностей, создаваемых акустическими волнами, излучаемыми «содарами». Эти волны на пути своего распространения создают периодические изменения диэлектрической проницаемости воздуха, которые способны рассеивать электромагнитные волны с когерентным сложением рассеянной энергии. Электромагнитное излучение, отраженное от таких структурных неоднородностей, представляющих собой дифракционную решетку, проявляет эффект дифракции и принимается приемной антенной системы RASS. По принимаемому антенной сигналу можно определить скорость звука на различных высотах, а следовательно, и температуру воздуха. Обработка принимаемых сигналов и расчет вертикальных профилей температуры производится с помощью встроенных программ.

Эксплуатация комплекса измерительных блоков SODAR/RASS на площадке Белорусской АЭС показала, что во многих случаях имеют место зна-

чительные ошибки измерения температуры воздуха. Ранее аналогичный факт был установлен в работе [3], где было показано, что измерения температуры имеют систематическую составляющую. Что же касается измерений скорости и направления ветра, то было установлено, что комплекс SODAR/RASS позволяет получать вполне достоверные результаты. Так, согласно [4] погрешность измерения скорости ветра оценивается в 0,25 м/с, а погрешность измерения направления ветра – в 2°.

Измерительные комплексы SODAR/RASS уже нашли широкое распространение для мониторинга ПСА на площадках АЭС (Балаковской, Курской, Нововоронежской АЭС-2, а также на многих зарубежных). Позитивный опыт их эксплуатации позволяет считать такие комплексы оптимальными для целей мониторинга ПСА. Следует также отметить экономические преимущества комплексов SODAR/RASS перед традиционными методами исследований состояния пограничного слоя – системами радиозондирования и метеорологическими мачтами. Кроме того, значительный высотный предел измерений (до 500-900 м) обеспечивает преимущества SODAR/RASS перед метеомачтами.

Подсистема обработки данных предусматривает ведение базы текущих данных измерений температуры воздуха, скорости и направления ветра, а также разработку программ расчета статистических характеристик ПСА. Дистанционное зондирование ПСА и накопление первичной информации производится в автоматическом режиме, а регистрация результатов измерений производится через

каждые 10 минут. По мере накопления результатов измерений осуществляется текущее ведение базы данных. Массивы данных формируются по текущим месяцам. Программы обработки данных предусматривают их контроль и интерполяцию на высоты с шагом 10 м, а также расчет следующих характеристик:

- средних значений температуры воздуха на высотах;
- повторяемостей классов устойчивости атмосферы;
- средних значений вертикального градиента температуры в вертикальных слоях;
- повторяемостей и средних значений мощности и интенсивности приземных и приподнятых инверсий в вертикальных слоях;
- средних скоростей ветра на высотах;
- скоростей и направлений среднего результирующего вектора ветра на высотах;
- среднеквадратических отклонений составляющих вектора ветра на высотах;
- повторяемостей направлений ветра в 16 румбах и штилей на высотах;
- средних скоростей ветра в 16 румбах на высотах;
- массива совместных повторяемостей классов устойчивости атмосферы, скоростей и направлений ветра в 16 румбах на высотах 0 и 100 м для среднегодовых условий.

Результаты и обсуждение

В августе 2014 г. специалистами ООО НПО «Гидротехпроект» были выполнены монтаж, наладка и тестирование измерительного оборудования, после чего было начато непре-

рывное зондирование ПСА. С учетом форматов выходных данных результатов измерений были разработаны программы их статистической обработки. К сожалению, встроенные в комплекс SODAR/RASS программы предусматривают вывод результатов измерений температуры и ветра в разных файлах. В тоже время для расчета некоторых характеристик ПСА необходимо представление данных одновременных измерений температуры и ветра в одной строке. Необходимость построения такой архитектуры данных создает серьезные трудности при разработке программ статистической обработки и требует создания промежуточного файла с данными одновременных наблюдений температуры и ветра.

Как было уже отмечено выше, измерительный комплекс SODAR/RASS допускает значительные погрешности измерений температуры. Для исключения ошибочных значений температуры воздуха на стадии статистической обработки данных осуществляется контроль температуры исходя из климатических норм температуры для стандартных высот в различные месяцы года и соответствующих среднеквадратических отклонений. В настоящей работе такой контроль осуществлялся на основе правила «двух сигм», исключаяющего из выборки значения температуры, выходящие за пределы двух среднеквадратических отклонений от ее климатической нормы. Кроме того, осуществлялся синтаксический контроль данных на принадлежность скорости ветра интервалу [0-40 м/с] и направления ветра интервалу [0-360°].

Основная программа статистической обработки данных предназначена для расчета характеристик, ос-

редненных за заданный период. Хотя она и позволяет проводить расчеты за любой период наблюдений, она не является эффективной для выполнения расчетов среднесезонных или среднегодовых характеристик. Это обусловлено упомянутым выше фактом отсутствия записей одновременных наблюдений ветра и температуры в одной строке и необходимостью формирования промежуточного рабочего файла, что требует значительного времени работы программы. Поэтому по мере накопления результатов измерений данные обрабатываются по текущим месяцам, а результаты обработки оформляются в виде файлов *RESMM.txt* (здесь *ММ* – текущий месяц). Затем эти файлы обрабатываются другими программами для получения среднесезонных и среднегодовых характеристик ПСА.

После расчета среднегодовых характеристик за текущие годы предусматривается подготовка ежегодных отчетов. Такие отчеты должны содержать расчетные характеристики, а также результаты анализа тенденций и трендов их изменения. К моменту написания данной статьи реализована архивация массивов данных за сентябрь и ноябрь 2014 г., а также расчет соответствующих среднемесячных характеристик ПСА. Необходимо подчеркнуть, что подобный мониторинг может быть полезным не только для АЭС, но и для других экологически потенциально опасных объектов, например, химических предприятий и тепловых электростанций, для которых характерен аналогичный механизм рассеивания загрязняющих агентов [2].

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ:

1. Алисов Б.П. Климатические области и районы СССР. – М.: Огиз, 1947. – 210 с.
2. Брюхань Ф.Ф. Оценка условий атмосферной дисперсии выбросов от высотного источника // Промышленное и гражданское строительство. – 2002. – № 7. – С. 30-32.
3. Карташов В.М., Куля Д.Н., Пашенко С.В. Алгоритм автосопровождения изменений информационного параметра сигнала радиоакустических систем // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2012. – № 4/9 (58). – С. 57–61.
4. Красненко Н.П. Мощные направленные акустические излучатели в атмосферных приложениях // Материалы XXV сессии Российского акустического общества. – Таганрог: Технол. ин-т ЮФУ, 2012. – С. 129-133.
5. Мониторинг метеорологических и аэрологических условий в районах размещения объектов использования атомной энергии (РБ-046-08). – М.: Ростехнадзор, 2008. – 25 с.
6. Строительная климатология. – Минск: Минсктиппроект, 2001. – 37 с.
7. Bryukhan A.F. Investigation of the Atmospheric Dispersion for Nuclear Power Plants Siting // Materials of the 5-th International Research and Practice Conference «European Science and Technology». Vol. 1. – Munich (Germany): Vela Verlag Waldkraiburg, 2013. – P. 345-350.
8. Dispersion of Radioactive Material in Air and Water and Consideration of Population Distribution in Site Evaluation for Nuclear Power Plants // IAEA Safety Standards Series (№ NS-G-3.2). – Vienna: IAEA, 2002. – 32 p.
9. Meteorological and Hydrological Hazards in Site Evaluation for Nuclear Installations: Specific Safety Guide // IAEA Safety Standards Series (№ SSG-18). – Vienna: IAEA, 2011. – 146 p.
10. The METEK Radio Acoustic Sounding System. – Elmshorn (Germany): METEK, 2013. – 25 p.

УДК 556.16.01

Виноградов А.Ю., Никифоровский А.А.*Общество с ограниченной ответственностью
научно-производственное объединение «Гидротехпроект»
(г. Валдай, Новгородская область)*

АНАЛИЗ СООТВЕТСТВИЯ КРИТЕРИЕВ КАЧЕСТВА МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ФОРМИРОВАНИЯ СТОКА МАЛЫХ РЕК

Аннотация. В статье приведены результаты последовательных расчетов различных критериев качества моделирования, основанных на различных методах статистической обработки рядов наблюдений. Указанные критерии построены на сравнении расчетных и эмпирических величин стока. Для краткого анализа обоснованности применения тех или иных критериев рассматриваются результаты расчетов по предложенной авторами модели на конкретном водосборе. Рассмотренные примеры показывают ряд трудностей, возникающих при моделировании. Отмечается, что при неполноте и неточности исходной информации, вызывающей ошибки моделирования, применение формальных статистических методов может давать негативную оценку качества моделирования. Авторы приходят к выводу о необходимости выбора критерия качества моделирования в соответствии с задачей, для которой строится модель.

Ключевые слова: малые реки, сток, паводок, математическое моделирование, критерий оценки моделей, расчет стока.

A. Vinogradov, A. Nikiforovskiy*Gidrotehproekt Research and Development Association,
Valday, Novgorod Region*

QUALITY CONFORMITY ANALYSIS OF RUNOFF FORMATION MODELING CRITERIA FOR SMALL RIVERS

Abstract. The results of successive calculations of various modeling quality criteria based on different methods for statistical processing of observation series are discussed. Reducible criteria are built on a comparison of calculated and empirical values of the runoff. For a brief analysis of the reasonableness of use of the criteria, the results of calculations by the authors' model for a particular catchment are considered. The examples show a number of difficulties encountered in modeling. It is noted that in the case of incompleteness and inaccuracy of the initial information, which results in modeling errors, the use of formal statistical methods may give a negative assessment of the modeling quality. A conclusion is made about the need of selection of the modeling quality criterion in accordance with the task for which the model is constructed.

Key words: small rivers, runoff, flood, mathematical modeling, model evaluation criterion, runoff calculations.

Детерминированное моделирование стока малых рек является методом исследования, направленным на реализацию инженерных расчетов путем имитации упрощенных процессов формирования стока. Такое упрощение обусловлено недостаточностью данных натурных наблюдений. Процесс изучения какого-либо природного явления путем моделирования состоит из нескольких этапов [7]. Первый этап – формулирование физических взаимосвязей между основными частями изучаемого объекта и их описание в математических терминах. Второй этап – проведение собственно расчетов. Третий этап – сравнение результатов расчетов с эмпирическими данными.

Для проверки применимости той или иной разработанной модели используются данные наблюдений за моделируемым объектом. В качестве объекта исследования авторами был выбран водосбор р. Медвенка, правого притока р. Москвы, площадью 21,5 км². Ниже мы рассмотрим основные общепризнанные оценочные критерии результатов моделирования гидрографа. Используемая авторами расчетная методика оценки максимального стока малых рек была ранее изложена в работе [2]. Для примера рассматривался 1966 г., характеризующийся неудовлетворительным совпадением расчетного и измеренного пиков весеннего половодья по датам, составляющим 9 дней, и значительной систематической ошибкой в абсолютных значениях суточного меженного стока. Для анализа использовались фондовые данные Росгидромета по Подмосковной стоковой станции, расположенной на водосборе р. Медвенки.

Основные результаты расчетов и анализа сводятся к нижеследующему.

1. Вычисление среднего эмпирического и расчетного значений. Для любой выборки среднее значение является показателем, дающим о ней основное представление. Сравнение среднего эмпирического и расчетного значений представляет собой первоочередную информацию об адекватности предложенной модели. Однако для более глубокого анализа стока малых рек средняя величина мало информативна. В межень, на протяжении десяти месяцев в году, расход реки может быть весьма незначительным, а паводок, продолжающийся всего неделю, обеспечивает более или менее заметную среднегодовую величину стока.

В нашем конкретном случае $\bar{Q}_{набл} = 146.75$ л/с, а $\bar{Q}_{расч} = 146.40$ л/с, что указывает на превосходное совпадение.

2. Среднее абсолютное систематическое отклонение MAD (mean absolute deviation) рассчитанных величин от измеренных усредняет величину ошибки расчета. В нашем случае $\Delta_{MAD} = 164.99$. Обращаем внимание, что в данном случае систематическое отклонение превышает средние значения, то есть в среднем на каждые расчетные сутки ошибка больше, чем среднегодовое значение измеренной величины.

3. Относительная погрешность RE (relative error), характеризующая величину ошибок расчета в сравнении с действительными значениями ряда наблюдений, в представленном примере (RE) равна 0.92, то есть весьма значительна. Величины ошибок расчетного и измеряемого параметров практически совпадают.

4. Средняя процентная ошибка MPE (mean percentage error) опреде-

ляет среднюю смещенность расчетных значений от измеренных и составляет -0.7 или 70% (по абсолютной величине). Согласно [8], модель является несмещенной, если критерий *MPE* не превышает 5% . Следовательно, по второму, третьему и четвертому критериям используемая модель [2] бесперспективна.

5. Среднеквадратическая ошибка *MSE* (mean square error) составила 474081. Каждое значение ошибки расчета в этом критерии возводится в квадрат, что подчеркивает влияние больших ошибок. Считается, что это важно, так как позволяет подобрать модель, постоянно дающую средние по величине ошибки, в отличие от других моделей, периодически дающих большие [8].

Представляется, что рассматриваемый критерий не информативен. Среднеквадратическая ошибка, составляющая 474081: много это или мало? Рассмотрим два варианта. В первом расхождении между измеренной (1000 л/с) и расчетной (950 л/с) величинами среднесуточных расходов укладываются в точность измерения. А во втором расчетная величина (70 л/с) превышает измеренную (20 л/с) в $3,5$ раза. Среднеквадратическая ошибка в обоих случаях одинакова и составляет 2500 . Таким образом, для оценки качества моделирования критерий неприемлем.

6. Квадратичное отклонение *RMSE* (root mean square error). Как и в предыдущем случае, полученный результат (688.54) заводит в тупик. Очевидно, что значение *RMSE* довольно велико, но неизвестно насколько.

7. Следующий критерий, по крайней мере, имеет физический смысл.

Именно на такую величину ($\Delta = 36,04$) в среднем отличаются значения измеренного ряда от расчетного.

8. Критерий эффективности Нэша–Сатклиффа среди специалистов по математическому моделированию наиболее востребован. Однако и здесь существуют определенные шероховатости. Во-первых, не все знают пределы изменения этого критерия. Некоторые ошибочно считают, что критерий Нэша–Сатклиффа изменяется от 0 до 100% [7]. Во-вторых, неизвестны допустимые пределы этого критерия. В работе [12] отмечается, что значения критерия, превышающие 90% , указывают на очень хорошие характеристики модели, значения, находящиеся в диапазоне $80-90\%$, свидетельствуют об удовлетворительном качестве модели, а значения ниже 80% , – о неудовлетворительном соответствии результатов расчета и эмпирическими данными.

Авторы работы [12] отдают себе отчет в том, что критерий Нэша–Сатклиффа имеет ряд недостатков. В частности, они отмечают возможность ошибочных результатов в случаях, когда ряды наблюдений речного стока являются нестационарными. В то же время практически любой ряд наблюдений нестационарен [14]. Тем не менее, несмотря на свои недостатки, использование критерия рекомендовано Американской ассоциацией гражданских инженеров для оценки состоятельности моделей стока, а также используется Всемирной метеорологической организацией для сравнительного анализа моделей [12].

В работе [9] критерий Нэша–Сатклиффа интерпретируется как статистическая мера, отражающая долю

дисперсии наблюдаемых величин, обоснованная рассчитанными значениями. При $\Delta_{NS} > 0.5$ модель хорошо воспроизводит динамику моделируемой величины, при $\Delta_{NS} = 1$ модельный расчет признается полностью адекватным, а при $\Delta_{NS} < 0$ модель считается не состоятельной. К недостаткам критерия Нэша–Сатклиффа авторы работы [9] относят завышение эффективности моделирования в периоды паводковых пиков, а также слабую чувствительность к систематическим занижениям или завышениям стока.

В действительности данный критерий малопригоден, ибо в период паводка он будет завышать оценку модели только в случае совпадения расчетного и измеренного пиков или в случае продолжительного и слабо интенсивного паводка на больших реках. Если же паводок на малой реке проходит за день и несовпадение модельного и измеренного результатов по хронологии составит всего сутки, то значение критерия Δ_{NS} будет иметь очень малое или отрицательное значение. Некоторые авторы, например автор работы [6], при моделировании гидрографа для всего периода наблюдений признают полученные результаты согласно значениям критерия. В указанной работе в процессе моделирования гидрографа для всего периода наблюдений на р. Неве значение критерия Δ_{NS} составило 0.15.

В отдельных случаях расчеты критерия, вероятно, могут оказаться искусственно завышенными. Так, например, в работе [11] сообщается, что при анализе результатов расчетов по модели SWAT (soil and water assessment tool) по двум створам – на реках Кабул (Наушера) и Инд (Калабах) значение критерия Нэша–Сатклиффа составляет

0.98. Авторы настоящей статьи позволили себе усомниться в этом результате и пересчитали показатели критерия Нэша–Сатклиффа по представленным в работе [11] эмпирическим и расчетным данным. Уточненные расчеты показали, что $\Delta_{NS} = -0.03$ для створа Кабул (Наушера) и $\Delta_{NS} = -0.70$ для створа Инд (Калабах).

9. Систематическая ошибка расчета стока *Bias*. Считается, что *Bias* (смещение – англ.) не должно по абсолютной величине превышать 5 % [1]. В нашем случае $\Delta_{Bias} = -0.24$ %, что указывает на привлекательность модели.

10. Коэффициент корреляции – еще один критерий достоверности, который характеризует тесноту и направление статистической связи между фактическими и модельными величинами [5]. Обычно коэффициент корреляции обозначается через *R*. Пределы изменения *R*: от –1 до +1. Чем ближе коэффициент корреляции к +1 или к –1, тем теснее прямая или обратная линейная корреляционная связь. Считается, что при $R < 0.3$ корреляционная зависимость слабая, при 0.3–0.7 – средняя, при $R > 0.7$ – сильная. Результаты наших расчетов – средние ($R = 0.51$).

В работе [10] отмечается, что «одним из недостатков использования коэффициента корреляции, как измерителя точности расчетов, является то, что полная положительная корреляция лишь указывает на наличие линейной зависимости между рядами рассчитанных и фактических величин». Но такая зависимость должна появляться при использовании любой модели, учитывающей климатические факторы. Еще В.Г. Глушков [4] сформулировал теперь уже хорошо известную

закономерность: «реки – продукт климата». То есть: есть дождь – есть паводок. Нет дождя – нет паводка.

11. Квадрат коэффициента корреляции (коэффициент детерминации). Обычно он обозначается посредством CD (coefficient of determination). Чем ближе значение CD к единице, тем лучше модель описывает реальные данные. Модель считается адекватной, если $CD > 0.75$ [11]. В нашем случае $CD = 0.258$, то есть гораздо ниже этого порога.

12. Индекс Тейла T [13], который изменяется от нуля до единицы, принято использовать, кроме перечисленных выше критериев, для оценки расхождения реальных и модельных значений. Он равен нулю в случае полного совпадения реальных и модельных значений и приближается к единице при очень большом их расхождении. Как и в случае с коэффициентом корреляции, мы находимся где-то в середине: $T = 0.50$.

13. Относительный критерий качества KK [3] – следующий рассмотренный нами критерий. Чем меньше различия между значениями измеренного и рассчитанного рядов, тем меньше значение критерия. У нас $KK = 91.6\%$, то есть качество модели весьма низкое.

14. Коэффициент несоответствия KN определяется как отношение среднеквадратической ошибки расчета к аналогичной ошибке, которая имела бы место, если для каждого суток принимать в расчете значение переменной, равной ее среднему значению за весь рассматриваемый период. Если $KN = 1$, то расчет на уровне среднего значения дает более реалистичный результат, чем результаты мо-

делирования. В нашем же случае $KN = 1.17$. Кроме того, средние значения совпадают лучше.

Итак, по большинству рассмотренных критериев предложенная в работе методика [2] неудовлетворительна. Лишь по некоторым критериям она обеспечивает более или менее приемлемые результаты.

В действительности модель строилась для расчетов максимального стока. И на десятикратное несоответствие меженного стока мы просто не обращаем внимания. Калибровку модели мы сознательно не проводили, а критерий оценки очень прост – максимальный измеренный расход составляет 6650 л/с, а расчетный – 6880. Относительная погрешность измерений при детальном способе составляет 5 %, при основном – 10 %. В нашем случае совпадение максимумов на 20-й расчетный год без калибровки параметров лежит в пределах 3,5 %. Кроме того, дополнительным источником ошибок моделирования может являться неполнота исходной информации. В рассматриваемой модели применительно к расходу весеннего половодья оцениваются величины снегозапасов и теплового потока, определяющего снеготаяние. В ней также рассчитываются потери на увлажнение почвенного слоя и испарение. Рассчитанный слой стока весеннего половодья, как и тип гидрографа, имеют высокую степень совпадения с натурными данными. Именно такие величины, имеющие физический смысл и менее чувствительные к ошибкам исходных данных, и должны, на наш взгляд, лежать в основе верификации моделей подобного рода.

Итак, примеры расчетов показывают ряд трудностей, возникающих

при моделировании. Анализ различных критериев качества моделирования речного стока, построенных на сравнении расчетных и эмпирических величинах стока на водосборе р. Медвенки, протекающей в Московской области, указывает, что при неполноте и неточности исходных данных, обуславливающих ошибки моделирования, применение формальных статистических методов может приводить к неудовлетворительному качеству моделирования. Анализ результатов также показывает, что выбор критериев качества моделирования должен производиться в соответствии с задачей, для которой строится модель, а также с учетом физического смысла процессов формирования речного стока.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ:

1. Айзель Г.В. Расчеты речного стока на основе модели SWAP для водосборов с недостаточным информационным обеспечением: дис ... канд. техн. наук. – М., 2014. – 155 с.
2. Виноградов А.Ю. Методика расчета максимальных расходов для проектирования поперечного дорожного водотока // Известия СПбГЛТА. – 2010. – Вып. 191. – С. 95-103.
3. Виноградов Ю.Б., Виноградова Т.А. Математическое моделирование в гидрологии. – М.: Академия, 2010. – 3004 с.
4. Глушков В.Г. Географо-гидрологический метод // Известия ГГИ. – 1933. – № 57-58. – С. 5-10.
5. Демиденко Е.З. Линейная и нелинейная регрессия. – М.: Наука, 1987. – 248 с.
6. Журавлев С.А. Моделирование гидрографа стока рек с озерным регулированием (на примере бассейна р. Невы): автореф. дис ... канд. геогр. наук. – СПб., 2011. – 19 с.
7. Камышова Г.Н., Корсак В.В., Фалькович А.С. и др. Математическое моделирование в компонентах природы (интерактивный курс). – Саратов: СГАУ, 2012. – 161 с.
8. Льюис К.Д. Методы прогнозирования экономических показателей. – М.: Финансы и статистика, 1986. – 133 с.
9. Сазонова Д.Г. Использование модели «Гидрограф ГГИ-2001» для оценки притока воды в Камское водохранилище // Географический вестник. – 2013. – № 1(24). – С. 52-71.
10. Гаркуша Н.М., Цуканова О.В., Горшанська О.О. Моделі і методи прийняття рішень в аналізі та аудиті: навчальний посібник. – Київ: Знання, 2012. – 591 с.
11. Khan A.D. Hydrological Modeling of Upper Indus Basin and Assessment of Deltaic Ecology / A.D. Khan, S. Ghoraba, J.G. Arnold et al. // Journal of Modern Engineering Research. – 2014. – Vol. 4 (Iss. 1). – P. 73-85.
12. Shamseldin A.Y., O'Connor K.M. A Non-Linear Neural Network Technique for Updating of River Flow Forecasts // Hydrology and Earth System Sciences. – 2001. – Vol. 5 (№ 4). – P. 577-597.
13. Theil H. Economics and Information Theory. – Amsterdam: North-Holland Publishing Company, 1967. – 488 p.
14. Vinogradov, A. Yu. On the Conformity of the Regulatory Framework for Hydrological Calculations of Current Legislation // Materials of the 5-th International Research and Practice Conference «European Science and Technology». Vol. 1. Munich (Germany): Vela Verlag Waldkraiburg, 2013. – P. 345-350.

УДК 502:624.131

Коськин И.О.

*Общество с ограниченной ответственностью
научно-производственное объединение «Гидротехпроект»
(г. Валдай, Новгородская область)*

О ВОЗМОЖНОСТИ РАЗРАБОТКИ МОБИЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ НА БАЗЕ ТРАНСПОРТНЫХ ГАЗОТУРБИННЫХ УСТАНОВОК И ОЦЕНКА ИХ ЭКОЛОГИЧНОСТИ

Аннотация. Обоснована возможность разработки мобильных электростанций (МЭС) на базе транспортных газотурбинных установок отечественного производства. Приведены результаты расчетов выбросов загрязняющих компонентов для энергетических установок на основе газотурбинного двигателя ГАЗ 902.10 и, в качестве сравнения, на базе авиационной турбины ПС-90. Расчеты параметров воздействия на окружающую среду показали достаточно высокую экологическую эффективность МЭС на основе указанных установок, обеспечивающую возможность их использования на рекреационных территориях. В то же время использование МЭС на базе ГТД ПС-90 требует применения специальных технологий снижения выбросов загрязняющих веществ в соответствии с экологическими требованиями.

Ключевые слова: мобильные электростанции, газотурбинный двигатель, загрязнение атмосферы, шум, рекреационная территория.

I. Kos'kin

*Gidrotehproekt Research and Development Association,
Valday, Novgorod Region*

ABOUT A POSSIBILITY OF DEVELOPING MOBILE POWER STATIONS ON THE BASIS OF TRANSPORT GAS-TURBINE STATIONS AND ASSESSMENT OF THEIR ECOLOGICAL COMPATIBILITY

Abstract. The paper justifies the possibility of developing mobile power stations (MPSs) equipped with transport gas-turbines of domestic production. The results of the calculation of the emission of polluting components from power plants with a GAS 902.10 gas-turbine engine (GTE) are compared with those utilizing a PS-90 aviation turbine. Calculations of the parameters of the environmental impact show a fairly high environmental efficiency of MPSs equipped with GTEs to provide their use in recreational areas. At the same time, MPSs based on a PS-90 GTE require the use of special technologies to reduce emissions in accordance with the environmental requirements.

Key words: mobile power stations, gas-turbine engine, atmospheric pollution, noise, recreational area.

Использование мобильных электростанций (МЭС) в нашей стране началось еще во времена Великой Оте-

чественной войны. В те годы МЭС представляли собой энергопоезда, передвигающиеся по железным дорогам. Паровоз являлся источником пара, а

на отдельных платформах устанавливались турбоагрегат и конденсатор. В отдельном вагоне монтировалось распределительное устройство со щитом управления. Позднее в СССР широкое применение нашли дизельные, газотурбинные и паротурбинные МЭС мощностью до 5 МВт. В настоящее время МЭС находят свое применение для обеспечения потребностей в электрической и тепловой энергии в труднодоступных районах России, а также для восполнения дефицита энергии в некоторых регионах страны. Таким образом, МЭС приобретают все большую популярность, позволяя оперативно восполнять дефицит электроэнергии.

Газотурбинные электростанции (ГТЭС) являются наиболее предпочтительными для своего применения ввиду их высокой энергоэффективности. Они представляют собой высокотехнологичные установки на основе газотурбинного двигателя (ГТД), генерирующие электричество и тепловую энергию (см. [1]). В отличие от других энергоустановок, применяемых в электроэнергетике, возможности совершенствования которых невелики, развитие ГТД продолжается. Оно заключается в повышении начальной температуры газов, повышении давления воздуха, увеличении скоростей вращения рабочих лопаток компрессоров и турбин. Совершенствование ГТД обеспечивает улучшение экономичности и экологической чистоты их применения. Уже сегодня существуют некоторые способы повышения КПД этих двигателей за счет отвода теплоты отработавших газов для подогрева воздуха, поступающего в камеры сгорания.

Основой ГТЭС являются один или несколько ГТД, механически связан-

ных с электрогенератором и объединенных системой управления в единый энергетический комплекс. ГТЭС способны отдавать потребителям значительное количество тепловой энергии – до 50 % от их электрической мощности. Особенностью мобильных ГТЭС является непродолжительное время их использования в течение года, преимущественно в часы пиковых нагрузок.

С целью поиска альтернативы зарубежным газотурбинным установкам (ГТУ), которые могли бы использоваться в различных регионах страны (Краснодарский край, Крым), характеризующихся повышенными требованиями к экологичности техногенных воздействий, в настоящей работе был выполнен анализ экологической эффективности отечественных ГТД. Для исследования была выбрана модель ГАЗ 902.10 производства Горьковского автомобильного завода (ОАО «ГАЗ»). ГТД ГАЗ 902.10 имеет следующие основные технические характеристики:

- двигатель газотурбинный, двухвальный, с генерацией тепла выхлопных газов с регулируемой проточной частью;
- номинальная мощность – 380 л.с. (лошадиных сил);
- удельный расход топлива при номинальной нагрузке – 182 г/л.с. в час;
- уровень шума – в соответствии с нормативными требованиями.

Недостатком указанного ГТД для использования в качестве МЭС является его небольшая мощность (265 кВт).

Методика исследования и исходные данные

Для оценки экологичности использования ГТД ГАЗ 902.10 были проведены оценки его воздействия

на атмосферный воздух и шумового воздействия применительно к г. Сочи. Для расчетов были выбраны 3 площадки, находящиеся в различных условиях: на территории с. Веселое Адлерского района вблизи электроподстанции «Псоу» (площадка Псоу), на территории, прилегающей к ПАТП № 6 в Адлере (площадка ПАТП) и на территории вблизи Сочинской ТЭС в Хостинском районе (площадка ТЭС).

Расчеты концентраций загрязняющих веществ (ЗВ) в атмосфере при работе МЭС выполнялись для ГТД ГАЗ 902.10 мощностью 265 кВт, работающего на дизельном топливе. Высота выхлопной трубы ГТУ составляла 5.0 м, а ее диаметр – 0.2 м. Для сравнительного анализа экологических показателей была принята ГТЭС на базе авиационной турбины ПС-90 мощностью 15.2 МВт, использующая в качестве топлива авиационный керосин марки ТС-1, с высотой выхлопной трубы 15.0 м и диаметром 1.0 м.

При выполнении расчетов по методике ОНД-86 [2] учтены основные климатические характеристики указанных выше площадок, а также рельеф местности и фоновые концентрации ЗВ в районе расположения этих площадок, предоставленные ГУ «Специализированный центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Черного и Азовского морей» Росгидромета. Необходимо отметить, что фоновые концентрации ЗВ в атмосферном воздухе существенно ниже максимально-разовых предельно допустимых концентраций ПДК_{мр.} для населенных мест¹.

¹ См. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест: гигиенический нор-

К качеству атмосферного воздуха на рекреационных территориях предъявляются особые требования – не допускается превышение 0.8 долей ПДК_{мр.}. Данное требование устанавливает СанПиН 2.1.6.575-96² с целью исключения неблагоприятных экологических условий для проживания человека.

Наиболее серьезные экологические проблемы при работе мобильных ГТЭС создает образование в камерах сгорания ГТУ оксидов азота. Самым простым средством снижения их концентрации в продуктах сгорания ГТУ является впрыск обессоленной воды или водяного пара в камеру сгорания (КС), снижающих температуру горения. Впрыск воды в количестве 0.6–1.0 кг или пара в количестве 0.9–1.5 кг на 1 кг топлива может обеспечить снижение концентраций оксидов азота в продуктах сгорания до приемлемого уровня.

Для расчетов количества образующихся ЗВ в дымовых газах использовались методики, рекомендуемые НИИ «Атмосфера» [3]. Расчеты концентраций вредных примесей в атмосфере при работе МЭС выполнялись также с учетом варианта применения технологии впрыска пара (например, технологии DENOX – от словосочетания de-NO_x) при высоких максимальных разовых концентрациях оксидов азота. Использование этой технологии позволяет снизить концентрацию оксидов азота в выхлопных газах в 7 раз [1].

матив [ГН 2.1.6.1338-03] (введен в действие с 25 июня 2003 г.)

² См. Гигиенические требования к охране атмосферного воздуха населенных мест: санитарные правила и нормы [СанПиН 2.1.6.575-96] (утв. и введены в действие пост. Госкомсанэпиднадзора РФ от 31 окт. 1996 г. № 48).

Для расчетов количества воды, необходимой для подавления образования повышенного количества оксидов азота, использовалась методика РД 34.02.305-98, согласно которой количество воды, впрыскиваемой в КС, зависит от расхода топлива¹. Расчеты концентраций ЗВ проводились для наиболее теплого месяца (июля), как наиболее неблагоприятного по условиям рассеивания ЗВ в атмосфере, в том числе с учетом фоновое загрязнение воздуха. Температура воздуха принята равной +27°C. Для этих расчетов были использованы следующие исходные данные:

- коэффициент рельефа: 1.3 для площадок Псоу и ПАТП и 1.6 для площадки ТЭС;
- коэффициент стратификации атмосферы: 200;
- максимальная скорость ветра 5-процентной обеспеченности: 8.0 м/с для площадки Псоу, 7.0 м/с для площадки ПАТП и ТЭС.

В процессе расчета полей концентраций ЗВ формировались массивы результатов с шагом 100 м в пределах прямоугольника размером 3000х3000 м. Расчет полей концентраций выполнен для всех рассматриваемых ЗВ: диоксида азота, оксида азота, диоксида серы, оксида серы, оксида углерода, взвешенных веществ. С целью определения уровней концентрации веществ, которые оказывают одностороннее неблагоприятное влияние на организм человека (т. е. вызывают одни и те же заболевания), были произведены соот-

ветствующие расчеты также для группы суммации: диоксид азота и диоксид серы.

Акустические расчеты были проведены по методике, изложенной в СНиП 23-03-2003². Внешний шум грузовых автомобилей с двигателем мощностью свыше 220 л.с. в соответствии с ГОСТ 20444-85³ не должен превышать уровня звука 92 дБА. Согласно СНиП 23-03-2003, для ориентировочных расчетов допускается использование уровней шума в качестве октавного уровня звуковой мощности. Для ГТД ГАЗ 902.10 расчеты проводились для значения эквивалентного уровня звука 92 дБА, для ПС-90 – 90 дБА в соответствии с их техническими характеристиками. Распределение шума в октавных диапазонах для этих уровней представлено в табл. 1.

Результаты

Воздействие на атмосферный воздух. Согласно математической модели методики ОНД-86, приземные концентрации загрязнителей по мере отдаления от трубы возрастают, достигая максимума на расстоянии X_m от точечного источника выброса. По результатам расчетов приземных концентраций, максимальные разовые концентрации ЗВ в атмосферном воздухе отмечаются на расстоянии 101 м от дымовой трубы высотой 5.0 м и диаметром 0.2 м для МЭС на основе

¹ См. Методика определения валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от котельных установок ТЭС: руководящий документ [РД 34.02.305-98] (утв. РАО «ЕЭС России» 21 янв. 1998 г.)

² См. Защита от шума: строительные нормы и правила [СНиП 23-03-2003] (приняты и введены в действие пост. Госстроя России от 30 июня 2003 г. № 136).

³ «Шум. Транспортные потоки. Методы измерения шумовой характеристики»: межгосударственный стандарт [ГОСТ 20444-85] (действует с 01.01.1986 г.)

Таблица 1

Распределение шума в октавных диапазонах

Уровни звуковой мощности, дБ, в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами, Гц								Уровень звука, дБА
63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
73.3	75.5	78.2	82.5	85.5	86.8	85	80.6	92
71.3	73.5	76.2	80.5	83.5	84.8	83	78.6	90

ГТД ГАЗ 902.10 и 250 м – для МЭС на основе ПС-90 с высотой трубы 15 и диаметром 1.0 м. Согласно проведенным расчетам, максимальные разовые концентрации ЗВ для ГТД ГАЗ 902.10 в узлах расчетной сетки и в контрольных точках (возле ближайших жилых домов) не превысят значений 0.8 долей

ПДК_{мр} при работе МЭС на всех трех рассматриваемых площадках. Как показывают результаты, представленные в табл. 2, для достижения соответствия экологическим нормам выбросов ЗВ при работе МЭС на основе ПС-90, применение технологии DENOX является обязательным.

Таблица 2

Расчетные максимально-разовые концентрации загрязняющих веществ (в долях ПДК_{мр})

ЗВ	ГТД ГАЗ 902.10				ГТД ПС-90			
	без впрыска		с впрыском		без впрыска		с впрыском	
	без учета фона	с учетом фона	без учета фона	с учетом фона	без учета фона	с учетом фона	без учета фона	с учетом фона
Площадка Псоу								
Диоксид азота	0.11	0.39	0.02	0.30	0.94	1.22	0.13	0.41
Оксид азота	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.08	0.08	0.01	0.01
Диоксид серы	0.02	0.04	0.02	0.04	0.32	0.34	0.32	0.34
Оксид углерода	<0.01	0.36	<0.01	0.36	0.03	0.39	0.03	0.39
Взвешенные вещества	0.02	0.30	0.02	0.30	0.23	0.51	0.23	0.51
Группа суммации	0.11	0.27	0.25	0.21	0.79	0.98	0.28	0.47
Площадка ПАТП								
Диоксид азота	0.09	0.42	0.01	0.34	0.94	1.27	0.13	0.46
Оксид азота	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.08	0.08	0.01	0.01
Диоксид серы	0.02	0.04	0.02	0.04	0.32	0.34	0.32	0.34
Оксид углерода	<0.01	0.36	<0.01	0.36	0.03	0.39	0.03	0.39
Взвешенные вещества	0.02	0.44	0.02	0.44	0.23	0.65	0.23	0.65
Группа суммации	0.09	0.29	0.02	0.24	0.79	1.00	0.28	0.50
Площадка ТЭС								
Диоксид азота	0.12	0.62	0.02	0.52	1.14	1.64	0.16	0.66
Оксид азота	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.09	0.09	0.01	0.01
Диоксид серы	0.02	0.02	0.02	0.02	0.39	0.39	0.39	0.39
Оксид углерода	<0.01	0.80	<0.01	0.80	0.04	0.84	0.04	0.84
Взвешенные вещества	0.02	0.22	0.02	0.22	0.28	0.48	0.28	0.48
Группа суммации	0.12	0.40	0.02	0.34	0.96	1.27	0.34	0.66

Таблица 3

Количество выбросов ЗВ при выработке 1 киловатт-часа электроэнергии

ЗВ	Количество выбросов, г			
	ГТД 902.10		ГТД ПС-90	
	без DENOX	с DENOX	без DENOX	с DENOX
Диоксид азота	2.23	0.32	0.97	0.14
Оксид азота	0.36	0.05	0.14	0.02
Диоксид серы	0.97	0.97	0.86	0.86
Оксид углерода	1.44	1.44	0.86	0.86
Взвешенные вещества	0.32	0.32	0.29	0.29

ГТД ГАЗ 902.10 характеризуется значительно более низкими концентрациями выбрасываемых ЗВ, но вырабатываемые мощности рассматриваемых ГТД при этом значительно различаются. Сравнительная характеристика количеств выбрасываемых веществ при выработке 1 киловатт-часа электроэнергии (см. табл. 3) показывает явные преимущества ГТД ПС-90 перед ГТД 902.10 для выбросов диоксида азота, оксида азота и оксида углерода.

Для снижения уровня выбросов ЗВ весьма эффективными с экологической точки зрения являются следующие мероприятия [4]:

- использование топлива высокого качества с низким содержанием серы;
- совершенствование технологий сжигания топлива;
- установка на трубах улавливающих фильтров.

Акустическое воздействие. Газотурбинные установки являются мощными источниками шума. Наибольший шум генерируется компрессором в воздухозаборном канале. ГТД, рассматриваемые в настоящей работе, характеризуются шумовыми характеристиками, не превышающими санитарных норм.

Расчеты эквивалентного уровня звука выполнялись для различных

расстояний от акустических центров площадок: 100, 200, 300 м на нормативной высоте 1.5 м. Результаты расчетов показали, что для рассматриваемых ГТД не наблюдается превышения допустимого уровня звукового давления, регламентируемого санитарными нормами¹ СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [6] для территории жилой застройки даже на расстоянии 100 м (табл. 4). Следовательно, применение шумозащитных мероприятий не обязательно.

По результатам проведенных расчетов можно сделать вывод о возможности разработки МЭС на базе отечественных ГТД ГАЗ 902.10 и ПС-90 и их использования на рекреационных территориях. Использование МЭС на основе ПС-90 на рекреационных территориях допускается только при выполнении следующих специальных технических мероприятий:

- применении технологии DENOX, предусматривающей снижение образования оксидов азота путем впрыска обессоленной воды в камеру сгорания ГТД;

¹ См. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки: санитарные нормы [СН 2.2.4/2.1.8.562-96] (утв. и введены в действие Госкомсанэпиднадзором РФ 31 окт. 1996 г.)

Таблица 4

Шумовые характеристики ГТД на расстоянии 100 м от источника

Источники шума	Уровни звукового давления, дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц								Эквивалентный уровень звука, дБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
ГТД ГАЗ 902.10	41	40	40	38	35	29	17	11	46
ГТД ПС-90	39	38	38	36	33	27	15	9	44

– выборе высоты дымовой трубы расчетным способом с учетом близости расположения площадки МЭС к промышленным и жилым комплексам.

– Кроме того, в качестве эффективных способов снижения уровня выбросов ЗВ можно выделить следующие:

- использование топлива высокого качества с низким содержанием серы;
- совершенствование технологий сжигания топлива;
- установка на трубах улавливающих фильтров.

Результаты расчетов шумового загрязнения селитебных зон показали, что его уровень не превышает предельно допустимого. Совокупность полученных результатов обосновывает возможность строительства МЭС на

основе ГТД ГАЗ 902.10 и ПС-90 в различных регионах России, в том числе и на рекреационных территориях.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ:

1. Брюхань А.Ф., Черемкина Е.А. Мобильные пиковые газотурбинные электростанции и окружающая среда. – М.: Форум, 2011. – 128 с.
2. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий (ОНД-86). – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 93 с.
3. Перечень методик, используемых в 2014 году для расчета, нормирования и контроля выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух. – СПб.: ОАО «НИИ Атмосфера», 2013. – 33 с.
4. Ясаманов Н.А. Основы геоэкологии. – М.: Академия, 2003. – 352 с.

УДК 502.64(075)

Розанов Л.Л.*Московский государственный областной университет***МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ ГЕОЭКОЛОГИИ**

Аннотация. Обсуждается мировоззренческая позиция на содержание, структуру, теоретические задачи геоэкологии. Предлагается процессно-средовой подход к выделению объекта и предмета геоэкологии как науки. Объектом исследования геоэкологии является окружающая среда – взаимодействующая совокупность природных и техногенных веществ, тел, условий, факторов, оказывающих прямое или косвенное влияние на человека, животных и растения. В качестве предмета исследования геоэкологии рассматриваются геоэкологические процессы в окружающей среде. Под геоэкологическими процессами понимаются изменения здоровья и жизнедеятельности людей, перемены в состоянии растительных и животных организмов под прямым или опосредованным воздействием окружающей среды. основополагающая задача геоэкологии – изучение состояния окружающей среды с целью сохранения ее жизнеобеспечивающих ресурсов для нынешних и будущих поколений людей.

Ключевые слова: геоэкология, методологический принцип (в науке), научная (учебная) дисциплина, профессиональные компетенции, окружающая среда, техносфера.

L. Rozanov*Moscow State Regional University***METHODOLOGICAL ASPECT OF GEOECOLOGY**

Abstract. Philosophical views on the content, structure and theoretical problems of geoeology are discussed. A process/environmental approach is proposed to select the object and subject of geoeology as a science. The object of the study of geoeology is an environment-interacting complex of natural and anthropogenic substances, objects, conditions and factors that have a direct or indirect impact on humans, animals and plants. As the subject of the study of geoeology, geoeological processes in the environment are considered. By geoeological processes are meant changes in the health and life of people, changes in the condition of plants and animals under the direct or indirect environmental impacts. The fundamental task of geoeology is the investigation of the environment with the aim of preserving its life-sustaining resources for present and future generations.

Key words: geoeology, methodology, environment, geoeological processes, geo-environmental space, geological limit, geological development, geological competence, principle of conservation of conformity.

Побуждающей причиной рассмотрения методологического аспекта современной геоэкологии послужило многообразие понимания ее содер-

жания и структуры как науки [1-4; 6; 8; 11; 16; 18]. На основе проведенного обобщения взглядов на содержание геоэкологии был сделан вывод о «не-разработанности теоретических ос-

© Розанов Л.Л., 2015.

нов геоэкологии, отсутствии четкой формулировки ее понятийной базы» [17, с. 29]. Согласно исследованию [7], в геоэкологии выделены следующие направления: глобальное экосферное, биосферное, современных ландшафтов и ландшафтно-геоэкологических систем, ландшафтно-экологическое, геоэкоосоциосистемное, геологическое, эколого-инженерное. При этом отмечено, что «практически ни одно из данных направлений нельзя назвать полностью самостоятельным с позиций используемой методологии» [7, с. 25]. Таким образом, определенность объекта и предмета изучения актуальна для специалистов по геоэкологическому образованию.

Введение геоэкологии в высшее профессиональное образование (1994) и в перечень специальностей (2001), по которым защищаются диссертации в Российской Федерации, свидетельствует о ее значимости для науки, практики, образования. Очевидно, сфера геоэкологического образования, научно-практические результаты геоэкологических исследований будут приобретать все большую актуальность для высшего политико-экономического менеджмента страны, принимающего решения.

В условиях техногенной цивилизации, для которой характерны непредвиденные и опасные последствия производственной и иной деятельности человека, актуальными задачами стали оценка, прогноз изменения и регулирование окружающей среды с целью сохранения ее приемлемого состояния для жизнедеятельности нынешнего и будущего поколений людей. При их решении содержательная определенность геоэкологии приобретает осо-

бое научно-практическое значение. Новизна проведенного исследования заключается в разработке принципиальной процессно-структурной модели геоэкологии, формулировании научных представлений о геоэкологическом процессе, геоэкологическом пространстве, геоэкологическом пределе, геоэкологизации развития, геоэкологической компетентности, составляющих ее понятийно-терминологическую базу.

Объектно-предметное содержание геоэкологии

Для любой научной дисциплины фундаментальное значение имеет «методология – система принципов и способов организации и построения теоретической и практической деятельности» [9, с. 365]. Существенное значение для уяснения объекта, предмета и задач геоэкологии имеет определение ее Высшей аттестационной комиссией (ВАК) как диссертационной специальности 25.00.36. В ее формулировке указано, что «Геоэкология» – это междисциплинарное научное направление, объединяющее исследования состава, строения, свойств, процессов, физических и геохимических полей геосфер Земли как среды обитания человека и других организмов. Основовоплагающая задача геоэкологии состоит в изучении окружающей среды с целью сохранения ее жизнеобеспечивающих ресурсов, т.е. жизнестойкости для нынешних и будущих поколений людей, что принципиально.

В отличие от публикаций [1-5; 8; 11; 16-18], объект и предмет геоэкологии как научной и учебной дисциплины методологически рассматривается автором с позиции процессно-средового

подхода. Геоэкология – это формирующаяся междисциплинарная наука о современном и будущем состоянии окружающей среды, сохранении ее жизнеобеспечивающих ресурсов для нынешних и будущих поколений людей [13]. Под *окружающей средой* понимается взаимодействующая совокупность естественных (природных), искусственных (техногенных) и переходных, промежуточных (техноплагенных) между ними веществ, тел, факторов, оказывающих прямое или косвенное влияние на людей, живые и неживые объекты природы и общества. Современная окружающая среда – разнокачественная (природно-техногенная) часть материального мира.

Окружающая среда – категория пространственно-временная. Это понятие отражает субъект-объектные отношения. Причем в качестве субъекта окружающей среды могут быть: все человечество, население региона, государства, города, объекты производственной деятельности, живые и неживые объекты природы. В зависимости от типа, масштаба, уровня субъекта будут неизбежно меняться содержание и объем его природного, техноплагенного (от лат. *plaga* – толчок), техногенного окружения в пространстве и времени.

В рамках геоэкологии человек (население, человечество) рассматривается не только в качестве источника загрязнения природы, но и жертвы им же самим изменяемой окружающей среды в результате производственной и военной деятельности. Человечеству угрожает не исчерпание доступных ресурсов, а опережающее ухудшение качества окружающей среды вследствие функционирования техносферы,

не являющейся ни частью, ни ступенью развития биологической природы. Техногенный мир принципиально чужд биологическому миру. Действие техники, удовлетворяющей, прежде всего, материальные потребности человечества, относительно противостоит природе, дестабилизирует окружающую среду. Человечество, находясь в биосфере, нарушает и разрушает среду своего обитания. Подход к человеку как части биосферы методологически представляется неконструктивным. Человечество по сути не находится в органическом единстве ни с биоценозами, ни с биосферными процессами, поскольку выступает по отношению к ним в качестве внешнего фактора. Поэтому одна из важных задач геоэкологии – познание научной сущности противоречий, возникающих между необходимостью сохранения приемлемого качества окружающей среды для жизнедеятельности человека и усиленным использованием ее природных ресурсов.

Предпосылками для вычленения геоэкологии служат наличие объекта и предмета исследования, познавательной цели и научного аппарата (исследовательских методов, базы данных). Объектом исследования геоэкологии рассматривается окружающая среда, изменяющаяся под воздействием природных и техногенных факторов на локальном, региональном, глобальном уровнях. Изучение свойств, функционирования, динамики реальной окружающей среды направлено на выявление пространственно-временных отношений и взаимосвязей с ней человека и его деятельности. На современном уровне знаний предметом исследования геоэкологии следует считать

геоэкологические процессы – изменения здоровья и жизнедеятельности человека, перемены в состоянии растительных и животных организмов под прямым или опосредованным воздействием окружающей среды. Осознание окружающей среды как сферы жизнедеятельности людей, их местонахождения в объективном мире вызывает необходимость целенаправленной деятельности – субъектно-предметной активности в решении локальных, региональных, глобальных геоэкологических проблем. В новом столетии приоритетными считаются следующие глобальные проблемы жизнеобеспечения: дефицит пресной воды, загрязнение (главным образом химическое) окружающей среды, ослабление иммунитета и сопротивляемости болезням у людей, недостаток продуктов питания.

В настоящее время геоэкология делится на части, научные направления, отрасли и области знания. В геоэкологии, развивающейся научной и учебной дисциплине, выделяются основные разделы: общая геоэкология, глобальная геоэкология, региональная геоэкология, динамическая геоэкология, прикладная геоэкология [12-14]. Составленная автором принципиальная модель структуры геоэкологии воспроизводит в обобщенной форме существенные взаимосвязи между ее разделами, направлениями, изучающими геоэкологические процессы в окружающей среде (см. рис. 1).

Концепция геоэкологического пространства

Одной из причин, приводящей к становлению новой дисциплины, является постановка обществом акту-

альной научной задачи. Новая дисциплина заявляет о себе с появлением знания в виде эмпирического обобщения и банка данных. В качестве эмпирического научного обобщения выступает концепция геоэкологического пространства, трактующая сферу жизнедеятельности человека, животных и растений как взаимодействующую совокупность естественных (природных), искусственных (техногенных) и переходных, промежуточных (технополагенных) веществ, тел, факторов [13]. Понятия «геоэкологическое пространство» и «окружающая среда» соотносятся как часть и целое. В геоэкологическом пространстве осуществляется человеческая деятельность. Она прямо или опосредованно изменяет ресурсовоспроизводящие и средовоспроизводящие процессы в геоэкологическом пространстве, нарушает механизмы обратимости природных условий в «территориально-человеческом измерении».

В исследовании геоэкологического пространства методологически базовое значение имеет процессоведческий подход. Процессность выступает не только как воспроизводство определенных качественных состояний геоэкологического пространства, но и как переход от одного его качества к другому. Наряду с причинно-следственным и генетическим в геоэкологии применяется функциональный способ анализа явлений, рассматривающий взаимоотношения, факты, ряд фактов внутри некоторой сложной системы. В окружающей геоэкологической реальности существует большое число ситуаций (функциональных целостностей), в которых поведение отдельных элементов определяется внутренними

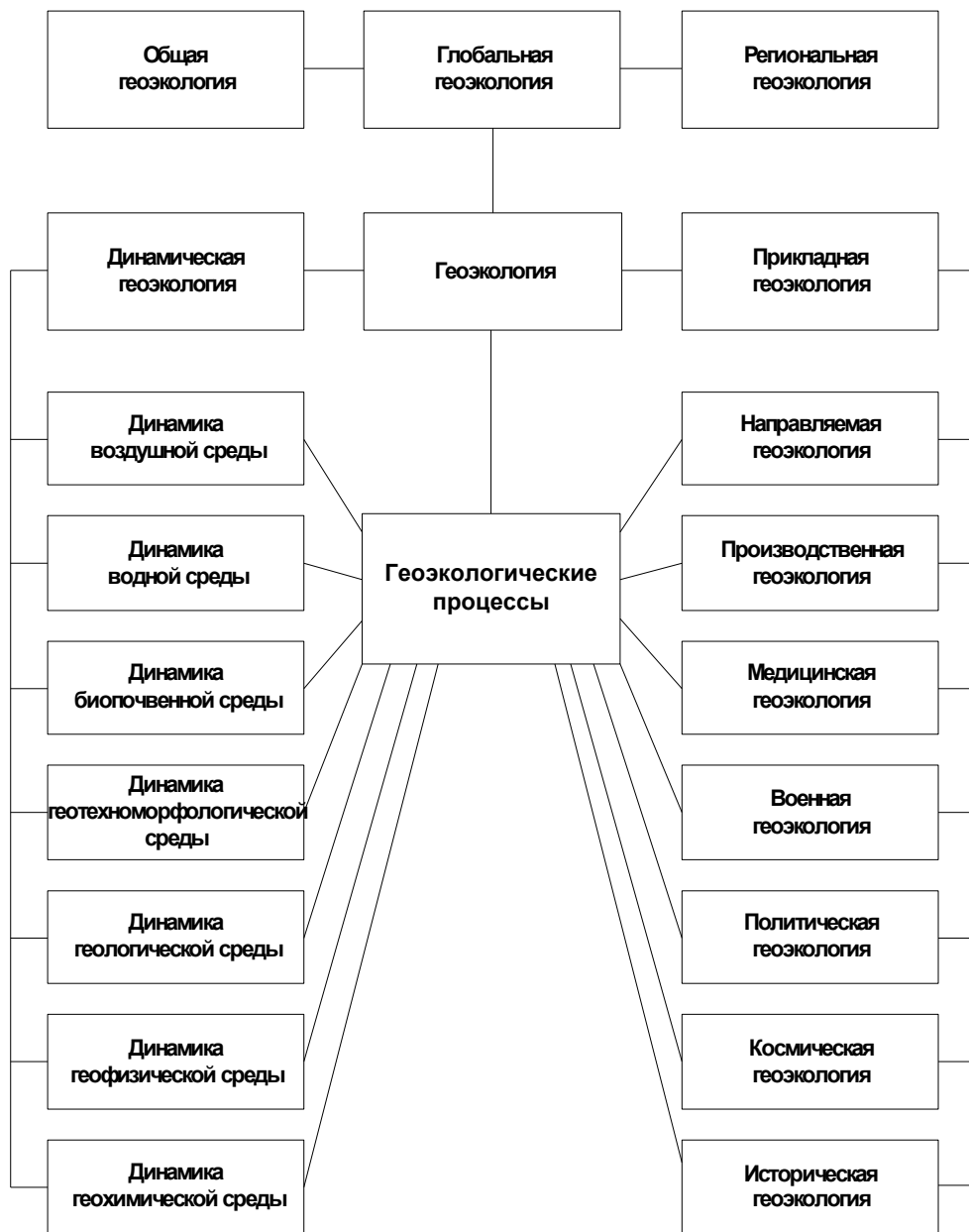


Рис 1. Принципиальная модель структуры геоэкологии

свойствами самой системы (то есть целого). При этом свойства целого не сводятся к свойствам составляющих элементов.

Значение функционального анализа геоэкологического пространства

состоит в том, что в нем уделяется особое внимание взаимосвязанности, взаимодействиям, обратным связям в геоэкосистеме. При использовании процессно-функционального подхода достигается более глубокое

понимание явлений в сложно устроенном геоэкологическом пространстве. Познавательный потенциал процессно-функционального подхода позволяет объяснить механизмы взаимодействий внутри сложной системы геоэкологического пространства на основе его процессной структуризации. При этом функционирование объектов геоэкологического пространства представляется в виде взаимосвязанных геоэкологических процессов, прямых или опосредованных воздействий изменяющихся компонентов окружающей среды на здоровье и жизнедеятельность человека, а также на организмы биосферы. Основопологающим в познании геоэкологических процессов является соблюдение принципа соразмерности масштабов внутренних и внешних взаимосвязей в геоэкологическом пространстве как сфере жизнедеятельности человека, среде обитания животных и растений.

Процессно-функциональный подход в исследованиях окружающей геоэкологической действительности основывается на том, что все ее элементы, компоненты и факторы находятся в закономерных пространственных соотношениях и взаимодействиях и поэтому их эффективное познание возможно во взаимосвязи. Границы в геоэкологическом пространстве разделяют взаимосвязанные и зависящие друг от друга составляющие (материальные подпространства). Исследуемые в геоэкологическом пространстве объекты, процессы обладают свойством местоположения и пространственно-временных отношений. Важно иметь в виду, что всем природным объектам присуща иерархическая организованность, многоярусность.

Между уровнями иерархии и внутри них существуют вещественные, энергетические и информационные связи, нарушения которых ведут к разным нестабильностям в биосфере, кризисам в жизнеобеспечении человечества.

С учетом изложенных представлений процессно-функциональный подход позволяет исследовать структуру, свойства, функционирование, динамику, эволюцию реального геоэкологического пространства на локальном, региональном, глобальном уровнях с целью выявления пространственно-временных отношений и взаимосвязей человека и его деятельности с окружающей действительностью путем соблюдения принципа соразмерности причинно-следственных построений. Процессно-функциональный подход ориентирован на познание процессов, явлений в единстве их внутренних и внешних взаимосвязей, в восстановлении целостной картины взаимодействий в геоэкологическом пространстве, на установление определенных черт общности в разнотипных явлениях материальной действительности. В функциональном анализе геоэкологического пространства уделяется особое внимание взаимосвязанности, взаимодействиям, обратным связям в геоэкосистеме. При использовании процессно-функционального подхода достигается более глубокое понимание явлений в сложно устроенном геоэкологическом пространстве. Познавательный потенциал процессно-функционального подхода позволяет объяснить механизмы взаимодействий внутри системы геоэкологического пространства на основе его процессной структуризации. При этом функционирование объек-

тов геоэкологического пространства представляется в виде взаимосвязанных «цепных» процессов. Адекватное представление о геоэкологическом пространстве возможно на основе совокупности причинного, структурного, функционального, генетического объяснения.

Произошедшие важнейшие сдвиги и проявляющиеся тенденции в развитии мирового сообщества и его взаимодействия с окружающей средой свидетельствуют, что на рубеже XX–XXI вв. самой острой, интегрирующей в себе все остальные, стала проблема выживания человечества на Земле. Понимание содержания проблемных ситуаций во взаимоотношениях человека со средой обитания зависит от полноты знаний о геоэкологических процессах, возникающих в компонентах окружающей среды в пространственно-временной конкретности. Изучение геоэкологических процессов методологически оправдано в слагаемых (структурных частях) окружающей среды – воздушной, водной, биопочвенной, геотехноморфологической, геологической, геофизической, геохимической средах [14].

При исследовании окружающей среды важно реализовать научно-познавательные (методологические, прогностические) и управленческие (организационные) функции. Методологическая функция геоэкологии позволяет использовать процессно-функциональный подход, т.е. сопряженный анализ структуры, взаимодействия, динамики геоэкологических образований, а также потенциал междисциплинарного синтеза. Прогностическая функция дает возможность предупреждать противоречия между

разнокачественными составляющими геоэкологического пространства, предвидеть будущие «цепные реакции» в изменении окружающей среды, возникновения в ней тех или иных геоэкологических ситуаций. Управленческая функция проявляется в организации окружающей среды, обеспечивающей благоприятные условия жизнедеятельности человека, удовлетворение его физиологических и духовных функций.

В настоящее время существуют две основные модели глобального развития человечества. В ресурсной модели рассматриваются экономика, природные ресурсы, население, продовольственные ресурсы, состояние окружающей среды. К концу XXI в. прогнозируется сценарий катастрофы из-за истощения ресурсов в связи с ростом населения и экономики. Другая модель развития исходит из *геоэкологического предела*, под которым подразумеваются необратимые изменения в окружающей среде, вызванные техногенной деятельностью и угрожающие существованию человечества. Так, планетарный предел жизни человечества четко определен доступностью питьевой воды. Согласно естественной биотической регуляции окружающей среды геоэкологический предел развития человечества будет достигнут раньше, чем пределы роста ресурсопользования.

В условиях углубляющейся глобализации актуализируется *геоэкологизация развития*, под которой понимается процесс отбора вариантов человеческой деятельности, не разрушающих окружающую среду, устанавливающих баланс с ней в пространственно-временном измерении. При

этом методологически важен *принцип природосообразности* – соответствие человеческой деятельности и ее последствий возникшему (создавшемуся) в природе порядку, а именно объективно установленному балансу действующих факторов самоорганизации, поддерживающих функционирование современной биосферы сейчас и в ближайшей перспективе.

Геоэкологизация развития, исходящая из принципа природосообразности, обуславливает гармоничное, сбалансированное развитие вообще, так как ужесточает отбор и ограничивает выбор вариантов обеспечения потребностей современных и будущих поколений людей на различных иерархических уровнях (глобальном, государственном, региональном, локальном). Геоэкологизация развития в итоге должна привести к организации, созданию окружающей среды как жизнеобуславливающей, гармонично функционирующей духовно-материальной системы. Геоэкологизация развития – явление многомерное, многоаспектное, нелинейное, неинерционное. Итак, для становления геоэкологии появились необходимые предпосылки, а именно заинтересованность общества в данной области знания, обобщающие теоретические воззрения [3; 5] и, пожалуй, главное – насущное решение становящейся все актуальнее сопряженной проблемы глобального геоэкологического кризиса и выживания человечества [10; 13].

Перспективы геоэкологии

Завершая обсуждение методологического аспекта геоэкологии, обратим внимание, что употребление вместо словосочетания «окружающая среда»

жаргонизмов типа «плохая экология» или «хорошая экология» – далеко не безобидная мыследеятельность (если так думает и говорит неспециалист – это лишь заблуждение или пример обыденного мышления, если же так пишет научный работник – это невежество). Нельзя признать содержательно корректными выражения «ущерб экологии», «защита экологии», «борьба за экологию», «обеспечение экологии», «улучшение экологии», «политика в области экологии», поскольку словом «экология» подменяется законодательно закрепленный в Конституции РФ от 12 декабря 1993 г. (ст. 36, 42, 58, 72) термин «окружающая среда». В свете этого отметим, что 2013 г. был объявлен «Годом охраны окружающей среды» Указом Президента Российской Федерации В.В. Путина.

Перспективы развития геоэкологии как научной дисциплины, очевидно, заключаются: а) в описании кризисных геоэкологических явлений и их причин; б) в совершенствовании геоэкологического мониторинга; в) в разработке прогнозов (прежде всего, краткосрочных) изменений окружающей среды; г) в создании действенной системы управления качеством окружающей человека среды; д) в выявлении потенциала геоэкологизации природопользования в пространстве; е) в реконструкции, оздоровлении окружающей среды в старых обжитых районах; ж) в моделировании оптимальной окружающей среды в районах нового освоения; з) в формировании геоэкологически компетентного менеджмента ресурсопользования. Основопологающая задача прикладной геоэкологии – создание безопасной и комфортной окружающей среды для

жизнедеятельности человека в пространственно-временной конкретности.

Перспективы геоэкологии как системы профессиональной подготовки выражаются: а) в увеличении числа специалистов-геоэкологов – выпускников вузов; б) в расширении круга лиц, вовлеченных в геоэкологическую (экологическую) деятельность (научную, государственную, общественную, образовательно-просветительскую); в) во внедрении инновационных технологий для получения исходной геоэкологической информации; г) в прогнозировании геоэкологичности (ценности, значимости) окружающей среды в пространственно-временной конкретности. В среднесрочной (10-15 лет) перспективе геоэколог останется не только классическим исследователем-профессионалом, хранителем и распространителем знаний, но и будет играть роль проектного, программного администратора [15].

В свете вызовов техногенной цивилизации геоэкологии надлежит играть роль основы и фактора формирования мировоззрения, дающего всеобъемлющий взгляд на окружающую среду, а также деятельных *геоэкологических компетенций* – способности применять знания, умения и личностные качества для успешной социализации в современном социуме, а также профессиональной деятельности. Сформулируем основные положения геоэкологической компетентности:

– владеть геоэкологической культурой – обладание знаниями и навыками бытовой и профессиональной деятельности, не разрушающей окружающую среду, сохраняющей ее жизнеобеспечивающие ресурсы;

– иметь базовое представление о геоэкологии – научной и учебной дисциплине, изучающей окружающую среду, состоящую из природных, техногенных и промежуточных, переходных (техноплагенных) между ними вещественных образований, тел, процессов, оказывающих влияние на человека и его жизнедеятельность;

– осознание окружающей среды как природно-техногенного целого, изменяющегося под воздействием природных и техногенных факторов;

– уяснение сути и различий природных, техногенных, техноплагенных процессов, воздействующих на жизнедеятельность человека, растительные и животные организмы;

– понимание геоэкологического процесса как изменения здоровья и жизнедеятельности человека, переменны в состоянии растительных и животных организмов под прямым или опосредованным воздействием окружающей среды;

– обладать знаниями о геоэкологических последствиях загрязненности воздушной, водной, биопочвенной, геотехноморфологической, геологической, геофизической, геохимической сред – слагаемых окружающей среды, лимитирующих жизнедеятельность человека;

– умение самостоятельно различать и оценивать уровень безопасности или опасности окружающей среды для выработки личностной ценностно-поведенческой линии в сфере жизнедеятельности;

– понимание дестабилизации окружающей среды как снижение ее качества, неустойчивое состояние вследствие материальной деятельности человека (населения, человечества);

– иметь представление о глобальных и региональных геоэкологических проблемах – ухудшении жизнеобеспечивающих ресурсов окружающей среды как общественно не оправданном и требующем разрешения;

– знание механизмов управления качеством окружающей среды, предусматривающих деятельность, направленную на поддержание, сохранение средорегулирующих и средовоспроизводящих свойств геосистем, организацию геоэкологически рационального использования природных ресурсов, обеспечение выполнения норм и требований, ограничивающих вредное воздействие производства;

– приобретение навыков организатора, хранителя и распространителя геоэкологических знаний о благоприятной окружающей среде для жизнедеятельности человека.

Выводы

Окружающая среда для человека выступает обычно как природно-техногенное целое, состоящее из взаимосвязанных природных, технопогенных, техногенных объектов и явлений, воздействующих на жизнь, здоровье, хозяйственную деятельность и отдых людей. Обобщающее представление об окружающей среде как природно-техногенном целом методологически принципиально для уяснения и упорядочения пространственно-временной геоэкологической информации, в том числе о геоэкологических процессах, в «территориально-человеческом измерении».

В самом общем виде ухудшение качества окружающей среды определяет взаимодействующая триада – население, технологическое «давление», по-

требление. Именно в регулировании каждого из компонентов этой триады возможен путь к достижению равновесия между потреблением природных ресурсов, населением, производством и устойчивостью окружающей среды. При этом, планируя безопасное природопользование, важно установить геоэкологические пределы (ограничения) техногенного воздействия на окружающую среду в целом и ее слагаемые во времени и пространстве. Ведь человечество, находясь в биосфере, нарушает в результате производственной и военной деятельности среду своего обитания. Подход к человеку как части биосферы методологически неконструктивен. Подчеркнем, что человечество не находится в органическом единстве ни с биоценозами, ни с биосферными процессами, поскольку выступает по отношению к ним по сути в качестве техногенного фактора. Выявление научной сущности противоречий, возникающих между необходимостью сохранения приемлемого качества окружающей среды для жизнедеятельности человека и усиленным использованием ее жизнеобеспечивающих ресурсов, – приоритетная задача *геоэкологического* (научно-образовательной дисциплины о познании, постижении геоэкологии).

Предложен процессно-средовой подход к геоэкологии, отражающий междисциплинарное направление научных исследований, которое позволяет решать проблемы взаимоотношения человека с окружающей средой как структурированной реальностью. В качестве предмета исследования геоэкологии рассматриваются геоэкологические процессы – прямые и опосредованные воздействия изменяющейся

окружающей среды (взаимодействующей совокупности природных, технополагенных и техногенных веществ, тел, условий, факторов) на человека, растительные и животные организмы в пространственно-временной конкретности. Изучение геоэкологических процессов методологически оправдано в геоэкологическом пространстве.

С позиций геоэкологии принципиально важно рассмотреть глобализацию, развертывание определяемого транснациональными корпорациями мироустройства, процессы контроля со стороны неправительственных экологических организаций над системами жизнеобеспечения (связи, энергетики, водоснабжения и др.) соответствующих стран. Со стороны появляющихся угроз (прежде всего полного контроля над ресурсами и неограниченного доступа к ним), многое, происходящее в России и за ее пределами, может помочь осознать, переосмыслить научная и учебная дисциплина – геоэкология.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Голубев Г.Н. Геоэкология: учебник для студентов вузов / 2-е изд., испр. и доп. – М.: Аспект Пресс, 2006. – 288 с.
2. Горшков С.П. Концептуальные основы геоэкологии: учебное пособие. – Смоленск: СГУ, 1998. – 448 с.
3. Давиденко Н.М. Актуальные вопросы геоэкологии. – М.: ГЕОС, 2003. – 428 с.
4. Егоренков Л.И., Кочуров Б.И. Геоэкология. – М.: Финансы и статистика, 2005. – 320 с.
5. Жиров А.И. Теоретические основы геоэкологии. – СПб.: СПбГУ, 2001. – 377 с.
6. Карлович И.А. Геоэкология: учебник для высшей школы. – М.: Академический Проект, 2005. – 512 с.
7. Климанова О.А. Геоэкологическое страноведение: природные и антропогенные факторы формирования районов. – М.: ЛЕНАНД, 2014. – 304 с.
8. Клубов С.В., Прозоров Л.Л. Геоэкология: история, понятия, современное состояние. – М.: ВНИИЗарубежгеология, 1993. – 162 с.
9. Методология // Философский энциклопедический словарь. – М.: Сов. энцикл., 1983. – С. 365-367.
10. Мир геоэкологии. – М.: ГЕОС, 2008. – 296 с.
11. Петров К.М. Геоэкология: учебное пособие. – СПб.: СПб ун-т, 2004. – 274 с.
12. Розанов Л.Л. Актуальные аспекты прикладной геоэкологии // Вестник МГОУ. Серия «Естественные науки». – 2013. – № 4. – С. 46-53.
13. Розанов Л.Л. Геоэкология: учебно-методическое пособие для вузов. – М.: Дрофа, 2010. – 272 с.
14. Розанов Л.Л. Концептуальная основа динамической геоэкологии // Вестник МГОУ. Серия: Естественные науки. 2012. № 5. С. 98-105.
15. Розанов Л.Л. Прикладная геоэкология: научно-образовательная проблематика // Геоэкологические проблемы современности: докл. VI междунар. конф. (Владимир, 8 октября 2014 г.). – Владимир: Аркаим, 2014. – С. 213-216.
16. Трофимов В.Т. Парадоксы современной геоэкологии // Вестник Московского университета. Сер. 4. Геология. – 2009. – № 4. – С. 3-13.
17. Трофимов В.Т. Экологические функции абиотических сфер Земли: содержание и значение для формирования теоретического базиса геоэкологии как науки // Геоэкологические проблемы современности: докл. VI междунар. конф. (Владимир, 8 октября 2014 г.). – Владимир: Аркаим, 2014. – С. 28-33.
18. Ясаманов Н.А. Основы геоэкологии: учебное пособие для экологических специальностей вузов. – М.: Академия, 2003. – 352 с.

НАШИ АВТОРЫ

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

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

Брюхань Федор Федорович – доктор физико-математических наук, главный инженер Научно-производственного объединения «Гидротехпроект»; e-mail: pniis-gip@mail.ru

Виноградов Алексей Юрьевич – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник Научно-производственного объединения «Гидротехпроект»; e-mail: gtp012007@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

Коськин Игорь Олегович – ведущий инженер Научно-производственного объединения «Гидротехпроект»; e-mail: ikoskin@yandex.ru

Лаврушевич Андрей Александрович – доктор геолого-минералогических наук, профессор кафедры инженерной геологии и геоэкологии Московского государственного строительного университета; e-mail: lavrusevich@yandex.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

Мащенко Владимир Игоревич – кандидат химических наук, докторант кафедры физиологии, экологии человека и медико-биологических знаний Московского государственного областного университета; e-mail: mashchenko@genebee.msu.su

Медведева Ирина Валентиновна – кандидат биологических наук, доцент кафедры физиологии, экологии человека и медико-биологических знаний Московского государственного областного университета; e-mail: fiziolog-mgou@yandex.ru

Молоканова Юлия Павловна – кандидат биологических наук, доцент, заведующий кафедрой физиологии, экологии человека и медико-биологических знаний Московского государственного областного университета; e-mail: fiziolog-mgou@yandex.ru

Никифоровский Алексей Алексеевич – инженер Научно-производственного объединения «Гидротехпроект»; e-mail: alex-nicky@yandex.ru

Розанов Леонид Леонидович – доктор географических наук, профессор кафедры общей и региональной геоэкологии Московского государственного областного университета; e-mail: rozanovleonid@mail.ru

Ткаченко Оксана Васильевна – ассистент кафедры биологии Черниговского национального педагогического университета имени Т.Г. Шевченко; e-mail: oksana-tkachenko@mail.ru

Филин Алексей Николаевич – аспирант Института физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН; e-mail: 79269129409@ya.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. №2

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. 3,75, усл. п.л. 3,75.
Подписано в печать 28.04.2015. Заказ № 2015/04-03.
Отпечатано в типографии МГОУ
105005, г. Москва, ул. Радио, 10а

