

ISSN 2072-8352 (print)
ISSN 2310-7189 (online)



Вестник

МОСКОВСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО
ОБЛАСТНОГО
УНИВЕРСИТЕТА

Серия

*Е*СТЕСТВЕННЫЕ
НАУКИ

СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ
РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ ГРЯЗЕВЫХ
ВУЛКАНОВ БУГАНАКСКОЙ ГРУППЫ
(КЕРЧЬ, КРЫМСКИЙ ПОЛУОСТРОВ)

АКТУАЛЬНЫЕ ПРИОРИТЕТЫ ОХРАНЫ ПРИРОДЫ
В МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

КОММОДИФИКАЦИЯ ТОПОНИМИИ КАК ФЕНОМЕН
СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ И КУЛЬТУРНОЙ
ГЕОГРАФИИ



2018/ № 2

ВЕСТНИК
МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ОБЛАСТНОГО УНИВЕРСИТЕТА

ISSN 2072-8352 (print)

2018 / № 2

ISSN 2310-7189 (online)

серия

ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

Рецензируемый научный журнал. Основан в 1998 г.

Журнал «Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки» включён в «Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук» Высшей аттестационной комиссии при Министерстве образования и науки Российской Федерации (см.: Список журналов на сайте ВАК при Минобрнауки РФ) по наукам о Земле (25.00.00).

The peer-reviewed journal was founded in 1998

"Bulletin of the Moscow Region State University. Series: Natural Sciences" is included by the Supreme Certifying Commission of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation into "the List of leading reviewed academic journals and periodicals recommended for publishing in corresponding series basic research thesis results for a Ph.D. Candidate or Doctorate Degree" (See: the online List of journals at the site of the Supreme Certifying Commission of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation). The journal features articles that comply with the content of such scientific branches as Earth Sciences (25.00.00).

ISSN 2072-8352 (print)

2018 / № 2

ISSN 2310-7189 (online)

series

NATURAL SCIENCES

BULLETIN OF THE MOSCOW REGION
STATE UNIVERSITY

Учредитель журнала «Вестник Московского государственного областного университета»:
Государственное образовательное учреждение высшего образования Московской области
Московский государственный областной университет

— Выходит 4 раза в год —

**Научный совет
«Вестника Московского государственного
областного университета»**

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

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

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

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

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

Климов С.Н. — д.ф.н., проф., Российский университет транспорта (МИИТ)

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

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

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

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

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

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

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

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

ISSN 2072-8352 (print)

ISSN 2310-7189 (online)

Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. — 2018. — № 2. — 146 с.

Журнал «Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки» зарегистрирован в Федеральной службе по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия. Регистрационное свидетельство ПИ № ФС77-65302.

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

© МГОУ, 2018.

© ИИУ МГОУ, 2018.

**Редакционная коллегия серии
«Естественные науки»**

Ответственный редактор серии:

Медведков А.А. — к.г.н., Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

Зам. ответственного редактора серии:

Евдокимов М.Ю. — к.г.н., доц., Московский государственный областной университет

Ответственный секретарь:

Гришаева Ю.М. — д.пед.н., доц., Московский государственный областной университет

Члены редакционной коллегии серии:

Алексеев А.И. — д.г.н., проф., Московский государственный университет

имени М.В. Ломоносова; **Бакланов П.Я.** — ак. РАН, д.г.н., проф., Тихоокеанский институт географии ДВО РАН; **Вакаш Икуджиро** — доктор наук, лектор,

Университет Ритсумейкан (Япония); **Галацкий Ливии-Даниэль** — доктор наук, лектор, Университет Овидиус (Румыния); **Гордеев М.И.** — д.б.н., проф.,

Московский государственный областной университет; **Горшков С.П.** — д.г.н., проф., Государственный университет «Дубна»; **Дачиана Сава** — доктор наук, доцент, Университет Овидиус (Румыния); **Емельянова Л.Г.** — к.г.н.,

доц., Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова; **Зверев О.М.** — к.х.н., доц., Московский городской педагогический университет;

Коничев А.С. — д.б.н., проф., Московский государственный областной университет; **Косов В.Н.** — д.ф.-м.н., проф., Казахский национальный педагогический университет имени Абая; **Крылов П.М.** — к.г.н., Московский

государственный областной университет; **Мануков Ю.И.** — к.б.н., Московский государственный областной университет; **Москаев А.В.** — к.б.н., Мос-

ковский государственный областной университет; **Мурадов П.З.** — д.б.н., проф., Институт микробиологии Национальной академии наук Азербайджана (Азербайджан); **Снисаренко Т.А.** — д.б.н., проф., Московский государственный

областной университет; **Снытко В.А.** — чл.-корр. РАН, д.г.н., проф., Институт истории естествознания и техники имени С.И. Вавилова РАН; **Ткачева З.Н.** — к.п.н., доц., Московский государственный областной университет;

Чепалыга А.Л. — д.г.н., Институт географии РАН; **Чернышенко С.В.** — д.б.н., к.ф.-м.н., проф., Университет Кобленц-Ландау (Германия); **Шумилов Ю.В.** — д.г.-м.н. проф., Московский государственный областной университет

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

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

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

г. Москва, ул. Радио, д.10А, офис 98

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

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

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

———— Issued 4 times a year ————

Series editorial board
«Natural Sciences»

Editor-in-chief:

A.A. Medvedkov – Ph.D. in Geography, Lomonosov Moscow State University

Deputy editor-in-chief:

M.Yu. Evdokimov – Ph.D. in Geography, Associate Professor, Moscow Region State University

Executive secretary of the series:

Yu.M. Grishaeva – Doctor of Pedagogy, Associate Professor, Moscow Region State University

Members of Editorial Board:

A.I. Alekseev – Doctor of Geography, Professor, Lomonosov Moscow State University; **P.Ya. Baklanov** – Member of RAS, Doctor of Geography, Pacific Geographical Institute Far-Eastern branch, Russian Academy of Sciences; **Wakai Ikujiro** – Doctor of Science, Lecturer, Ritsumeikan University (Japan); **Galatchi Liviu-Daniel** – Doctor of Science, Lecturer, Ovidius University of Constanta; **M.I. Gordeyev** – Doctor of Biology, Professor, Moscow Region State University; **S.P. Gorshkov** – Doctor of Geography, Professor, Dubna State University; **Daciana Sava** – Ph.D., Associate Professor, Ovidius University of Constanta (Romania); **L.G. Emalyanova** – Ph.D. in Geography, Associate Professor, Lomonosov Moscow State University; **O.M. Zverev** – Ph.D. in Chemistry, Associate Professor, Moscow City University; **A.S. Konichev** – Doctor of Biology, Professor, Moscow Region State University; **V.N. Kosov** – Doctor of Physics and Mathematics, Professor, Abai Kazakh National Pedagogical University; **P.M. Krylov** – Ph.D. in Geography, Associate Professor, Moscow Region State University; **Yu.I. Manukov** – Ph.D. in Biology, Moscow Region State University; **P.Z. Muradov** – Doctor of Biology, Professor, Institute of Microbiology of the National Academy of Sciences of Azerbaijan (Azerbaijan); **A.V. Moskaev** – Ph.D. in Biology, Moscow Region State University; **T.A. Snisarenko** – Doctor of Biology, Professor, Moscow Region State University; **V.A. Snytko** – Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Geography, Institute for the History of Science and Technology of the Russian Academy of Sciences; **Z.N. Tkacheva** – Ph.D. in Pedagogy, Associate Professor, Moscow Region State University; **A.L. Chepalyga** – Doctor of Geography, Institute of Geography, RAS; **S.V. Chernishenko** – Ph.D. in Physics and Mathematics, Doctor of Biology, Professor, University of Koblenz-Landau (Germany); **Yu.V. Shumilov** – Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, Moscow Region State University

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 Region State University (www.vestnik-mgou.ru)

At citing the reference to a particular series of «Bulletin of the Moscow Region State 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 Region State University

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

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

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

Science council «Bulletin of the
Moscow Region State University»

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

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

V.M. Klychnikov – Ph.D. in Law, Ph. D. in History, Professor, Vice-Principal for academic work and international cooperation of MRSU (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, Russian University of Transport

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. Novosjолоv – Doctor of Economics, Professor, Plekhanov Russian University of Economics

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

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, MRSU

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

ISSN 2072-8352 (print)

ISSN 2310-7189 (online)

Bulletin of the Moscow Region State University. Series: Natural sciences. – 2018. – № 2. – 146 p.

The series «Natural sciences» of the Bulletin of the Moscow Region State University is registered in Federal service on supervision of legislation observance in sphere of mass communications and cultural heritage protection. The registration certificate ПИ № 0С77-65302.

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

© MRSU, 2018.

© MRSU Publishing house, 2018.

СОДЕРЖАНИЕ

ОТ ОТВЕТСТВЕННОГО РЕДАКТОРА..... 8

РАЗДЕЛ I ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ НАУКИ

Глобальная геоэкология

Розанов Л.Л. ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ПОГОДНО-КЛИМАТИЧЕСКОЙ
ЭКСТРЕМАЛЬНОСТИ..... 11

Биогеография и биоразнообразие ландшафтов

Каширина Е.С., Новиков А.А., Голубева Е.И., Исаев В.С., Аманжуров Р.М.
СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ ГРЯЗЕВЫХ
ВУЛКАНОВ БУЛГАНАКСКОЙ ГРУППЫ (КЕРЧЬ, КРЫМСКИЙ ПОЛУОСТРОВ) 20

Иванова Н.С. ФЛОРИСТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ГОРНЫХ ЛЕСОВ
СРЕДНЕГО И ЮЖНОГО УРАЛА 30

Охрана природы и проблемы природопользования

Медведков А.А., Ткачев А.Ю. АКТУАЛЬНЫЕ ПРИОРИТЕТЫ ОХРАНЫ ПРИРОДЫ
В МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ 42

Каплина С.П., Семенова М.В., Каманина И.З. ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ
НОВОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТВЕРДЫМИ КОММУНАЛЬНЫМИ ОТХОДАМИ В Г. ДУБНА
МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ 51

Социально-экономическая география и региональное развитие

Басик С.Н. КОММОДИФИКАЦИЯ ТОПОНИМИИ КАК ФЕНОМЕН СОЦИАЛЬНО-
ЭКОНОМИЧЕСКОЙ И КУЛЬТУРНОЙ ГЕОГРАФИИ. 59

Крылов П.М. ПРОСТРАНСТВЕННОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ
СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ 71

Культурная и историческая география

Паранина А.Н., Паранин Р.В. КОЭВОЛЮЦИЯ ЧЕЛОВЕКА И ПРИРОДЫ:
ВОЗМОЖНОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ В ГЕОГРАФИИ КУЛЬТУРЫ 80

Эколого-географическое образование для устойчивого развития

Абрамова Е.А., Савушкина Е.Ю. ОПЫТ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ
ПРИ ПРОВЕДЕНИИ УЧЕБНОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ СТУДЕНТОВ..... 90

РАЗДЕЛ II БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Трофимов В.Н., Трофимова О.В. БИОЛОГИЯ ДУБОВОЙ ПОБЕГОВОЙ МОЛИ *STENOLEPIA*
GEMMELLA L. (LEPIDOPTERA, GELECHIIDAE) ПО НАБЛЮДЕНИЯМ В ОСТАНКИНСКОЙ ДУБРАВЕ
г. МОСКВЫ 102

Кая Э.Э. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПЛАСТИЧНОСТИ КОРМОВОГО ПОВЕДЕНИЯ
ПТИЦ В ГОРОДЕ 116

РАЗДЕЛ III ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Косов В.Н., Мукамеденкызы В., Федоренко О.В. НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ СМЕШЕНИЯ
ТРОЙНЫХ ГАЗОВЫХ СМЕСЕЙ НА ГРАНИЦЕ СМЕНЫ РЕЖИМОВ «ДИФфуЗИЯ – КОНЦЕНТРАЦИ-
ОННАЯ ГРАВИТАЦИОННАЯ КОНВЕКЦИЯ» В КВАЗИСТАЦИОНАРНЫХ УСЛОВИЯХ..... 125

Косов В.Н., Красиков С.А., Федоренко О.В. ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОЗНИКНОВЕНИЯ
КОНВЕКТИВНЫХ ТЕЧЕНИЙ ПРИ КВАЗИСТАЦИОНАРНОМ СМЕШЕНИИ В БИНАРНЫХ
ГАЗОВЫХ СМЕСЯХ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УГЛАХ НАКЛОНА ДИФфуЗИОННОГО КАНАЛА 134

К 100-ЛЕТИЮ ИНСТИТУТА ГЕОГРАФИИ РАН 145

CONTENTS

FROM EDITOR-IN-CHIEF 6

SECTION I GEOGRAPHICAL SCIENCES

Global geoecology

L. Rozanov. GEOECOLOGICAL CONSEQUENCES OF WEATHER AND CLIMATE EXTREMITY 11

Biogeography and biodiversity of landscapes

E. Kashirina, A. Novikov, E. Golubeva, V. Isaev, R. Amanzhurov. STRUCTURAL-FUNCTIONAL FEATURES OF VEGETATION OF BULGANAK MUD VOLCANOES (KERCH, CRIMEAN PENINSULA) ... 20

N. Ivanova. FLORISTIC DIVERSITY OF MOUNTAIN FORESTS OF THE MIDDLE AND SOUTH URALS... 30

Nature protection and problems in natural resource management

A. Medvedkov, A. Tkachev. ACTUAL PRIORITIES OF NATURE PROTECTION IN THE MOSCOW REGION..... 42

S. Kaplina, M. Semenova, I. Kamanina. ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC EFFICIENCY OF A NEW SYSTEM OF MANAGEMENT OF SOLID COMMUNAL WASTE IN THE TOWN OF DUBNA, MOSCOW REGION..... 51

Social and economic geography and regional development

S. Basik. TOPONYMY COMMODIFICATION AS A PHENOMENON OF SOCIAL-ECONOMIC AND CULTURAL GEOGRAPHY..... 59

P. Krylov. SPATIAL PLANNING OF THE TRANSPORT SYSTEM OF THE STAVROPOL REGION 71

Cultural and historical geography

A. Paranina, R. Parandin. CO-EVOLUTION OF MAN AND NATURE: POSSIBILITIES OF MODELING IN GEOGRAPHY OF CULTURE 80

Ecological and geographical education for sustainable development

E. Abramova, E. Savushkina. EXPERIENCE OF HYDROLOGICAL INVESTIGATIONS IN CONDUCTING EDUCATIONAL ECOLOGICAL PRACTICE OF STUDENTS 90

SECTION II BIOLOGICAL SCIENCES

- V. Trofimov, O. Trofimova.** BIOLOGY OF BLACK-DOTTED GROUNDLING *STENOLEHIA GEMMELLA* L. (*LEPIDOPTERA, GELECHIIDAE*) AT THE OSTANKINO OAK STAND OF MOSCOW 102
- E. Kaya.** ECOLOGICAL ASPECTS OF FLEXIBILITY OF FEEDING BEHAVIOR OF BIRDS IN THE CITY.... 116

SECTION III CHEMICAL SCIENCES

- V. Kossov, V. Mukamedenkyzy, O. Fedorenko.** SOME MIXING FEATURES OF TERNARY GAS MIXTURES ON THE REGIME TRANSITION BOUNDARY BETWEEN TWO MIXING REGIMES – DIFFUSION TO CONCENTRATION GRAVITATIONAL CONVECTION – IN QUASI-STATIONARY CONDITIONS 125
- V. Kossov, S. Krasikov, O. Fedorenko.** NUMERICAL SIMULATION OF THE OCCURRENCE OF CONVECTIVE FLOWS AT QUASI-STATIONARY MIXING IN BINARY GASEOUS MIXTURES UNDER DIFFERENT SLOPE ANGLES OF THE DIFFUSION CHANNEL 134
- TO THE 100TH ANNIVERSARY OF THE INSTITUTE OF GEOGRAPHY OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES..... 145*

ОТ ОТВЕТСТВЕННОГО РЕДАКТОРА

Второй номер 2018 г. открывает серия публикаций по географическим наукам, распределённых по основным тематическим разделам: глобальная геоэкология, биогеография и биоразнообразие ландшафтов, охрана природы и проблемы природопользования, социально-экономическая география и проблемы регионального развития, культурная и историческая география, эколого-географическое образование для устойчивого развития.

Раздел «глобальная геоэкология» представлен статьей Л.Л. Розанова из МГОУ, посвященной геоэкологическим аспектам погодно-климатической экстремальности. В своей статье автор рассматривает климат будущего, а через призму биоклиматической комфортности анализирует важнейшие геоэкологические процессы, происходящие в условиях современного потепления климата. Особого внимания заслуживает критическое и многоаспектное обсуждение Л.Л. Розановым широко распространенной гипотезы о роли парниковых газов в климатических изменениях.

Раздел «биогеография и биоразнообразие ландшафтов» открывает совместная статья Е.С. Кашириной, А.А. Новикова, Е.И. Голубевой, В.С. Исаева и Р.М. Аманжурова, коллег из МГУ имени М.В. Ломоносова и ООО «Современные Геотехнологии». В статье приведены результаты работ по изучению растительности Булганакской группы грязевых вулканов (Крымский полуостров). На основе использования результатов полевых исследований и данных дистанционного зондирования авторами изучены и

проанализированы важнейшие особенности пространственного распространения растительных сообществ. Данная методика может быть использована для мониторинга активности грязевых вулканов в других районах нашей страны.

Второй в разделе публикуется статья Ивановой Н.С. из Ботанического сада УрОРАН, посвященная исследованиям флористического разнообразия малонарушенных горных лесов Среднего и Южного Урала. На основании многолетних инвентаризационных исследований автором получены количественные данные о биоразнообразии условно-коренных лесных ландшафтов. Полученные результаты используются для дополнения регионального лесного кадастра, выступающего в качестве научной основы лесопользования.

В разделе «охрана природы и проблемы природопользования» публикуются две статьи. Данный раздел открывает совместная статья А.А. Медведкова из МГУ имени М.В. Ломоносова и А.Ю. Ткачева из МГОУ, посвященная геоэкологическим принципам и актуальным приоритетам охраны природы в Московской области. В своей статье авторы поднимают актуальные природоохранные проблемы в рассматриваемом регионе: от создания репрезентативных ООПТ до разработки экологически безопасных технологий по реабилитации городских ландшафтов и инженерно-геоэкологического обоснования для размещения потенциально опасных объектов.

Второй в разделе располагается статья И.З. Каманиной из Государственного университета «Дубна». Автором

анализируется удачный опыт управления отходами, реализуемый российско-финской компанией «Экосистема» в г. Дубна. В городе осуществлен сто-процентный раздельный сбор отходов, работает и мусоросортировочный комплекс. В статье приведены расчеты эколого-экономического эффекта от внедрения новой системы обращения с отходами.

Раздел *«социально-экономическая география и проблемы регионального развития»* представлен двумя статьями. Первой публикуется статья С.Н. Басик из Конестоба колледжа (Канада), посвященная коммодификации топонимии – актуальной проблеме социально-экономической и культурной географии. В статье ставится вопрос о роли данного явления для целей регионального развития, что может проявиться в форме притока новых инвестиций, а также возрождения местных языков и топонимов. Наряду с этим, автором сформулированы основные проблемы социально-экономического развития, связанные с включением нематериальных сфер жизни в орбиту капитала: пространственная социальная поляризация и формирование искусственного геокультурного пространства. Обозначается роль данных проблем в дальнейшей эволюции территориальной организации общества.

Второй в разделе публикуется статья П.М. Крылова из МГОУ, посвященная рассмотрению проблемы пространственного планирования транспорта в Ставропольском крае. Автором проанализированы важнейшие черты транспортной системы края и предложены основные меры по улучшению ее параметров, базируясь на учете сценариев долгосрочного

социально-экономического развития России.

Раздел *«культурная и историческая география»* представлен статьей А.Н. Параниной и Р.В. Паранина из РГПУ им. А.И. Герцена. В статье раскрывается потенциал культурной географии для решения проблемы рационального использования доисторических объектов. Авторами рассматриваются основные этапы эволюции астрономического ориентирования в географическом пространстве и обсуждается установленная ими корреляционная связь развития человека с развитием навигационных технологий как формы адаптации.

В разделе *«эколого-географическое образование для устойчивого развития»* публикуется статья Е.А. Абрамовой и Е.Ю. Савушкиной из РГГРУ имени Серго Орджоникидзе. Работа посвящена опыту изучения водных объектов в парковых ландшафтах на юге Москвы в ходе прохождения учебной практики студентов-экологов. Рассмотрена методика проводимых работ и полученные результаты.

Вторая половина данного номера посвящена публикациям химико-биологического профиля. Раздел *«биологические науки»* представлен двумя статьями. Работа В.Н. Трофимова и О.В. Трофимовой из Мытищинского филиала МГТУ им. Н.Э. Баумана посвящена биологии дубовой побеговой моли и выполнена по результатам собственных оригинальных наблюдений в Останкинской дубраве г. Москвы. Второй в разделе публикуется статья Кая Э.Э. из МГПУ, рассматривающей экологические аспекты пластичности кормового поведения птиц-синантропов в городских условиях.

В разделе «*химические науки*» публикуются две статьи коллег из Казахстана. Первой публикуется статья В.Н. Косова из Казахского национального педагогического университета имени Абая, С.А. Красикова и О.В. Федоренко из НИИ экспериментальной и теоретической физики при Казахском национальном университете имени аль-Фараби. В статье методами численного моделирования проведено исследование квазистационарного смешения в бинарных смесях, когда более тяжелый по плотности газ находится в верхней части диффузионного канала, а менее тяжелый – в нижней части. Получена зависимость интенсивности конвективных течений от угла диффу-

зионного канала для бинарной смеси $0,15 \text{ Ar} + 0,85 \text{ N}_2 - \text{N}_2$.

Второй в разделе публикуется статья В.Н. Косова из Казахского национального педагогического университета имени Абая, В. Мукамеденкызы, О.В. Федоренко из НИИ экспериментальной и теоретической физики при Казахском национальном университете имени аль-Фараби. В данной статье показано, что в многокомпонентных системах, где проявляются особые диффузионные режимы, возможно возникновение немонотонных изоконцентрационных распределений. Представленные авторами результаты вычислений сравниваются с опытными данными.

А.А. Медведков

РАЗДЕЛ I ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ НАУКИ

Глобальная геоэкология

УДК 502.64

DOI: 10.18384/2310-7189-2018-2-11-19

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ПОГОДНО-КЛИМАТИЧЕСКОЙ ЭКСТРЕМАЛЬНОСТИ

Розанов Л.Л.

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

Аннотация. Обсуждаются проблемные геоэкологические аспекты погодно-климатической экстремальности, нарушающей жизнедеятельность населения. Рассмотрены важнейшие медико-экологические последствия экстремальности погодных условий для населения Центральной России и ряда европейских стран. Раскрыто авторское представление о геоэкологических процессах, возникающих в результате современных колебаний в климатической системе Земли (атмосфера – океан – суша – криосфера). Обсуждается представление о парниковом эффекте как факторе современных климатических изменений. Сформулирована концептуальная позиция о климатической системе будущего и о ведущей роли солнечной активности в динамике окружающей среды.

Ключевые слова: геоэкологическая проблема, окружающая среда, изменения климата, погодно-климатическая экстремальность.

GEOECOLOGICAL CONSEQUENCES OF WEATHER AND CLIMATE EXTREMITY

L. Rozanov

*Moscow Region State University
10A, Radio Street, Moscow, 105005, the Russian Federation*

Abstract. The problem geoecological aspects of weather and climatic extremes that violate the life of the population are discussed in article. The most important medical and ecological consequences of extreme weather conditions for the population of Central Russia and several Europe-

© CC BY Розанов Л.Л., 2018.

an countries are considered. The author's view of geoeological processes arising as a result of modern fluctuations in the earth's climate system (atmosphere – ocean – land – cryosphere) is revealed. The idea of the greenhouse effect as a factor of modern climate change is discussed. A conceptual position on the future climate system and the leading role of solar activity in the environmental dynamics is formulated in article.

Key words: geoeological problem, environment, climate change, weather and climate extremes.

В последнее десятилетие большое внимание общественности привлекли природные экстремальные погодно-климатические явления (ураганы, смерчи, наводнения, засухи, сильная жара и др.), негативно влияющие на жизнедеятельность людей в различных регионах Земли. Поэтому рассмотрение геоэкологического аспекта погодно-метеорологических аномалий является актуальной научной проблемой, имеющей несомненное практическое значение. Новизна проведенного исследования заключается в раскрытии содержательной определенности геоэкологических воздействий на жизнедеятельность человека в современных условиях климатических колебаний в системе «атмосфера – океан – суша – криосфера» и возникшей погодно-метеорологической экстремальности.

Явление парникового эффекта

В публикациях и международных проектах последнего времени повышение приземной температуры воздуха объясняется исключительно накоплением в атмосфере антропогенного углекислого газа [7]. Количественные данные об источниках природного и антропогенного поступления углекислого газа в атмосферу обобщены в таблице 1. В результате деятельности человечества в атмосферу ежегодно попадает 6% углекислого газа, осталь-

ные 94% приходятся на природные глобальные его потоки. Регулярные наблюдения за концентрацией CO_2 в атмосфере ведутся с 1957 г. В Северном полушарии ярко выражен сезонный ход изменений CO_2 над лесами умеренных широт. Поступление углекислого газа осуществляется в результате геохимических процессов преобразования и метаморфизма горных пород, а также за счет антропогенных источников (табл. 1).

Исследования глобального цикла круговорота CO_2 показали, что вынос углекислого газа из глубин земной коры продолжается и сейчас, без постоянного его поступления из недр Земли круговорот углерода был бы разорван, что в конечном итоге привело бы к прекращению жизнедеятельности биоты. Содержание углекислого газа в атмосфере оценивается в 3080 млрд т (в пересчете на углерод – это составляет 840 млрд т). При сокращении современного содержания CO_2 (0,039%) в атмосфере приблизительно до 0,015% температура у земной поверхности упадет, по расчетам специалистов, на несколько десятков градусов и наступят условия полного оледенения.

С позиции концентрации CO_2 в атмосфере целесообразно обсуждение сущности парникового эффекта, порождаемого способным к фазовым превращениям водяным паром. Излучение Солнца, достигшее поверхности

Таблица 1

Глобальные потоки углекислого газа в атмосферу

Источники	CO ₂ , млрд т/год
<i>Природные:</i>	
Выделение при разложении гумуса почв и корнями растений	200
Дыхание растений, животных, людей	65
Отмирание и разложение растительности	50
Вулканические извержения	3
Итого	318
<i>Антропогенные:</i>	
Сжигание ископаемого топлива и производство цемента	8
Выделение при сжигании растительности в качестве топлива	7
Лесные пожары	3
Изменение землепользования (вырубка лесов и др.)	2
Итого	20
Всего	338

Земли, превращается в энергию парообразования, которая в скрытой форме поднимается вместе с паром в холодные слои атмосферы. Там водяной пар конденсируется (чему способствуют зерна конденсации в виде молекул CO₂ и других газов, пыли), высвобождающаяся при конденсации пара теплота удаляется излучением в ближайший космос. Подчеркнуто, что «водяной пар является главным участником парникового эффекта, а углекислый и прочие газы – лишь катализатором, способным ускорить конденсацию пара и тем самым вызвать какое-то временное и локальное, но отнюдь не обще-земное, нагревание атмосферы» [12, с. 101]. Парниковый эффект в атмосфере создает водяной пар. При возрастании испарения влаги увеличивается облачность, из-за отражающей ее способности (альбедо) поверхность Земли получает меньше солнечной энергии. «Парниковое» свойство атмосферы основано на существенно большей прозрачности для коротковолнового (солнечного) излучения, чем длинно-

волнового излучения, исходящего от поверхности Земли. Обращено внимание, что углекислый газ не способен повлиять на ход испарения воды с поверхности Земли. Сам «углекислый газ, имея температуру кипения минус 78°С, фазовых превращений в свободной атмосфере не претерпевает. Значит, не может и превращать лучистую энергию в теплоту фазового перехода» [12, с. 100], поэтому значение углекислого газа как климатоформирующего фактора нуждается в переосмыслении.

Парниковый эффект – это превращение лучистой энергии Солнца в энергию парообразования с последующим фазовым переходом водяного пара под воздействием атмосферных катализаторов (молекул углекислого и иных газов в качестве ядер конденсации) с высвобождением теплоты. Главные факторы, ответственные за состояние климата, – это величина солнечной радиации, солнечная активность, а также состав, давление и теплоемкость атмосферы, поэтому в повышении сред-неглобальной приземной температуры

воздуха в XX в. на $0,6^{\circ}\text{C}$ парниковые газы – диоксид углерода, метан, оксиды азота и некоторые другие, не играют определяющей роли. Установлено, что повышение или понижение содержания углекислого газа в атмосфере является не причиной, а следствием изменения температуры, поскольку растворимость этого газа в воде уменьшается с повышением температуры воды Мирового океана [11; 13]. По мнению автора, на возрастании среднемировой приземной температуры воздуха могут также сказываться значительные преобразования естественных ландшафтов, расширение геотехноморфогенной подстилающей поверхности (за счет вертикальных и субвертикальных граней зданий, инженерных сооружений, роста площади дорог с твердым покрытием), увеличивающие количество

поглощаемой солнечной радиации и, соответственно, усиливающие термическую конвекцию [9].

О климате ближайшего будущего

После последнего ледникового периода (12 тыс. лет назад) для климатической системы Земли (атмосфера – океан – суша – криосфера) характерны изменения температуры воздуха и атмосферных осадков, определяющие так называемые потепления и похолодания местных, локальных, региональных климатов, но не изменения глобального климата [3]. Показательны данные об абсолютных минимальных и максимальных температурах воздуха на значительной части Евразии (см. табл. 2), подтверждающие вековую цикличность солнечной активности и стабильность глобального климата.

Таблица 2

Абсолютные минимальные и максимальные годовые температуры воздуха в России в XX-XXI вв. (по [3])

Метеостанция	1905 г.	2006 г.	1905 г.	2006 г.
	Минимальные $t^{\circ}\text{C}$		Максимальные $t^{\circ}\text{C}$	
Архангельск	-47	-45	34	34
Салехард	-48	-52	34	32
Тобольск	-50	-52	34	32
Енисейск	-59	-56	34	36
Иркутск	-45	-50	37	37
Хатанга	-55	-64	37	37
Верхоянск	-68	-68	38	37

Среднеглобальные температуры воздуха в умеренных и высоких широтах Северного полушария X–XII вв. н.э. превышали современные на $0,5\text{--}1,5^{\circ}\text{C}$. Повышение температуры воздуха между 950–1250 гг. н.э., вызвавшее отступление ледников в Альпах, Скандинавии, Гималаях, Канадских Кор-

дильерах, Андах, Новой Зеландии, не есть следствие деятельности человека, что принципиально.

Согласно инструментальным данным (1860–2010 гг.), на фоне общего повышения приземной температуры воздуха с $13,6^{\circ}\text{C}$ до $14,6^{\circ}\text{C}$ наблюдались периоды ее снижения. Принци-

пиально, что температура приземного воздуха – это результат, главным образом, притока коротковолновой, оттока длинноволновой радиации и турбулентного тепловлагообмена воздушных масс с поверхностью Земли. Стабильность глобального климата обеспечена неизменностью в масштабе тысячелетий солнечной постоянной, тепловой инерцией океанических вод и ледниковых покровов [3].

Однако именно в мировом сжигании топлива некоторые исследователи видят причину увеличения концентрации углекислого газа в атмосфере, который, по их мнению, вызывает глобальное потепление и порождает «угрозу резкого изменения климата» [6, с. 16]. Выдвигаются предложения по «предотвращению климатической катастрофы», состоящие в «быстром переходе человечества к низкоуглеродной экономике, основанной на возобновляемых источниках энергии», требующих «серьезных политических и экономических перемен в мире» [6, с. 2]. Организуются «климатические кампании» (по сути лоббистские) за сокращение «расходования энергии в зданиях, на транспорте и в промышленности» [6, с. 13].

«Проблематика изменений климата, сформулированная в форме концепции антропогенно обусловленного глобального потепления, стала острым предметом геополитики» [4, с. 3]. Недавнее Парижское соглашение (декабрь 2015 г.), а также и Киотский Протокол (1997 г.) связывают современное планетарное потепление с антропогенными выбросами углекислого газа, поэтому центральное условие в них – противодействие эмиссии CO_2 . В свете этого показателен вывод ан-

глийского ученого С. Бомер-Кристиансен, что Киотский протокол «служит инструментом с целью создания рынков для новых видов топлива и технологий, в которых ЕС надеется обладать преимуществами лидера»; «так называемое "глобальное потепление" стало инструментом для решения ряда политических проблем, которые не популярны и даже лишены обоснования в рамках ЕС»; «технологические изменения, предусмотренные Протоколом Киото, направлены на радикальное изменение энергетики, выгодное в первую очередь лишенному достаточных энергетических ресурсов Европейскому союзу» [1, с. 27, с. 28–29].

Несмотря на регистрируемый рост концентрации углекислого газа в атмосфере, инструментальными наблюдениями установлены периоды понижения средней годовой приземной температуры воздуха. Так, достаточно заметное похолодание проявилось с 1879 г. ($13,8^\circ\text{C}$) по 1911 г. ($13,5^\circ\text{C}$) на $0,3^\circ\text{C}$ за 32 года; другое похолодание – с 1941 г. (14°C) по 1972 г. ($13,8^\circ\text{C}$) составило $0,2^\circ\text{C}$ за 31 год, что не согласуется с так называемым парниковым эффектом углекислого газа. В свете модельных прогнозов климатических изменений, связанных с накоплением антропогенных «парниковых» газов (особенно углекислого), подчеркнуто, что с 1970-х гг. «последнее тридцатилетнее потепление было вызвано только усилением солнечной активности. А повышение парциального давления углекислого газа к этому не имело никакого отношения». Поэтому «надо готовиться к наступающему похолоданию» через 30 лет «во всяком случае, в Северном полушарии» [11, с. 31]. Очевидно, Парижское соглашение (2015 г.) о сокращении

промышленных выбросов углекислого газа – это политика управления экономикой мира под видом борьбы с глобальным потеплением через отказ от ископаемого топлива и переход на альтернативные источники энергии.

Согласно исследованиям, «2008 год был годом смены знака тренда» [5, с. 77] в динамике циклической вариации климата на Земле, обусловленной воздействием Солнца. Интенсивное изменение глобальной климатической системы под влиянием природных периодических земных и космических факторов выражается в погодно-климатических аномалиях. Погода рассматривается как состояние атмосферы в конкретный период, характеризующееся температурой, влажностью, продолжительностью солнечного сияния, облачностью, видимостью, осадками, а климат – многолетний (30–35 лет) режим погоды для данного географического пункта.

В последние годы происходит нарастание годового числа ураганов, смерчей, циклонов, рост количества осадков в одних регионах и их падение в других, возникновение крупных наводнений, засух, града, гроз, сильной жары, пожаров и других природных явлений на планете. Для человечества со второго десятилетия XXI в. начался период резких погодно-климатических аномалий на всей Земле, обусловленных сопряжением, наложением 11-летнего, 66-летнего и сверхвекового циклов солнечной активности (образования пятен, факелов, вспышек, радиоизлучения, корпускулярных потоков, более сильных, чем фоновый солнечный ветер и др.). При этом аналогично природным, что принципиально, неблагоприятные для здоровья человека

и его деятельности явления (ураганы, смерчи, обильные осадки, наводнения, сильная жара и др.), могут создаваться воздействием метеорологического и климатического оружия.

В отношении будущего климата существенно, что «изменение парциального давления двуокиси углерода в атмосфере – не причина изменения климата, а его следствие» [11, с. 28]. Поскольку «накопление CO_2 "следует" за колебаниями солнечной активности, можно ожидать следующего похолодания в ближайшие 20–30 лет» [11, с. 30]. Такое обусловлено изменением динамики циклической вариации климата на Земле.

Современные геоэкологические процессы

Под геоэкологическими процессами понимаются изменения, неблагоприятные сдвиги, отклонения в здоровье и жизнедеятельности людей, перемены в состоянии растительных и животных организмов под прямым или опосредованным воздействием окружающей среды в пространственно-временной конкретности [8]. На здоровье населения все большее влияние оказывают метео-климатические эффекты [2]. Человек чувствует себя комфортно в пределах температур около 19–22°C и при относительной влажности воздуха 40–60%. Воздействие повышенной влажности может сопровождаться головными болями, учащенным сердцебиением. Слишком сухой воздух может вызывать раздражение дыхательных путей, кашель, одышку, головные боли, бессонницу. Несмотря на способность человеческого организма к терморегуляции, очень низкие (от –30°C) и очень высокие (более

+45°C) температуры воздуха, особенно в сочетании с ветром, аномалиями влажности и атмосферного давления, вызывают дискомфорт и влияют на сердечно-сосудистую и дыхательную системы и могут вызывать заболевания и/или их обострения. В условиях московского климата величины атмосферного давления зимой меняются резко и часто, что обуславливает увеличение вызовов скорой помощи по случаям различных заболеваний. Так, число зимних вызовов неотложной помощи центральной клинической больницы (ЦКБ) РАН превышает число летних не в 1,5–2, а в 5–7 раз, что вызвано большей метеочувствительностью контингента больных в ЦКБ РАН к метеорологическим воздействиям и геомагнитным пульсациям, по сравнению с жителями Москвы в целом [10].

Тепловые удары и метеотропные реакции у людей (страдающих хроническими заболеваниями сердечно-сосудистой системы, органов дыхания, диабетом) аномально возрастают в регионах, где высокая температура воздуха регистрируется нерегулярно. В годы с необычно высокой температурой воздуха смертность населения в Греции, Великобритании, Португалии, Нидерландах и других странах возрастала. Так, небывалая августовская жара (до 41°C) 2003 г. во Франции привела к смерти 14,8 тыс. человек. Из-за продолжительного (с 1 по 20 августа) воздействия высоких температур на человеческий организм смертность во Франции возросла на 60% по сравнению с периодом 2000–2002 гг.

Согласно данным Росстата, от жары и смога в июле 2010 г. умерло на 14,5 тыс. человек больше, чем в июле предыдущего года. Число умерших росси-

ян в августе 2010 г. превысило аналогичный показатель 2009 г. на 41,3 тыс. человек. Аномальная жара нередко сопровождается пожарами (лесов, торфяников), охватывающими значительные территории. В 2010 г. в Европейской России огонь уничтожил более 2500 домов, площадь пожаров превысила 800 тыс. га. Сгорание торфяников вызывает длительное задымление городов и поселков, препятствуя движению на транспортных магистралях, нарушает работу аэропортов.

По данным Роспотребнадзора, концентрации CO_2 , SO_2 , CO в воздушной среде Московской, Нижегородской, Рязанской областях превышали ПДК в несколько раз. Содержание наиболее опасных для здоровья человека мелкодисперсных взвешенных частиц в воздухе Москвы в июле 2010 г. находилось в пределах 40–65 мкг/м³ (ПДК 60 мкг/м³), а во время пожаров (август 2010 г.) увеличилось до 200–250 мкг/м³, достигая в отдельные дни 917 мкг/м³ (более 15 ПДК). Обусловленные жарой и загрязнением воздушной среды заболевания людей в 2010 г. наблюдались в Москве и Московской области. При этом отмечались небывалые по своей величине концентрации приземного озона, возникшие в результате интенсивной фотохимической его генерации в условиях аномально жаркой погоды в Московском регионе. В свете метеопатических эффектов весьма актуально прогнозирование медико-метеорологическое, в особенности, здоровья детей в различных климатических зонах. Следствием «погодно-психических» стрессов является ухудшение самочувствия, как правило, летом, из-за повышенного давления с высокой температурой воздуха.

Выводы

Происходящие локально-региональные проявления погодно-климатической экстремальности – это не изменение глобального климата Земли, а его циклическое колебание.

Современная динамика окружающей среды определяется сопряжением,

совмещением, наложением, сочетанием 11-летнего, 66-летнего и сверхвекового циклов солнечной активности. По-видимому, это может выражаться и в погодно-климатических аномалиях, наблюдаемых в различных районах Земли.

Статья поступила в редакцию 17.01.2018

ЛИТЕРАТУРА

1. Бомер-Кристиансен С. Что движет процессом Киото: наука или интересы? // Известия РГО. 2004. Т. 136. Вып. 2. С. 26–32.
2. Исаев А.А. Экологическая климатология. М.: Научный мир, 2003. 472 с.
3. Карнацевич И.В. Глобальный климат не меняется. Омск: ОмГУ, 2017. 76 с.
4. Кондратьев К.Я. Изменения глобального климата: реальность, предположения и мысли // Исследование Земли из космоса. 2002. № 1. С. 3–28.
5. Любушин А.А., Кляшторин Л.Б. Циклические вариации климата. Прогноз на похолодание с 2008 до 2030 года // Атлас временных вариаций природных, антропогенных и социальных процессов. Том 5. Человек и три окружающие его среды. М.: Янус-К, 2013. С. 74–77.
6. Нил Дж. Глобальное потепление: Как остановить катастрофу? М.: Книжный дом «Либроком»/URSS, 2015. 288 с.
7. Рамсторф Ш., Шельнхубер Х.Й. Глобальное изменение климата: диагноз, прогноз, терапия. М.: ОГИ, 2009. 272 с.
8. Розанов Л.Л. Объектно-предметная сущность геоэкологии // Геология, геоэкология, эволюционная география: Труды Международного семинара. Том XVI / Под ред. Е.М. Нестерова, В.А. Снытко. СПб.: РГПУ им. А.И.Герцена, 2017. С. 11–14.
9. Розанов Л.Л. Динамическая и прикладная геоэкология. М.: ЛЕНАНД, 2017. 400 с.
10. Современные глобальные изменения природной среды. Т. 4. Факторы глобальных изменений. М.: Научный мир, 2012. 540 с.
11. Сорохтин О.Г. Глобальное потепление: причины истинные и мнимые // Наука в России. 2010. № 2. С. 25–31.
12. Фалько Л.И. Дерзкие мысли о климате. М.: Прондо, 2015. 148 с.
13. Фролов И.Е., Гудкович З.М., Карклин В.П., Ковалев Е.Г., Смоляницкий В.М. Научные исследования в Арктике. Т. 2. Климатические изменения ледяного покрова морей Евразийского шельфа. СПб.: Наука, 2007. 136 с.

REFERENCES

1. Boehmer-Christiansen S. [What drives the Kyoto process: science or interests?]. In: Izvestiya RGO. 2004. T. 136, no. 2, pp. 26–32.
2. Isaev A.A. Ekologicheskaya klimatologiya [Ecological climatology]. Moscow, Nauchnyi mir Publ., 2003. 472 p.
3. Karnatsevich I.V. Global'nyi klimat ne menyaetsya [The global climate is not changing]. Omsk, OmGU Publ., 2017. 76 p.
4. Kondrat'ev K.Ya. [Global climate change: reality, assumptions and fictions]. In: Issledovanie Zemli iz kosmosa, 2002, no. 1, pp. 3–28.
5. Lyubushin A.A., Klyashtorin L.B. Tsiklicheskie variatsii klimata. Prognoz na pokholodanie s 2008 do 2030 goda [Cyclic variations of the climate. Forecast for cooling from 2008 to 2030]. In: Atlas vremennykh variatsii prirodnnykh, antropogennykh i sotsial'nykh protsessov. Tom 5.

- Chelovek i tri okruzhayushchie ego sredy [Atlas of temporal variations of natural, anthropogenic and social processes. Vol. 5. Man and its surrounding environment]. Moscow, Yanus-K Publ., 2013, pp. 74–77.
6. Neil J. [Global warming: How to stop the disaster?] М., Knizhnyi dom «Librokom»/URSS Publ., 2015. 288 p.
 7. Rahmstorf S., Schellnhuber H.J. Der Klimawandel: Diagnose, Prognose, Therapie [Climate change: Diagnosis, prognosis, therapy]. München, Germany: Beck. 2006.
 8. Rozanov L.L. Ob'ektno-predmetnaya sushchnost' geoekologii [The object is the essence of Geoecology]. In: *Geologiya, geoekologiya, evolyutsionnaya geografiya: Trudy Mezhdunarodnogo seminara*. Tom XVI. Pod red. E.M. Nesterova, V.A. Snytko [Geology, geoecology, evolutionary geography: proceedings of the International seminar. Vol. XVI, ed. by E.M. Nesterov, V. A. Snytko]. SPb.: RGPU im. A.I. Herzen, 2017, pp. 11–14.
 9. Rozanov L.L. Dinamicheskaya i prikladnaya geoekologiya [Dynamic and applied geoecology]. Moscow, LENAND Publ., 2017. 400 p.
 10. Sovremennye global'nye izmeneniya prirodnoi sredy. T. 4. Faktory global'nykh izmenenii [Modern global changes of natural environment. Vol. 4. Factors of global change]. Moscow, Nauchnyi mir Publ., 2012. 540 p.
 11. Sorokhtin O.G. [Global warming: the causes of true and imaginary]. In: *Nauka v Rossii*, 2010, no. 2, pp. 25–31.
 12. Fal'ko L.I. Derzkie mysli o klimate [Daring thoughts about the climate]. Moscow, Prondo Publ., 2015. 148 p.
 13. Frolov I.E., Gudkovich Z.M., Karklin V.P., Kovalev E.G., Smolyanitskii V.M. Nauchnye issledovaniya v Arktike. T. 2. Klimaticheskie izmeneniya ledyanogo pokrova morei Evraziiskogo shel'fa [Scientific research in the Arctic. Vol. 2. Climatic changes of the ice cover of the seas of the Eurasian shelf]. SPb., Nauka Publ., 2007. 136 p.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

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

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Leonid Rozanov – Doctor in Geographical Sciences, professor of the Department of General and Regional Geoecology, Moscow Region State University; e-mail: rozanovleonid@mail.ru

ПРАВИЛЬНАЯ ССЫЛКА НА СТАТЬЮ

Розанов Л.Л. Геоэкологические последствия погодно-климатической экстремальности // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2018. № 2. С. 11–19.

DOI: 10.18384/2310-7189-2018-2-11-19

FOR CITATION

Rozanov L.L. Geoecological consequences of weather and climate extremity. In: *Bulletin of Moscow Region State University. Series: Natural sciences*, 2018, no. 2, pp. 11–19.

DOI: 10.18384/2310-7189-2018-2-11-19

Биогеография и биоразнообразие ландшафтов

УДК 502.05

DOI: 10.18384/2310-7189-2018-2-20-29

СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ ГРЯЗЕВЫХ ВУЛКАНОВ БУЛГАНАКСКОЙ ГРУППЫ (КЕРЧЬ, КРЫМСКИЙ ПОЛУОСТРОВ)

Каширина Е.С.¹, Новиков А.А.¹, Голубева Е.И.², Исаев В.С.², Аманжуров Р.М.³

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
(филиал в г. Севастополе)

299001, г. Севастополь, ул. Гер. Севастополя, 7, Российская Федерация

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
119991, г. Москва, ул. Ленинские горы, 1, Российская Федерация

³ ООО «Современные Геотехнологии»

115035, г. Москва, ул. Б. Ордынка, 19, стр. 1, Российская Федерация

Аннотация. В статье приведены результаты работ по изучению растительности грязевых вулканов Булганакской группы, расположенных около г. Керчь на Крымском полуострове. Изучены пространственные особенности распространения растительных сообществ. По полевым данным прослежено изменение запасов наземной фитомассы растительных сообществ грязевых вулканов на примере сопки Андрусова и Центрального озера. Рассчитана зависимость запасов наземной фитомассы и индекса количества фотосинтетически активной биомассы (NDVI). Предложена методическая основа дистанционной оценки запасов фитомассы на основе использования индекса NDVI по данным космических снимков Sentinel-2a.

Ключевые слова: грязевой вулкан, сопка Андрусова, растительность, фитомасса, индекс NDVI, космические снимки, ГИС-технологии, Керченский полуостров, Крым

STRUCTURAL-FUNCTIONAL FEATURES OF VEGETATION OF BULGANAK MUD VOLCANOES (KERCH, CRIMEAN PENINSULA)

E. Kashirina¹, A. Novikov¹, E. Golubeva², V. Isaev², R. Amanzhurov³

¹ Branch of M.V. Lomonosov Moscow State University in Sevastopol
ul. Ger. Sevastopolya 7, 299001 Sevastopol, Russian Federation

² M.V. Lomonosov Moscow State University
119991, Russia, Moscow, Leninskie Gory, 1, Russian Federation

³ LLC «Modern Geotechnologies»

ul. B. Ordynka 19, stroenie 1, 115035 Moscow, Russian Federation

© CC BY Каширина Е.С., Новиков А.А., Голубева Е.И., Исаев В.С., Аманжуров Р.М., 2018.

Abstract. The results of studies on the vegetation of Bulganak mud volcanoes, located near Kerch on the Crimean peninsula, are presented. Spatial features of the distribution of plant communities are studied. Using the field data, the changes in the reserves of terrestrial biomass of plant communities of mud volcanoes on the example of Andrusov and Central Lake are traced. The dependence of the reserves of terrestrial biomass and the normalized difference vegetation index (NDVI) are calculated. A technique for remote assessment of biomass stocks using the NDVI index from the Sentinel-2a satellite images is proposed.

Key words: mud volcano, Andrusov mud volcano, vegetation, plant biomass, NDVI index, satellite images, GIS technologies, Kerch peninsula, Crimea.

Введение

Грязевые вулканы представляют собой явление, связанное с особыми природными условиями и встречающееся в самых разных частях Земного шара [8; 10]. В России грязевой вулканизм представлен на Камчатке, Сахалине, Курильских островах, в районе озера Байкал, на Кавказе, Таманском и Керченском полуостровах [6; 7]. Природный облик областей развития грязевого вулканизма уникален, что связано с формированием специфических форм рельефа и почвенно-растительного покрова при постоянных выбросах газов, солей, водяного пара и сопочной брекчии [5].

Крупнейшая в России Керченско-Таманская область грязевого вулканизма включает две подобласти – на Таманском и Керченском полуостровах и состоит из более чем девяти десятков вулканов, большая часть которых потухшие. На Керченском полуострове расположено несколько сопочных полей (Булганакское, Тарханское) и крупнейший в Крыму грязевой вулкан Джау-Тепе (119 м) [6; 7; 10].

Булганакская группа грязевых вулканов расположена в северо-восточной части Керченского полуострова в 4 км севернее с. Бондаренково. Она включает относительно крупную сопку Андрусова, а также более мелкие по

размерам сопки Обручева, Вернадского, Абиha, Павлова и Тищенко общей площадью около 30 га. В 1969 г. грязевые сопки Андрусова, Вернадского и Обручева получили статус геологических памятников природы. В настоящее время они имеют региональный статус охраны. Площадь каждой особо охраняемой природной территории составляет около 1 га.

Флора и растительность грязевых вулканов Керченского полуострова подробно изучены В.В.Корженевским (1990; 2015) [2–4]. Однако нет опубликованных данных о территориальной структуре растительного покрова, что можно получить при использовании данных дистанционного зондирования (аэро- и космических снимков), ГИС-технологий и других инструментальных методов.

Объекты и методы

Полевые работы проведены в июле 2017 г. и включали геоботанические описания на пробных площадях и определение запасов наземной фитомассы. Выбор семи пробных площадей (площадью от 9 до 25 м²) осуществлялся с учетом качественных изменений растительного покрова от жерла вулкана Андрусова вниз по склону к днищу котловины к сопке Центральное озеро. Для сравнения две пробные

площади описаны на противоположном склоне долины и водоразделе, не испытывающие прямого воздействия грязе-брекчьевого материала (твердых фракций сопочной брекчии). Сделано геоботаническое описание, проведен отбор образцов наземной фитомассы на учетных площадках размером 0,5 x 0,5 м² в трехкратной повторности на каждой пробной площади. Укосы высушивались при температуре 105°C до абсолютно сухого состояния, взвешивались с точностью до 0,001 г и пересчитывались на 1 м² для получения среднего значения для каждой пробной площади. Полученные данные позволили рассчитать общие запасы фитомассы и содержание влаги в растениях.

На основе дешифрирования данных аэрофотосъемки, выполненной с помощью беспилотного летательного аппарата (БПЛА), составлены схемы растительного покрова района Булганакских грязевых вулканов (вулкан Андрусова). Аэрофотосъемка проводилась квадрокоптером Phantom3 Advanced, и сделано семь облетов на высотах 80–100 м. Обработка полученных снимков произведена с помощью программного комплекса Agisoft Photoscan, геодезическая привязка выполнена GPS Trimble R8.

По данным аэрофотосъемки составлена основа для картографирования растительности. Границы растительных сообществ определялись на основе визуального дешифрирования. Доминирующие виды растений и тип растительного сообщества определялся по предварительно проведенным геоботаническим описаниям, результаты экстраполировались на весь выделенный однородный полигон.

В камеральных условиях для рассматриваемого участка грязевых вулканов рассчитан нормализованный относительный индекс растительности (NDVI). Предварительная обработка включала атмосферную коррекцию с использованием Scanex ImageProcessor. Полученные значения отражательной способности 8 и 4 каналов были пересчитаны в количественный показатель запаса фотосинтетически активной фитомассы по формуле (1):

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \quad (1)$$

Нами для получения NDVI использовались космические снимки с космического аппарата Sentinel-2a за 27 июля 2017 г. на территорию Керченского полуострова. Для расчета индекса NDVI использовались 8 (ближний инфракрасный – NIR) и 4 (красный – RED) каналы, имеющие пространственное разрешение 10 м² на пиксель.

Это один из самых распространенных индексов для решения различных задач оценки состояния растительного покрова и его динамики [9]. Индекс принимает значения от 0,1 для разреженного растительного покрова тундр и пустынь до 0,9 для густых широколиственных и хвойно-широколиственных лесов [1].

Для создания картографического материала и последующего пространственного анализа использовалась свободная географическая информационная система QGIS.

Результаты и обсуждения

Растительные сообщества грязевого вулкана Андрусова, формирующиеся в условиях выбросов газов, частиц

почв, представлены различными стадиями сукцессии. Так, растительного покрова лишены участки грифонов и склонов, по которым изливается грязевой материал. Монодоминантные, или сообщества с доминированием клоповника толстолистного (*Lepidium crassifolium* Waldst. & Kit.) и солероса европейского (*Salicornia europaea* L.), занимают ограниченные площади воз-

ле жерла – 0,16 и 0,44 га соответственно. Большие площади занимают сообщества с доминированием полыни, кермека с участием злаков, расположенные на склонах вулкана Андрусова. Фрагменты луговой и полынно-злаковой степи является фоновым типом растительных сообществ для района грязевых вулканов Булганакской группы (рис. 1).

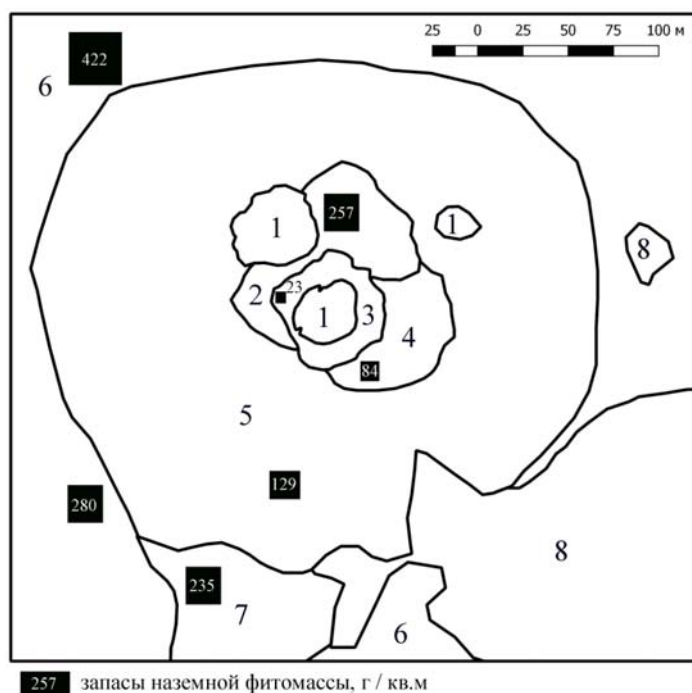


Рис. 1. Растительность и наземная фитомасса на пробных площадях района Булганакских грязевых вулканов.

(Обозначения: 1. жерло вулканов без растительного покрова; 2-8. сообщества: 2. клоповниковое; 3. солеросовое; 4. полынно-кермековое; 5. полынно-злаковое; 6. луговое разнотравье (пырейно-овсянниковое); 7. злаковая степь; 8. формирующееся сообщество на вулканических потоках)

Важно отметить увеличение разнообразия растительных сообществ по профилю – от монодоминантных вблизи грязевых грифонов (клоповник толстолистный, солерос европейский) до полидоминантных, насчитывающих до 15 видов у подножья

вулкана Андрусова и до 22 видов – на прилегающем водоразделе. Наземная фитомасса растений на рассмотренных грязевых вулканах различается на порядок – от 23,3 г/м² в сообществе солероса до 422,7 г/м² в луговой степи. Изменения величины наземной фи-

томассы растений также имеет закономерности увеличения от грифонов к водоразделам (рис. 2). Наименьшие

показатели фитомассы отмечены для солероса ($23,3 \text{ г/м}^2$), полыни и кермека ($84,2 \text{ г/м}^2$ и $129,3 \text{ г/м}^2$).

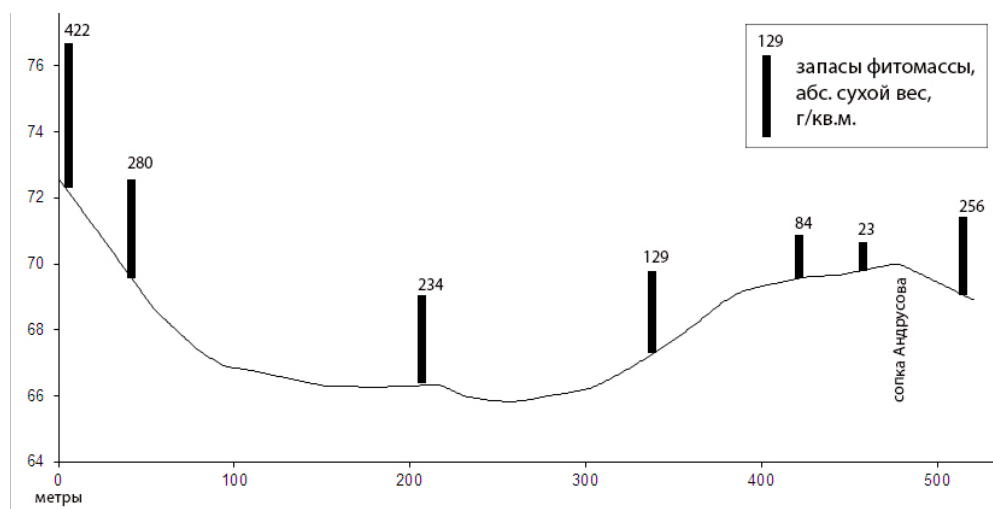


Рис. 2. Распределение наземной фитомассы растений по профилю долины

Как видно, общая закономерность нарушается показателем величины наземной фитомассы сообществ клоповника толстолистного, расположенных непосредственно возле грифона, но достигающих веса в $256,8 \text{ г/м}^2$ в абсолютно сухом весе. Разница в запасе фитомассы с соседними пионерными сообществами солероса составляет более 10 раз, хотя столь высокие показатели в целом не характерны для пионерных сообществ грязевых вулканов. Отмеченная особенность увеличивается при рассмотрении величин наземной фитомассы, взвешенной в сыром виде (рис. 3).

Фитомасса сообщества клоповника толстолистного в сыром виде – максимальная среди всех отобранных проб – свыше 800 г/м^2 . При высушивании фитомасса растений клоповника толстолистного резко уменьшается – почти в 4 раза. Содержание влаги в растениях грязевых вулканов изменяется от

25% до 83%. Величина наземной фитомассы растений связана с их продуктивностью, что отражается в величине значений NDVI, распределение которого для района грязевых вулканов Булганакской группы показано на рис. 4.

Как видно, для большей части рассматриваемого района NDVI равен 0,3–0,4. Возле грифонов грязевых вулканов NDVI снижается до минимума (около 0,1), что определяется постоянными процессами формирования новой поверхности за счет вулканических выбросов. В целом значение показателя NDVI увеличивается при движении от грифонов к периферии грязевых вулканов, однако, в районе грифона сопки Андрусова его значение достаточно высокое – до 0,45 (рис. 5). Увеличение фитомассы приурочено к пионерному сообществу клоповника толстолистного и объясняется его биологическими и экологическими особенностями.

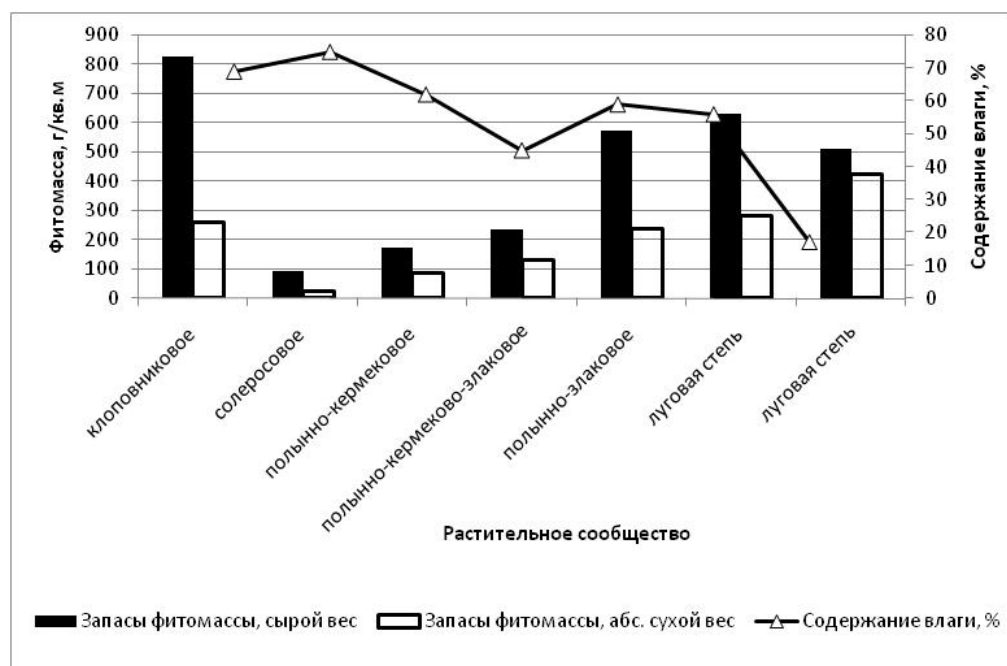


Рис. 3. Распределение содержания влаги в растениях грязевых вулканов

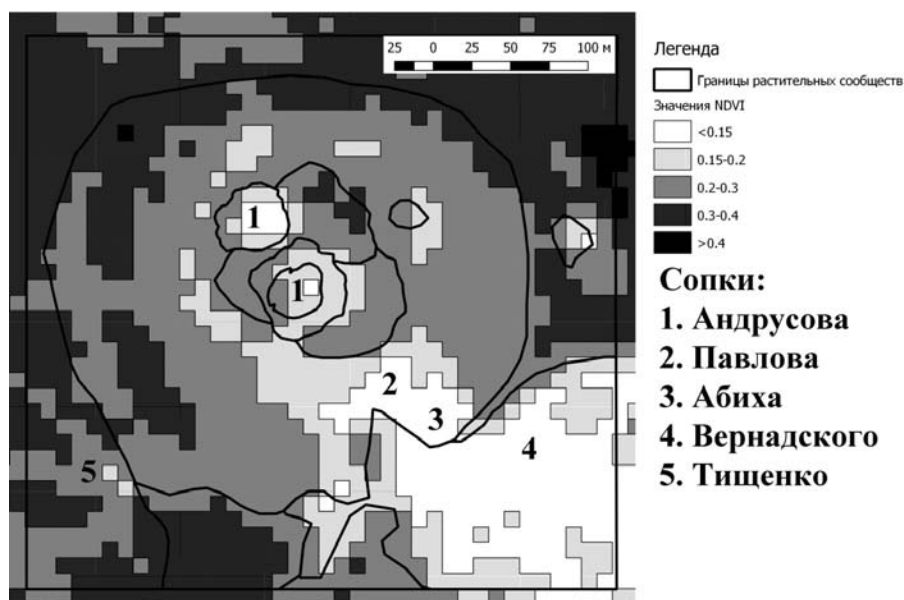
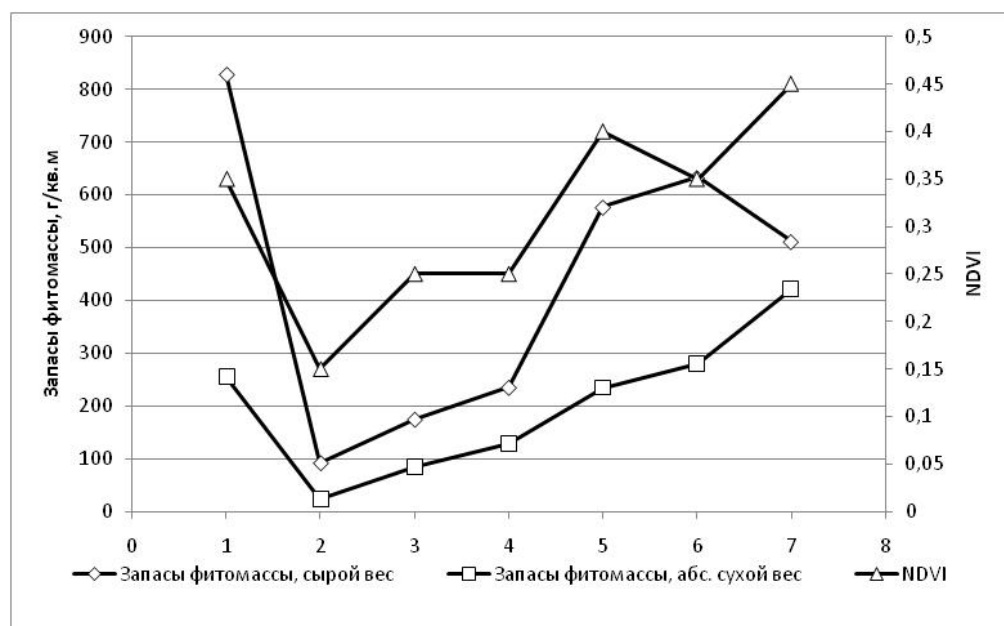


Рис. 4. Распределение NDVI в районе грязевых вулканов Булганакской группы



Сообщества: 1. клоповниковое; 2. солеросовое; 3, 4. полынно-кермекое; 5. полынно-злаковое; 6. луговое разнотравье; 7. злаковая степь

Рис. 5. Показатели состояния растительности грязевых вулканов

По полученным данным определена зависимость наземной фитомассы и показателей NDVI. Коэффициент корреляции составил 0,87 (по сырому весу) и 0,88 (по абсолютно сухому весу). Полученные данные свидетельствуют об увеличении NDVI на участках с более высокими показателями веса наземной фитомассы.

Выводы

Проведенное исследование показало, что:

- биоразнообразие растительных сообществ грязевых вулканов Булгакской группы увеличивается при движении от грифонов к их подножью и соседним водоразделам;
- запасы фитомассы грязевых вул-

канов различаются в пять раз, также увеличиваясь при движении от грифонов к подножью вулканов, и составляют от 23 до 422 г/м²;

наиболее высокими значениями наземной фитомассы отличаются сообщества клоповника толстолистного, что связано с его биологическими и экологическими особенностями, позволяющими существовать в неблагоприятных для многих степных и лугов растений местообитаниях;

существует достоверная прямая зависимость между показателями запаса наземной фитомассы и индексом NDVI, что позволит проводить мониторинг активности грязевых вулканов дистанционными методами с использованием аэро- и космических снимков.

Таким образом, предложенная методика может быть использована для наблюдения за активностью грязевых вулканов других районов при условии

расширения числа пробных площадей и составления ряда круглогодичных наблюдений.

Статья поступила в редакцию 28.03.2018

ЛИТЕРАТУРА

1. Елсаков В.В., Телятников М.Ю. Межгодовые изменения индекса NDVI на территории европейского северо-востока России и Западной Сибири в условиях климатических флуктуаций последних десятилетий // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2013. Т. 10. № 3. С. 260–271.
2. Корженевский В.В., Квитницкая А.А. Фитоиндикация грязевых вулканов Крыма // Природный альманах. 2009. № 12. С. 155–165.
3. Корженевский В.В., Клюкин А.А. Очерк растительности грязевых вулканов Крыма (Деп. в ВИНТИ 15.03.90 г., №1429-B90). 23 с.
4. Корженевский В.В., Клюкин А.А. Синэкология и синморфология растительности грязевых вулканов Крыма // Труды НБС-ННЦ. 2004. Том 123. С. 152–169.
5. Корзников К.А. Растительный покров молодых грязевых полей грязевого вулкана Магунтан (о. Сахалин) // Вестник Московского университета. Серия 16: Биология. 2015. № 2. С. 51–55.
6. Хлыстов О.М., Хабуев А.В., Белоусов О.В., Воробьева С.С., Минами Х., Хачикубо А., Де Батист М., Ахманов Г.Г. О глубине корней грязевых вулканов озера Байкал // Труды IV Международной научно-практической конференции «Морские исследования и образование (MARESEDU)», 19-24 октября 2015 г., МГУ. М.: Феория, 2015. С. 383–384.
7. Шнюков Е.Ф., Соболевский Ю.В., Гнатенко Г.И., Науменко П.И., Кутний В.А. Грязевые вулканы Керченско-Таманской области. Киев: Наукова думка, 1986. 152 с.
8. Cook M., Roland C. Notable Vascular Plants from Alaska in Wrangell-St. Elias National Park and Preserve with Comments on the Floristics. Canadian Field-Naturalist. 2002. Vol. 116. P. 192–304.
9. NDVI – теория и практика // GISLAB [сайт]. – URL: <http://gis-lab.info/qa/ndvi.html> (Дата обращения: 05.06.2018).
10. Ting T.M., Poulsen A.D. Understorey vegetation at two mud volcanoes in north-east Borneo // Journal of Tropical Forest Science. 2009. Vol. 21(3). P. 198–209.

REFERENCES

1. Elsakov V.V., Telyatnikov M.Yu. [Interannual NDVI in the European North-East Russia and Western Siberia in the climatic fluctuations of the last decades]. In: *Sovremennyye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2013, vol. 10, no. 3, pp. 260–271.
2. Korzhenevskii V.V., Kvitnitskaya A.A. [Phytoindication of mud volcanoes of the Crimea]. In: *Prirodnyi al'manakh*, 2009, no. 12, pp. 155–165.
3. Korzhenevskii V.V., Klyukin A.A. Oчерk rastitel'nosti gryazevykh vulkanov Kryma (Dep. v VINITI 15.03.90 g., 1429-V90) [Sketch of the vegetation of mud volcanoes of Crimea (a manuscript is deposited in VINITI 15.03.90, 1429-B90)]. 23 p.
4. Korzhenevskii V.V., Klyukin A.A. Sinekologiya i sinmorfologiya rastitel'nosti gryazevykh vulkanov Kryma [Synecology and sinmorphology of vegetation of mud volcanoes of the Crimea]. In: *Trudy NBS-NNTS*, 2004, vol. 123, pp. 152–169.
5. Korznikov K.A. [Vegetation of young mud fields of the Magotan mud volcano (Sakhalin island)]. In: *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 16: Biologiya*, 2015, no. 2, pp. 51–55.

6. De Batist M., Akhmanov G.G., Khlystov O.M., Khabuev A.V., Belousov O.V., Vorob'eva S.S., Minami K.H., Khachikubo A. O glubine kornei gryazevykh vulkanov ozera Baikal [De Batist M., Akhmanov, G. G., On the depth of the roots of mud volcanoes of lake Baikal]. In: *Trudy IV Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Morskie issledovaniya i obrazovanie (MARESEDU)», 19–24 oktyabrya 2015 g., MGU* [Proceedings of the IV International scientific-practical conference "Marine research and education (MARESEDU)", 19–24 October 2015, Moscow State University]. Moscow, Feoriya Publ., 2015, pp. 383–384.
7. Shnyukov E.F., Sobolevskii Yu.V., Gnatenko G.I., Naumenko P.I., Kutnii V.A. Gryazeve vulkany Kerchensko-Tamanskoi oblasti [Mud volcanoes of the Kerch-Taman region]. Kiev, Naukova dumka Publ., 1986. 152 p.
8. Cook M., Roland C. Notable Vascular Plants from Alaska in Wrangell-St. Elias National Park and Preserve with Comments on the Floristics. In: *Canadian Field-Naturalist*, 2002, vol. 116, pp.192–304.
9. NDVI – теория и практика // GISLAB [website]. Available at: <http://gis-lab.info/qa/ndvi.html> (accessed: 05.06.2018).
10. Ting T.M., Poulsen A.D. Understorey vegetation at two mud volcanoes in north-east Borneo. In: *Journal of Tropical Forest Science*, 2009, vol. 21(3), pp.198–209.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Каширина Екатерина Сергеевна – старший преподаватель Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова (филиал в г. Севастополе);
e-mail: e_katerina.05@mail.ru

Новиков Антон Алексеевич – старший преподаватель Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова (филиал в г. Севастополе);
e-mail: a_novik@bk.ru

Голубева Елена Ильинична – доктор биологических наук, профессор географического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова;
e-mail: egolubeva@gmail.com

Исаев Владислав Сергеевич – кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник геологического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова;
e-mail: tpomed@rambler.ru

Аманжуров Руслан Маратович – инженер-геодезист, ООО «Современные Геотехнологии»;
e-mail: rusaman@gmail.com

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Ekaterina S. Kashirina – lecturer, Branch of M.V. Lomonosov Moscow State University in Sevastopol, Faculty of Geography;
e-mail: e_katerina.05@mail.ru

Anton A. Novikov – lecturer, Branch of M.V. Lomonosov Moscow State University in Sevastopol, Faculty of Geography;
e-mail: a_novik@bk.ru

Elena I. Golubeva – Doctor of Biological Sciences, professor, M.V. Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography;
e-mail: egolubeva@gmail.com

Vladislav S. Isaev – PhD in Geological and Mineralogical sciences, senior researcher, M.V. Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geology;
e-mail: tpomed@rambler.ru

Ruslan M. Amanzhurov – engineer-surveyor, LLC ‘Modern Geotechnologies’;
e-mail: rusaman@gmail.com

ПРАВИЛЬНАЯ ССЫЛКА НА СТАТЬЮ

Каширина Е.С., Новиков А.А., Голубева Е.И., Исаев В.С., Аманжуров Р.М. Структурно-функциональные особенности растительных сообществ грязевых вулканов Булганакской группы (Керчь, Крымский полуостров) // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2018. № 2. С. 20–29.
DOI: 10.18384/2310-7189-2018-2-20-29

FOR CITATION

Kashirina E., Novikov A., Golubeva E., Isaev V., Amanzhurov R. Structural-functional features of vegetation of Bulganak mud volcanoes (Kerch, Crimean peninsula). In: *Bulletin of Moscow Region State University. Series: Natural sciences*, 2018, no. 2, pp. 20–29.
DOI: 10.18384/2310-7189-2018-2-20-29

УДК 574.4+ 504.7

DOI: 10.18384/2310-7189-2018-2-30-41

ФЛОРИСТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ГОРНЫХ ЛЕСОВ СРЕДНЕГО И ЮЖНОГО УРАЛА

Иванова Н.С.*Ботанический сад Уральского отделения Российской академии наук
620144, г. Екатеринбург, ул. 8-Марта 202а, Российская Федерация*

Аннотация. В результате многолетних исследований (1991–2017 гг.) в западных низкогорьях Южного Урала и Зауральской холмисто-предгорной провинции Среднего Урала получены количественные данные о флористическом разнообразии условно-коренных лесов. Имеющиеся сведения дополнены информацией о типах леса, их продуктивности и видовой насыщенности травяно-кустарничкового яруса условно-коренных лесов, характеризующей естественный уровень биоразнообразия, необходимый для поддержания устойчивости природных комплексов. Выявлено, что разнообразие лесорастительных условий и существующий экотонный эффект приводят к многообразию современных типов леса. Проведенный анализ показал преимущества совместного использования методов смежных наук в области лесоведения и геоботаники для изучения лесной растительности.

Ключевые слова: биогеоценология, лесные экосистемы, тип леса, флористическое разнообразие, Средний и Южный Урал.

FLORISTIC DIVERSITY OF MOUNTAIN FORESTS OF THE MIDDLE AND SOUTH URALS

N. Ivanova*Botanical Garden of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences
ul. Vos'мого Marta 202a, 620144 Yekaterinburg, Russian Federation*

Abstract. Based on the results of long-term investigations, we present quantitative data on the biodiversity of conditionally native forests in the western low mountains of the Southern Urals and the Trans-Ural hilly foothill province of the Middle Urals. Available information about forest types is supplemented with information on the productivity and species abundance of the grass and shrub layers of conditionally native forests, which characterizes the natural level of biodiversity necessary to maintain the sustainability of natural ecosystems. It is revealed that the diversity of landscapes, humidification regimes and the complex ecotonic effect lead to a high variety of forest types. The analysis shows the advantages of sharing the methods of the genetic forest typology, landscape ecology, with obtaining quantitative characteristics of the productivity and ecosystem biodiversity and floral analysis for studying forest vegetation.

Key words: biogeocenology, forest ecosystems, forest type, species diversity, Middle and Southern Urals.

Введение

В связи с постоянно увеличивающейся антропогенной нагрузкой на биосферу сохранение и поддержание естественного биоразнообразия лесных экосистем и прогноза их динамики является одной из наиболее актуальных задач во всем мире [25; 29]. Множество работ посвящено этой проблеме. Наиболее значимыми факторами, трансформирующими структуру и функции лесных экосистем, признаны климатические изменения, рубки и пожары [17; 21; 26; 27]. Несмотря на множество публикаций по проблеме биоразнообразия, до сих пор не хватает надежного понимания масштабов изменений, происходящих в лесных экосистемах, взаимосвязи биоразнообразия и устойчивости природных комплексов [13; 28].

В России располагается более 20% лесных экосистем мира. Они имеют первостепенное значение для поддержания стабильности биосферы [22], а для России являются важнейшим национальным богатством. Леса Урала расположены на границе Европы и Азии: на стыке двух флор. Они имеют исключительное климаторегулирующее и водоохранное значение. Экотонное положение способствует большей уязвимости лесов Урала к климатическим сменам и антропогенным воздействиям по сравнению с лесами других регионов.

Цель наших исследований – на основе подходов генетической лесной типологии, ландшафтной экологии и геоботаники выявить географические и ландшафтные особенности разнообразия горных лесов Южного и Среднего Урала с целью дополнения када-

стра типов уральских лесов, который служит научной основой лесопользования и сохранения естественных зональных типов растительности в условиях антропогенного воздействия и изменения климата.

Район и объекты исследований

Исследования проведены в западных низкогорьях Южного Урала и Зауральской холмисто-предгорной провинции Среднего Урала. По климатическому делению территории СССР [1] горный Южный и Средний Урал входят в атлантико-континентальную лесную область умеренного пояса.

На западные низкогорья Южного Урала в течение большей части года оказывают влияние влажные и прохладные атлантические морские воздушные массы [12]. Основной чертой климата является его континентальность. Расчлененность горного рельефа и зависимость климатического режима от различных по происхождению воздушных масс (атлантических и арктических) вносят значительные осложнения в обобщенную характеристику климатической обстановки. Сложный характер трансформации атлантических воздушных масс разновысотными горными цепями Южного Урала оказывает влияние на закономерности изменения климата с высотой местности [12]. Это приводит к ярковыраженной высотной поясности. Верхний высотный пояс (700–900 м над ур.м.) отличается наиболее контрастным температурным режимом. Наиболее характерны крутые склоны с мелкими каменистыми почвами, влажность которых нестабильна и полностью зависит от атмосферных

осадков. Здесь произрастают ельники с доминированием в подчиненных ярусах горца альпийского. Средний высотный пояс (500–700 м над ур.м.), благодаря температурным инверсиям, является наиболее теплым. Склоны покатые и крутые. Почвы средней мощности. Здесь произрастают неморальные темнохвойные леса. Нижний высотный пояс (400–500 м над ур.м.) отличается длинными пологими склонами с мощными почвами, которые обеспечивают устойчивый режим увлажнения. Здесь произрастают высокопродуктивные темнохвойные леса.

Климат Зауральской холмисто-предгорной провинции формируется под воздействием воздушных масс трех типов: атлантических влажных и прохладных, приходящих с запада; холодных и умеренно влажных полярных (арктических), распространяющихся вдоль Уральского хребта с Северного Ледовитого океана; теплых и сухих континентальных, проникающих со стороны равнин Казахстана [11]. На климатический режим решающее влияние оказывает барьерная роль Уральского хребта, задерживающего продвигающиеся на восток влажные воздушные массы атлантического происхождения [11]. Вследствие своей меридиональной направленности Уральские горы способствуют усилению континентальности климата в Зауральской холмисто-предгорной провинции [12]. Основные черты климата Зауральской холмисто-предгорной провинции обуславливаются двумя факторами: малыми абсолютными высотами предгорий и их расположением на подветренном макросклоне Уральского водораздельного хребта, в барьерной тени от его горной

полосы. Первый фактор определяет более благоприятные показатели температурного режима (особенно в летние месяцы), а второй – значительное уменьшение осадков по сравнению с западным макросклоном Урала, а значит, и меньшее увлажнение. Поэтому темнохвойные леса, широко распространенные на западном макросклоне, сменяются сосновыми типами леса на восточном макросклоне. Кроме того, незначительный диапазон высот не приводит к развитию высотной поясности. Исследованиями охвачены леса, произрастающие на высоте 200–400 м над ур. м. Можно лишь отметить, что средние части склонов, благодаря температурным инверсиям, являются более теплыми.

Годовое количество осадков в западных низкогорий Южного Урала – 580–680 мм в год, в Зауральской холмисто-предгорной провинции Среднего Урала – 400–500 мм в год.

Более 250 лет леса Урала подвержены интенсивному лесопользованию, кроме того, повышается интенсивность пожаров антропогенного происхождения. Изменения растительного покрова идут в следующих направлениях [19]: последовательного сокращения площади коренных зональных типов растительности; относительно увеличения площади производных (вторичных) лиственных лесов; снижения продуктивности лесных почв из-за ухудшения гидрологического режима и развития эрозийных явлений.

Подходы и методы

В основу полевых исследований положен метод топоэкологических профилей с закладкой на ключевых участках постоянных и временных

пробных площадей. Маршрутное изучение включало обследование нижних, средних и верхних частей южных, северных, западных и восточных склонов гор. Этот этап работы позволил найти наименее нарушенные (условно-коренные) леса, произрастающие в различных лесорастительных условиях. На этих участках были заложены пробные площади. Размер пробных площадей подбирался таким образом, чтобы на них имелось не менее 200 деревьев основного поколения преобладающего лесообразователя. Для каждого участка указывалось положение в рельефе (часть склона, его экспозиция и крутизна). Определялась мощность почв. С целью классифицирования объектов использованы схемы типов леса, составленные на принципах генетической лесной типологии [10; 11; 24], и эколого-флористическая классификация [15; 20]. Эколого-флористическая классификация позволяет описать объекты исследований на уровне мировых стандартов [14; 17].

На пробных площадях по апробированным методикам изучался древостой [2; 23], естественное возобновление древесных растений, травяно-кустарничковый ярус [16]. Для древостоя (для всех древесных видов) определены высоты (высотомером), диаметры и возраст (возрастным буровом). Естественное возобновление древесных растений изучено на лентах (2-4 ленты на пробную площадь) длиной 20 м и шириной 4 м, разбитых на площадки 2х2 м. Для травяно-кустарничкового яруса определен видовой состав, проективное покрытие и продуктивность. Для этого было заложено по 15-20 учетных площадок 1х1 м.

Результаты и обсуждение

Продолжая изучение разнообразия и динамики горных лесов Урала, начатое Е.Е. Фильрозе [18; 19], Б.П. Колесниковым, Р.С. Зубаревой и Е.П. Смолоноговым [11], мы исследовали условно-коренные леса (1991–2017 гг.). К условно-коренным мы относим участки лесов 120-300-летнего возраста, которые за этот промежуток времени не подвергались сплошным рубкам, верховым пожарам и масштабным ветровалам. Такие леса сохранились на крайне незначительной площади и представляют исключительный интерес как объект популяционных, фитоценологических и лесотипологических исследований.

Нами изучены два обобщенных топоэкологических профиля: из 9 наиболее распространенных типов леса для Южного Урала [4–6] и 12 типов леса для Среднего [7–9]. В западных низкогорьях Южного Урала главными лесообразующими видами являются ель сибирская (*Picea obovata* Ledeb.) и пихта сибирская (*Abies sibirica* Ledeb.). Повсеместно во втором ярусе и подлеске распространена *Tilia cordata* Mill. Однако в верхнем высотном поясе древесный ярус формирует исключительно *Picea obovata*. Контрастный температурный режим ограничивает в этих условиях распространение *Abies sibirica* Ledeb. и *Tilia cordata* Mill. Береза пушистая (*Betula pubescens* Ehrh.) также является обычным компонентом лесных фитоценозов в горах Южного Урала, но условно-коренные древостои она образует только в устойчиво переувлажненных местообитаниях. В средних наиболее теплых частях склонов в подлеске темнохвойных лесов присутствует древесные виды широко-

колиственных лесов: *Acer platanoides* L., *Ulmus glabra* Huds., *Quercus robur* L.

В Зауральской холмисто-предгорной провинции Среднего Урала главным лесообразователем является сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). На вершинах и верхних половинах склонов она образует чистые древостои с небольшой примесью березы (*Betula pubescens* Ehrh., *B. pendula* Roth) и лиственницы (*Larix sibirica* Ledeb.). В средних частях склонов второй ярус сосновых лесов формирует *Tilia cordata* Mill. В нижних частях склонов на мощных суглинистых почвах произрастают высокопродуктивные еловые леса.

Наши специальные исследования посвящены изучению подчиненных ярусов лесных фитоценозов. Исследования дополнили имеющиеся сведения о типах леса информацией о продуктивности и видовой насыщенности травяно-кустарничкового яруса услов-

но-коренных лесов, характеризующей естественный уровень биоразнообразия, необходимый для поддержания устойчивости природных экосистем [3; 7–9] (результаты этой части исследований – см. табл. 1 и 2). Выявлено, что горные леса западных низкогорий Южного Урала характеризуются сходным видовым разнообразием сосудистых растений, по сравнению с лесами Зауральской холмисто-предгорной провинции Среднего Урала, несмотря на то, что различия в количестве осадков в двух изученных районах приводят к смене преобладающей древесной породы: темнохвойные леса на западном склоне Уральских гор сменяются светлохвойными на восточном макросклоне. Поддержание стабильного уровня флористического разнообразия достигается сменой видового состава и является адаптивной стратегией экосистем, позволяющей

Таблица 1

**Травяно-кустарничковый ярус исследованных условно-коренных лесов
верхнего, среднего и нижнего высотных поясов западных
низкогорий Южного Урала**

Проективное покрытие, %			Абсолютно сухая масса, г/м ²			Число видов на 1 м ²		
Среднее	Максимум	Kv, %	Среднее	Максимум	Kv, %	Среднее	Максимум	Kv, %
Верхний высотный пояс (700–900 м над ур.м.). Крутые склоны. Неустойчивый режим увлажнения почвогрунтов Ельник альпийско-горцовый								
33,9	70,2	60,8	28,0	55,7	70,5	5	10	30,0
Средний высотный пояс (500–700 м над ур.м.). Покатые склоны. Устойчивый режим увлажнения почвогрунтов. Ельник неморальный								
77,6	97,0	12,2	73,7	127,0	68	8	11	18,0
Нижний высотный пояс (400–500 м над ур.м.). Пологие склоны. Устойчивый режим увлажнения почвогрунтов. Ельник мелкотравно-зеленомошный								
30,6	83,7	23,2	32,6	77,9	79,1	10	15	21,0

Примечание: Kv – коэффициент вариации

Таблица 2

**Травяно-кустарничковый ярус исследованных условно-коренных лесов
дренированных, слабо дренированных и заболоченных местообитаний
южно-таежного округа Зауральской холмисто-предгорной
провинции Среднего Урала**

Проективное покрытие, %			Абсолютно сухая масса, г/м ²			Число видов на 1 м ²		
Среднее	Максимум	Kv, %	Среднее	Максимум	Kv, %	Среднее	Максимум	Kv, %
Дренированные местообитания								
Крутые склоны. Неустойчивый режим увлажнения почвогрунтов								
Сосняк брусничниковый								
29,9	67	67,8	78,0	195	77,5	8	14	37,7
Средние части покатых и пологих склонов.								
Устойчивый режим увлажнения почвогрунтов.								
Сосняк ягодниковый								
51,4	94,5	41,9	116,4	243,6	52,6	8	11	18,0
Сосняк ягодниково-липняковый								
57,6	78,0	22,2	69,7	81,6	78	17	21	20,0
Ельник-сосняк зеленомошниково-ягодниковый								
29,7	89,6	91,3	41,9	112,3	93,6	11	21	66,9
Сосняк орляковый								
83,7	100	17,3	123,2	184,1	21,9	15	18	16,5
Сосняк травяно-липняковый								
39,2	100	77,4	59,3	91,1	38,8	14	21	30,3
Нижние части пологих склонов.								
Устойчивый, периодически избыточный режим увлажнения почвогрунтов								
Сосняк разнотравный								
86,3	100	19,5	89,8	113,1	12,6	28	31	9,3
Сосняк с темнохвойным ярусом мшисто-черничниковый								
68,3	76	7,6	143,7	165,1	11,9	11	12	12,3
Ельник травяно-зеленомошниковый								
82,6	100	21,8	21,7	29,9	30,4	10	15	45,9
Слабо дренированные и заболоченные местообитания								
Периодическое переувлажнение почвогрунтов								
Сосняк-ельник разнотравно-высокотравный								
63,2	70,3	13,2	51,4	69,6	22,1	18	23	14,8
Ельник-кедровник хвощево-мшистый								
73,4	100	24,1	54,8	67,2	17,9	12	15	13,3
Устойчивое переувлажнение почвогрунтов								
Сосняк сфагново-хвощовый								
42,9	48,8	11,8	54,0	72,1	24,4	14	20	27,8

Примечание: Kv – коэффициент вариации

стабильно функционировать даже при значительном изменении водного и температурного режима. Однако в видовой насыщенности, проективном покрытии и фитомассе травяно-кустарничкового яруса выявлены различия между исследованными районами. Для Зауральской холмисто-предгорной провинции эти показатели имеют более высокие значения. Это можно объяснить влиянием сильного эдификатора (ели сибирской) на структуру подпологовой растительности. Данный вывод подтверждается также сравнением продуктивности травяно-кустарничкового яруса под пологом темнохвойных лесов (ельников травяно-зеленомошниковых) и различных светлохвойных лесов в пределах одной лесорастительной провинции (Зауральской холмисто-предгорной). Сравнительный анализ показал, что минимальную продуктивность травяно-кустарничковый ярус имеет под пологом темнохвойного леса.

Видовая насыщенность травяно-кустарничкового яруса связана с рельефом. Наименьшие значения данный показатель принимает на крутых склонах и в верхних частях гор как на Южном Урале, так и на Среднем. Минимальные значения отмечены на крутых и покатых склонах для ельников альпийско-горцовых западных низкогорий Южного Урала и для сосняков брусничниковых Зауральской холмисто-предгорной провинции. Наибольшая видовая насыщенность выявлена в нижних частях пологих склонов для ельников мелкотрано-зеленомошных западных низкогорий Южного Урала и для сосняков разнотравных Зауральской холмисто-предгорной провинции Среднего Урала.

Анализ флористического разнообразия выявил, что большое значение для формирования видовой структуры лесов имеет ярко выраженный экотонный эффект. На формирование типов леса западных низкогорий Южного Урала оказывают влияние восточно-европейские липово-дубовые и липовые леса, с одной стороны, и южно-таежные темнохвойные и широколиственно-темнохвойные подтаежные леса – с другой.

Типы леса в Зауральской холмисто-предгорной провинции формируются на стыке двух подзональных групп растительности: светлохвойных и темнохвойных бореальных лесов таежного типа и гемибореальных светлохвойных травяных лесов.

В условиях переувлажнения на видовую структуру в обоих регионах оказывают влияние интразональные нелесные типы растительности: болота и заливные луга, что еще более усиливает закономерности формирования видовой структуры.

Заключение

В результате многолетних исследований в западных низкогорьях Южного Урала и Зауральской холмисто-предгорной провинции Среднего Урала получены количественные данные о биологическом разнообразии условно-коренных лесов, имеющиеся сведения о типах леса дополнены информацией о продуктивности и видовой насыщенности травяно-кустарничкового яруса условно-коренных лесов, характеризующей естественный уровень биоразнообразия, необходимый для поддержания устойчивости природных комплексов. Наименьшие значения видовой насыщенности вы-

явлены на крутых склонах и в верхних частях гор как на Южном Урале, так и на Среднем. Минимальные значения отмечены на крутых и покатых склонах для ельников альпийско-горцовых западных низкогорий Южного Урала и для сосняков брусничниковых Зауральской холмисто-предгорной провинции. Наибольшая видовая насыщенность выявлена в нижних частях пологих склонов для ельников мелко-зеленомошных западных низкогорий Южного Урала и для сосняков разнотравных Зауральской холмисто-предгорной провинции Среднего Урала. Продуктивность травяно-кустарничкового яруса в большей степени зависит от эдификатора: темнохвойные леса характеризуются меньшей их фитомассой.

Выявлено, что разнообразие ландшафтов, режимов увлажнения и сложный экотонный эффект приводят к высокому разнообразию типов леса. В западных низкогорьях Южного Урала наиболее обычными являются ельники

мелкотравно-зеленомошные, неморальные, альпийско-горцовые. В зауральской холмисто-предгорной провинции Среднего Урала – сосняки брусничниковые, ягодниковые, зеленомошниково-ягодниковые, ягониково-липняковые, травяно-липняковые и разнотравные. Из темнохвойных лесов в этой провинции Среднего Урала обычны ельники травяно-зеленомошниковые.

Проведенный анализ показал преимущества совместного использования методов генетической лесной типологии, ландшафтной экологии с получением количественных характеристик продуктивности и биоразнообразия фитоценозов и геоботанического анализа для изучения лесной растительности. Проведенная работа формирует научную основу для сохранения биоразнообразия горных лесов Урала, изучения их региональной и ландшафтной динамики, обоснованного прогнозирования состояния лесных ресурсов.

Статья поступила в редакцию 22.03.2018

ЛИТЕРАТУРА

1. Алисов Б.П. Климат СССР. М.: МГУ, 1956. 128 с.
2. Анучин Н.П. Лесная таксация: учебник для ВУЗов. М.: Лесная пром-сть, 1982. 552 с.
3. Золотова Е.С. Лесотипологические особенности растительности и почв Зауральской холмисто-предгорной провинции: дис. ... канд. биол. наук. Екатеринбург, 2013. 208 с.
4. Иванова Н.С. Методы классификации горных лесов Южного Урала // Лесоведение. 2000. № 4. С. 16–21.
5. Иванова Н.С. Динамика продуктивности травяно-кустарничкового яруса в лесах западных низкогорий Южного Урала // Ботанический журнал. 2007. Т. 92, № 9. С. 1427–1442.
6. Иванова Н.С. Типы леса западных низкогорий Южного Урала // Известия Самарского научного центра РАН. 2012. № 1. С. 1020–1023.
7. Иванова Н.С., Золотова Е.С. Факторы типологического и видового разнообразия лесов Зауральской холмисто-предгорной провинции // Фундаментальные исследования. 2011. № 12-2. С. 275–280.
8. Иванова Н.С., Золотова Е.С. Биоразнообразие условно-коренных лесов Зауральской холмисто-предгорной провинции // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 1. URL: <http://www.science-education.ru/107-8563> (дата обращения: 10.06.2018).

9. Иванова Н.С., Золотова Е.С. Экологическое пространство условно-коренных типов леса в горах Среднего Урала // *Современные проблемы науки и образования*. 2015. № 3. URL. <http://www.science-education.ru/123-19372> (дата обращения: 10.06.2018).
10. Колесников Б.П. Кедровые леса Дальнего Востока. М.; Л.: АН СССР, 1956. 264 с.
11. Колесников Б.П., Зубарева Р.С., Смолоногов Е.П. Лесорастительные условия и типы лесов Свердловской области. Практическое руководство. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1973. 176 с.
12. Кувшинова К.В. Климат // *Урал и Приуралье*, М.: Наука, 1968. С. 82–117.
13. Ланкин Ю.П., Иванова Н.С. Общий подход к моделированию разнообразия экосистем биосферы на основе фундаментальных свойств живых систем // *Современные проблемы науки и образования*. 2011. № 6. URL. <http://www.science-education.ru/100-4883> (дата обращения: 10.06.2018).
14. Мартыненко В.Б., Соломещ А.И., Жирнова Т.В. Леса Башкирского государственного природного заповедника: синтаксономия и природоохранная значимость. Уфа: Гилем, 2003. 203 с.
15. Мартыненко В.Б., Миркин Б.М., Жигунов О.Ю. Место метода Браун-Бланке в изучении биологического разнообразия растений // *Сибирский экологический журнал*. 2007. № 1. С.111–118.
16. Методы изучения лесных сообществ / под ред. В.Т. Ярмишко, И.В. Лянгузовой. СПб.: НИИХимии СПбГУ, 2002. 240 с.
17. Миркин Б.П., Мартыненко В.Б., Широких П.С., Наумова Л.Г. Анализ факторов, определяющих видовое богатство сообществ лесов Южного Урала // *Журнал общей биологии*. 2010. Т. 71, № 2. С. 131–143.
18. Фильрозе Е.М. Природные особенности и система хозяйства в горных лесах Южного Урала // *Леса Урала и хозяйство в них*. Вып. 2. Свердловск, 1968. С. 43–47.
19. Фильрозе Е.М. Антропогенная динамика лесных ресурсов Челябинской области // *Охрана и рациональное использование биологических ресурсов Урала*. Свердловск, 1978. С. 63–64.
20. Braun-Blanquet J. Pflanzensociologie. Grundzuge der Vegetationskunde. 3 Aufl. Wien-New York: Springer-Verlag, 1964. 865 p.
21. Chen I.-C., Hill J.K., Ohlemüller R., Roy D.B., Thomas C.D. Rapid range shifts of species associated with high levels of climate warming // *Science*. 2011. Vol. 333, № 6045. P. 1024–1026.
22. Global Biodiversity Outlook 2. Montreal: Secretariat of the Convention on Biological Diversity. 2006; URL. <https://www.cbd.int/doc/gbo/gbo2/cbd-gbo2-en.pdf> (дата обращения: 10.06.2018).
23. Ivanova N. Research Methods of Timber-Yielding Plants (in the Example of Boreal Forests). In: *Biology, Productivity and Bioenergy of Timber-Yielding Plants*. SpringerBriefs in Plant Science. Springer, Cham, 2017. P. 121–137.
24. Ivanova N.S., Zolotova E.S. Development of Forest Typology in Russia // *International Journal of Bio-resource and Stress Management*. 2014. 5 (2): 298–303.
25. Maiti R., Rodriguez H.G., Ivanova N.S. Autoecology and Ecophysiology of Woody Shrubs and Trees: Concepts and Applications. John Wiley & Sons, 2016. 352 p.
26. Murray D.L, Peers M.J.L, Majchrzak Y.N., Wehtje M., Ferreira C., Pickles R.S.A., et al. Continental divide: Predicting climate-mediated fragmentation and biodiversity loss in the boreal forest // *PLoS ONE*. 2017. Vol. 12, № 5. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0176706>.
27. Schaphoff S., Christopher P.O. Reyer, Schepaschenko D., Gerten D, Shvidenko A. Tamm Review: Observed and projected climate change impacts on Russia's forests and its carbon balance // *Forest Ecology and Management*. 2016. Vol. 361. P. 432–444.

28. Westgate M.J., Likens G.E., Lindenmayer D.B. Adaptive management of biological systems: a review // *Biological Conservation*. 2013. Vol. 158. P. 128–139. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2012.08.016>.
29. Zobel M. The species pool concept as a framework for studying patterns of plant diversity // *Journal of Vegetation Science*. 2016. Vol. 27, №1. P. 8–18.

REFERENCES

1. Alisov B.P. *Klimat SSSR [The climate of the USSR]*. Moscow, MGU Publ., 1956. 128 p.
2. Anuchin N.P. *Lesnaya taksatsiya: uchebnik dlya VUZov [Forest valuation: textbook for universities]*. Moscow, Lesnaya prom-st' Publ., 1982. 552 p.
3. Zolotova E.S. *Lesotipologicheskie osobennosti rastitel'nosti i pochv Zaural'skoi kholmisto-predgornoi provintsii: dis. ... kand. biol. nauk [Isotopologues features of vegetation and soils Zauralskaya hilly Piedmont province: dis... PhD in Biological Sciences]*. Ekaterinburg, 2013. 208 p.
4. Ivanova N.S. [Methods of classification of mountain forests of the southern Urals]. In: *Lesovedenie*, 2000, no. 4, pp. 16–21.
5. Ivanova N.S. [Dynamics of productivity of the herb-dwarf shrub layer in the forests of the Western lowlands of the southern Urals]. In: *Botanicheskii zhurnal*, 2007, t. 92, no. 9, pp. 1427–1442.
6. Ivanova N.S. [Forest types of the Western lowlands of the southern Urals]. In: *Izvestiya Sarmarskogo nauchnogo tsentra RAN*, 2012, no. 1, pp. 1020–1023.
7. Ivanova N.S., Zolotova E.S. [Typological factors and species diversity in forests of the Trans-Ural hilly foothill province]. In: *Fundamental'nye issledovaniya*, 2011, no. 12–2, pp. 275–280.
8. Ivanova N.S., Zolotova E.S. [Biodiversity of conditionally indigenous forests Trans-Ural hilly foothill province]. In: *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*, 2013, no. 1. Available at: <http://www.science-education.ru/107-8563> (accessed: 10.06.2018).
9. Ivanova N.S., Zolotova E.S. [Environmental space of conditionally indigenous forest types in the mountains of the Middle Urals]. In: *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*, 2015, no. 3. Available at: <http://www.science-education.ru/123-19372> (accessed: 10.06.2018).
10. Kolesnikov B.P. *Kedrovye lesa Dal'nego Vostoka [Cedar forests of the Far East]*. Moscow; Leningrad, AN SSSR Publ., 1956. 264 p.
11. Kolesnikov B.P., Zubareva R.S., Smolonogov E.P. *Lesorastitel'nye usloviya i tipy lesov Sverdlovskoi oblasti. Prakticheskoe rukovodstvo [Forest conditions and forest types in Sverdlovsk region. A practical guide]*. Sverdlovsk, UNTS AN SSSR Publ., 1973. 176 p.
12. Kuvshinova K.V. *Klimat // Ural i Priural'e [Climate // The Urals and the Trans-Urals]*. Moscow, Nauka, 1968, pp. 82–117.
13. Lankin Yu.P., Ivanova N.S. [A general approach to modeling diversity of ecosystems of the biosphere on the basis of the fundamental properties of living systems]. In: *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*, 2011, no. 6. Available at: <http://www.science-education.ru/100-4883> (accessed: 10.06.2018).
14. Martynenko V.B., Solomeshch A.I., Zhirnova T.V. *Lesa Bashkirskogo gosudarstvennogo prirodnogo zapovednika: sintaksonomiya i prirodookhrannaya znachimost' [Forests of the Bashkir state natural reserve: syntaxonomy and conservation importance]*. Ufa, Gilem Publ., 2003. 203 p.
15. Martynenko V.B., Mirkin B.M., Zhigunov O.Yu. [The place of Braun-Blanquet method in the study of biological diversity of plants]. In: *Sibirskii ekologicheskii zhurnal*, 2007, no. 1, pp. 111–118.
16. *Metody izucheniya lesnykh soobshchestv. Pod red. V.T. Yarmishko, I.V. Lyanguzovoi [Methods of studying forest communities. Under the editorship of V.T. Yarmishko, I.V. Lyanguzovoi]*

- ods of studying of forest communities. Ed. by V. T. Yarmishko, I. V. Lyangasovo]. SPb., NIIKHimii SPbGU Publ., 2002. 240 p.
17. Mirkin B.P., Martynenko V.B., Shirokikh P.S., Naumova L.G. [Analysis of the factors determining species richness of forest communities of the southern Urals]. In: *Zhurnal obshchei biologii*, 2010, t. 71, no. 2, pp. 131–143.
 18. Fil'roze E.M. [Natural features and economy in the mountain forests of the southern Urals]. In: *Lesy Urala i khozyaistvo v nikh*, 1968, no. 2, pp. 43–47.
 19. Fil'roze E.M. Antropogennaya dinamika lesnykh resursov Chelyabinskoi oblasti [Anthropogenic dynamics of forest resources of the Chelyabinsk region]. In: *Okhrana i ratsional'noe ispol'zovanie biologicheskikh resursov Urala* [Protection and rational use of biological resources of the Ural]. Sverdlovsk, 1978, pp. 63–64.
 30. Braun-Blanquet J. Pflanzensociologie. Grundzuge der Vegetationskunde. 3 Aufl. Wien-New York, Springer-Verlag, 1964. 865 p.
 31. Chen I.-C., Hill J.K., Ohlemüller R., Roy D.B., Thomas C.D. Rapid range shifts of species associated with high levels of climate warming. In: *Science*, 2011, vol. 333, no. 6045, pp. 1024–1026.
 32. Global Biodiversity Outlook 2. Montreal: Secretariat of the Convention on Biological Diversity. 2006. Available at: <https://www.cbd.int/doc/gbo/gbo2/cbd-gbo2-en.pdf> (accessed: 10.06.2018).
 33. Ivanova N. Research Methods of Timber-Yielding Plants (in the Example of Boreal Forests). In: *Biology, Productivity and Bioenergy of Timber-Yielding Plants. SpringerBriefs in Plant Science*. Springer, Cham, 2017, pp. 121–137.
 34. Ivanova N.S., Zolotova E.S. Development of Forest Typology in Russia. In: *International Journal of Bio-resource and Stress Management*, 2014, no 5 (2), pp. 298–303.
 35. Maiti R., Rodriguez H.G., Ivanova N.S. Autoecology and Ecophysiology of Woody Shrubs and Trees: Concepts and Applications. John Wiley & Sons, 2016. 352 p.
 36. Murray D.L, Peers M.J.L, Majchrzak Y.N., Wehtje M., Ferreira C., Pickles R.S.A., et al. Continental divide: Predicting climate-mediated fragmentation and biodiversity loss in the boreal forest. In: *PLoS ONE*, 2017, vol. 12, no 5. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0176706>.
 37. Schaphoff S., Christopher P.O. Reyer, Schepaschenko D., Gerten D, Shvidenko A. Tamm Review: Observed and projected climate change impacts on Russia's forests and its carbon balance. In: *Forest Ecology and Management*, 2016, vol. 361, pp. 432–444.
 38. Westgate M.J., Likens G.E., Lindenmayer D.B. Adaptive management of biological systems: a review. In: *Biological Conservation*, 2013, vol. 158, pp. 128–139. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2012.08.016>.
 39. Zobel M. The species pool concept as a framework for studying patterns of plant diversity. In: *Journal of Vegetation Science*, 2016, vol. 27, no 1, pp. 8–18.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках Государственного задания Ботанического сада УрО РАН.

ACKNOWLEDGMENTS

Work is executed within the framework of the State task of the Botanical garden of Ural Section of Russian Academy of Sciences.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Иванова Наталья Сергеевна – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник Ботанического сада УрО РАН, г. Екатеринбург;
e-mail: i.n.s@bk.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Natalya S. Ivanova – PhD in Agricultural Sciences, senior researcher of the Botanical Garden of the Ural Branch of RAS, Yekaterinburg;
e-mail: i.n.s@bk.ru

ПРАВИЛЬНАЯ ССЫЛКА НА СТАТЬЮ

Иванова Н.С. Флористическое разнообразие горных лесов Среднего и Южного Урала // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2018. № 2. С. 30–41.
DOI: 10.18384/2310-7189-2018-2-30-41

FOR CITATION

Ivanova N. Floristic diversity of mountain forests of the Middle and South Urals. In: *Bulletin of Moscow Region State University. Series: Natural sciences*, 2018, no. 2, pp. 30–41.
DOI: 10.18384/2310-7189-2018-2-30-41

Охрана природы и проблемы природопользования

УДК 502.63: 504.06

DOI: 10.18384/2310-7189-2018-2-42-50

АКТУАЛЬНЫЕ ПРИОРИТЕТЫ ОХРАНЫ ПРИРОДЫ В МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Медведков А.А.^{1,2}, Ткачев А.Ю.²

¹ *Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
119991, г. Москва, Ленинские горы, д. 1, Российская Федерация*

² *Московский государственный областной университет
105005, г. Москва, ул. Радио, д. 10А, Российская Федерация*

Аннотация. Рассмотрены актуальные природоохранные приоритеты, требующие для территории Московской области первоочередного внимания: развитие системы охраняемых природных территорий, экологическая реабилитация городских рек и система обращения с отходами. Для территории ближайшего Подмосковья предлагается развивать локальные формы охраняемых природных территорий на иерархическом уровне ландшафтных урочищ, направленных на поддержание экологического равновесия и качества жизни в условиях плотной застройки. Показана необходимость экологической реабилитации рек и пойменных ландшафтов и рассмотрены важнейшие геоэкологические следствия этого восстановления. На примере реабилитации р. Яуза показаны основные недостатки проводимых работ с позиций ландшафтной гидрологии и геоэкологии. Обозначены основные экологические последствия, связанные с работой полигонов по складированию отходов. В рамках действующей концепции обращения с отходами ставится вопрос о необходимости развития инженерно-геоэкологических исследований для поиска оптимальных мест по размещению и переработке отходов.

Ключевые слова: охрана природы, экологические приоритеты, экологическая реабилитация, городские реки, обращение с отходами, Московская область.

ACTUAL PRIORITIES OF NATURE PROTECTION IN THE MOSCOW REGION

A. Medvedkov^{1,2}, A. Tkachev²

¹ *M.V. Lomonosov Moscow State University
Leninskie Gory, GSP-1, 119991 Moscow, Russian Federation*

² *Moscow Region State University
10A, Radio Street, Moscow, 105005, the Russian Federation*

© CC BY Медведков А.А., Ткачев А.Ю.

Abstract. The paper considers the current environmental priorities that require priority attention for the territory of the Moscow region: the development of the system of protected natural areas, environmental rehabilitation of urban rivers and waste management system. For the territory of the Moscow suburbs, it is proposed to develop local forms of protected natural areas at the hierarchical level of landscape tracts aimed at maintaining the ecological balance and quality of life in dense building. The necessity of ecological rehabilitation of rivers and floodplain landscapes is shown, and the most important geoecological consequences of this restoration are considered also. On the example of rehabilitation of the Yauza river the main drawbacks of the ongoing works from the standpoint of landscape hydrology and geoecology are shown. The main ecological consequences associated with the work of landfills for waste storage are identified. Within the framework of the current waste management concept, the issue of the need for the development of engineering and geoecological studies to find optimal places for waste disposal and processing is raised.

Key words: environmental protection, environmental priorities, environmental rehabilitation, urban rivers, waste management, Moscow region.

Московская область – самый плотно населенный регион страны (около 170 чел./км²), за исключением городов федерального подчинения. В настоящее время повышенная антропогенная нагрузка, аэротехногенное загрязнение в сочетании с ускоренными экзогенными процессами и стихийной урбанизацией приводят к ухудшению состояния экологического каркаса области, выполняющего социально важную рекреационную функцию. Данная проблема особенно остро ощущается в плотнонаселенных городах Московской области (Химки, Мытищи, Щелково и др.), где обеспеченность озелененными территориями общего пользования ниже нормативной¹, по г.о. Мытищи и г.п. Щелково такая же ситуация сохраняется и по обеспечен-

ности лесными территориями². В целом наиболее сложная экологическая ситуация сложилась в ближайшем Подмосковье и на юго-востоке области, где отмечается активное появление очагов загрязнения [7].

Необходимость развития системы охраняемых природных территорий

Рост антропогенного воздействия требует необходимости сохранения ландшафтного и биологического разнообразия региона и его геосистем, особенно тех из них, которые выполняют наиболее значимые экосистемные функции и существенны для проведения мониторинговых исследований. Представляется, что эту роль в Подмосковье сложно осуществить без дальнейшего развития сети охраняемых природных территорий (ОПТ) и создания между ними экологических коридоров. Существующая на сегодняшний день сеть ОПТ, а если более широко, то – экологического каркаса,

¹ Обеспеченность озелененными территориями общего пользования (парки, скверы, бульвары и др.): г.о. Химки – 5,4 м² /чел., г.о. Мытищи – 0,03 м² /чел., г.п. Щелково – 1,9 м² /чел. при нормативной величине – 10 м² /чел. по данным СП 42.13330.2011 «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89».

² Обеспеченность лесными территориями: г.о. Мытищи – 0,8 м² /чел., г.п. Щелково – 0,9 м² /чел. при нормативной величине – 5 м² /чел. по данным СП 42.13330.2011.

недостаточна для поддержания ландшафтно-экологического равновесия как минимум в ближнем Подмоскowie. Для ближнего Подмоскovia перспективным представляется развитие локальных форм ОПТ, направленных на поддержание экологического равновесия на иерархическом уровне урочищ (отдельные участки рек, небольшие озера, балки, роши и т. д.). Расширение сети ОПТ представляется важным принципом экологической политики. В Московской области особо охраняемые природные территории (ООПТ) федерального, областного и местного значения, включая их охранные зоны, занимают в сумме около 6% ее территории [7]. Проводятся работы по организации новых ООПТ. Так, для разных частей Московской области проектируются 4 природных парка, включенных в новую редакцию схемы ООПТ Подмоскovia: “Русский лес” на юге, “Верхнерузско-Москворецкий” на западе и “Ворота в Мещеру” на востоке региона. Планируется и появление новых заказников (“Малая Лобца”, “Междуречье рек Нерская и Гуслица”, “Долина р. Лутосня” и др.). Эту работу следует продолжить. Для получения природоохранного статуса объекты должны удовлетворять следующим критериям: значимый средообразующий потенциал (районы формирования поверхностного стока – верховья рек, крупные лесные массивы, болота и др., территории с повышенным ландшафтным и биологическим разнообразием), степень репрезентативности (территории с наиболее типичными региональными природно-ландшафтными условиями) или уникальности (не имеющих аналогов на территории региона), ощутимые средозащитные

функции для городов и пригородных территорий. Охраняемые территории в функциональном отношении должны охватывать все звенья ландшафтных катен, т.е. быть связанными потоками вещества и энергии, и соединяться между собой “зелеными коридорами”. Только данная структура ОПТ позволит достичь наибольшего экологического эффекта.

Экологическая реабилитация городских рек

Значимым природоохранным приоритетом на урбанизированных территориях, безусловно, является экологическая реабилитация рек и пойменных ландшафтов, реализуемая на примере р. Яуза в черте г.о. Мытищи. Восстановление и реабилитация рек – это важная часть современного городского планирования. Научно обоснованная экологическая реабилитация рек и пойменных ландшафтов с позиции гидрологии, геоморфологии, ландшафтоведения, геоботаники и др. способна дать многочисленные преимущества для территории города и его населения. Появление положительных моментов будет связано не только с увеличением аттрактивности городских ландшафтов и появлением дополнительных рекреационных возможностей, но и с эффективным предотвращением паводков, защитой от наводнений и улучшением качества речных вод. Но реализуемая на сегодняшний день силами инженеров и архитекторов “реабилитация р. Яуза”, таковой не является, поскольку никак не учитывается необходимость восстановления пойменных комплексов – квазиприродных ландшафтов, выполняющих важнейшие экосистемные функции.

После проведенной «экологической реабилитации» долина р. Яуза превратилась в гидротехническое сооружение с искусственными берегами и поймой, обустроенной под городской парк. Проведенные дноуглубительные работы не сопровождались восстановлением условий разнообразия русла реки с целью возрождения популяций рыб и улучшения условий их обитания. К тому же при проведении благоустройства околородная и пойменная растительность оказалась уничтоженной. В итоге это привело к еще большей утрате долиной р. Яуза ее средообразующей и средозащитной функций и дальнейшей фрагментации экологического коридора, столь необходимого в условиях плотной застройки. Так, в условиях г.о. Мытищи отчетливо проявляется проблема недостаточной защиты пойм от жилищного строительства, являющаяся типичной для городов Московской агломерации. Ограничения гидрологических и геоморфологических процессов, обусловленных застраиванием речной долины, значительно сокращают экологические функции речной системы. Такие территории должны оцениваться с позиции экономической стоимости оказываемых ими экосистемных услуг, что позволит более аргументированно отстаивать право городских жителей на благоприятную окружающую среду.

Многочисленные исследования показывают, что природные поймы или пойменные комплексы в квазиприродном состоянии характеризуются высокой биологической продуктивностью [10]. Для европейских специалистов по охране природы, действующих в соответствии с директивами ЕС, восстановленные поймы представляют со-

бой наиболее ценные местообитания, используемые для увеличения биоразнообразия.

Наряду с этим важно понимать, что речные бассейны – это комплексные объекты, структура и динамика которых зависят от состояния и структуры земель на водосборе и интенсивности антропогенного воздействия. К тому же, речные бассейны – это не только области развития трансформированных биотой систем экзогеодинамики, но и результат интеграции биологического и географического (геодинамического) видов материи [1]. Если функционирование такой системы нарушено, а в случае с Яузой так дело и обстоит, то простые локальные решения, ориентированные на механическую расчистку и фрагментарное дноуглубление русла реки оказываются не столь эффективными. Для настоящей экологической реабилитации необходимо не только восстановление фрагментов квазиприродной поймы, но и проведение мониторинговых исследований, и принятие на их основе грамотных решений по управлению ситуацией в бассейне искомой реки. Восстановление речных ландшафтов в европейских странах получило широкое распространение, что выражается в градостроительных проектах и планах городского развития. Это становится общепринятой практикой, осуществляемой в рамках выполнения ряда директив ЕС и является одной из важнейших мер для выполнения требований Рамочной водной директивы [8]. Данные тенденции направлены на усиление контроля за наводнениями и экологическими функциями речных долин, а также – на повышение качества рекреации и уровня жизни.

Экологические проблемы обращения с отходами

Проблема обращения с отходами является одной из острейших в Московской области. Вся концепция обращения с отходами на ближайшее время сводится к тому, что для обеспечения дальнейшего развития требуется строительство новых полигонов [4]. На территории Подмоскovie ежегодно образуется 3,5 млн. т. твердых бытовых отходов (ТБО). По экспертным оценкам, в год на каждого городского жителя образуется 300-400 кг мусора. К тому же, до 90% отходов Москвы вывозится на территорию области. Для России в целом типична такая ситуация, что из всего объема образующихся бытовых отходов переработке подвергается только 3-5%, остальная часть складировается на полигонах, что увеличивает нагрузку на окружающую среду. Доля переработки промышленных отходов составляет 35% [2]. Известны случаи, когда полигоны ТБО в связи с расширением площади городской застройки оказываются в черте города. В Московской области такие примеры запомнились по недавним социальным протестам: г. Балашиха с полигоном “Кучино” и г. Волоколамск с полигоном “Ядрово”. Такие объекты являются реальными источниками экологической опасности. Полигоны характеризуются не только высокой землеемкостью, но и существенным загрязнением природных сред (поверхностных и подземных вод, воздушной среды, почв и донных отложений и др.), а также ощутимо снижают или способствуют утрате эстетической привлекательности ландшафта (визуальное загрязнение). Так, на примере крупного полигона твердых бытовых и

промышленных отходов “Саларьево”¹ (1963–2007 гг.) показано, что его негативное влияние распространяется как минимум на 2,0-2,5 км, вызывая загрязнение всех природных сред. Отмечается загрязнение приземного воздуха фенолом, аммиаком, ксилолом и др., поверхностных вод – хромом и барием, подземных – марганцем и титаном, почв – свинцом, цинком и медью [6]. Перед вхождением в состав Москвы в 2007–2009 гг. проведена комплексная рекультивация полигона “Саларьево” с целью санации прилегающих территорий [3]. Техническая часть рекультивации включала: создание противофильтрационного экрана на уплотненной поверхности полигона, засыпку его грунтом и перекрытие гидроизоляционным материалом, строительство дренажной системы с водоотведением, утилизацию биогаза с использованием специального текстильного материала и разгрузочных железобетонных колодцев. Далее производилась биологическая рекультивация с подбором и посевом многолетних трав на поверхности и бортах полигона.

При строительстве ряда действующих на сегодняшний день свалок не был предусмотрен целый ряд норм по их обустройству, без которых сегодня их эксплуатация не может осуществляться, учитывая необходимые природоохранные требования. Так, в 2017 г. специалистами организации ООО «Промышленная компания ЭКО-ПОЛИГОН» проведено обследование целого ряда санкционированных полигонов ТБО в Московской области. В результате ими было установлено, что на

¹ Полигон ТБПО “Саларьево” до 2012 г. – территория Ленинского района Московской области.

обследуемых объектах не соблюдаются необходимые санитарно-гигиенические и экологические требования [5].

Для решения проблемы обращения с отходами рекомендуется использовать опыт передовых стран (Германии, Японии и др.) по их сортировке, внедрению рециклинга, производственной модернизации и экологическому просвещению населения и лиц, принимающих решения. Поскольку внедрение и реализация указанных мер требует длительного времени, то в рамках действующей концепции обращения с отходами существует необходимость научного обоснования по безопасному захоронению, складированию и переработке отходов, в т.ч. с использованием метода географического районирования. Развитие подобных научно-прикладных направлений требует большой работы по проведению специальных изысканий, применению прогнозного моделирования, развитию мониторинговых исследований и разработке на самом современном уровне системы природоохранных мероприятий.

Таким образом, проведенный анализ актуальных природоохранных приоритетов, применительно к условиям Московской области, позволяет предложить следующие рекомендации в целях экологизации ее социально-экономического развития:

1. интенсивное антропогенное воздействие и стихийная урбанизация приводят к ухудшению состояния экологического каркаса области, особенно остро данная проблема проявляется в самых больших городах Московской области (Химки, Мытищи, Щелково и др.). В данных условиях более широко рекомендуется организовывать

локальные формы охраняемых природных территорий, соответствующие иерархическому уровню ландшафтных урочищ;

2. восстановление рек и пойменных ландшафтов на базе современных достижений ландшафтной гидрологии и геоэкологии – важнейшее направление на пути экологической реабилитации городских ландшафтов. С восстановлением рек тесно связана реализация таких вопросов, как управление наводнениями и паводками в условиях города, экологичность городского строительства, развитие рекреации, повышение экологической составляющей качества жизни;

3. возрастает необходимость развития инженерно-геоэкологических исследований для поиска оптимальных мест по размещению и переработке отходов на территории Московской области. Это возможно осуществить только на базе сотрудничества между самыми разными специалистами в области наук о Земле, т.е. с привлечением гидрогеологов, инженерных геологов, почвоведов, метеорологов, физико-географов – ландшафтоведов и др.). Эта мера в сложившихся эколого-экономических и технологических условиях является вынужденной и в рамках действующей концепции обращения с отходами ориентирована на самую ближайшую перспективу. Поэтому параллельно требуется формирование системы по развитию технологий экологически безопасной утилизации отходов, рециклинга и повторного использования сточных вод.

Представляется, что данные аспекты необходимо учитывать в ходе реализации региональной экологической политики. Определенный опыт

внедрения “зеленых экономических инициатив” в программу развития и реализации потенциала зеленой экономики имеется и у некоторых российских регионов, например у ХМАО [9]. Очевидно, что Московская область имеют свою природно-экологическую

и социально-экономическую специфику, но знакомство с удачным опытом других регионов для экологического развития Подмоскovie представляет чрезвычайно важным.

Статья поступила в редакцию 15.05.2018

ЛИТЕРАТУРА

1. Горшков С.П. Концептуальные основы геоэкологии. М.: Желдориздат, 2001. 592 с.
2. Государственный доклад “О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2013 году”. М.: МПР, 2014. 463 с.
3. Каковкина А.Ю., Грибанова Л.П., Подлесных Н.П. Комплексное решение проблемы рекультивации закрытых полигонов ТБО в Московском регионе // Сергеевские чтения. Выпуск 15. Устойчивое развитие: задачи геоэкологии (инженерно-геологические, гидрогеологические и геокриологические аспекты). М.: РУДН, 2013. С. 314–317.
4. Королев В.А. О геологических проблемах обращения с отходами: к итогам конференции “Обращение с отходами: задачи геоэкологии и инженерной геологии” // Инженерные изыскания. 2018. Т. 12. № 3–4. С. 18–24.
5. Кузнецова М.Д., Юхта Л.С. Особенности проведения полевых и лабораторных работ при обследовании полигонов твердых коммунальных отходов (ТКО) на примере Московской области // Материалы научно-практической конференции “Инженерно-экологические изыскания – нормативно-правовая база, современные методы и оборудование”. М.: ИГИИС, 2018. С. 103–113.
6. Луконина О.А., Булгаков Е.С., Старцев О.И. Влияние полигона твердых бытовых и промышленных отходов на состояние окружающей среды в Московском регионе // Известия высших учебных заведений: «Геология и разведка». 2000. № 4. С. 126–133.
7. О состоянии природных ресурсов и окружающей среды Московской области в 2016 году: информационный выпуск. Красногорск: МЭиП, 2017. 182 с.
8. Сборник избранных докладов IV Международной конференции Европейского центра восстановления рек / Под ред. Прохоровой Н.Б. Екатеринбург: ФГУП РосНИИВХ, 2011. 608 с.
9. Evseev A.V., Krasovskaya T.M., Medvedkov A.A. “Green” development of the Ugra territory: options and obstacles // Geography, Environment, Sustainability. 2017. Vol. 10, № 2, pp. 94–102.
10. Tockner K., Stanford J. Riverine flood plains: present state and future trends // Environmental Conservation. 2002. Vol. 29, Is. 3, pp. 308–330.

REFERENCES

1. Gorshkov S.P. Kontseptual'nye osnovy geoeologii [Conceptual foundations of Geoecology]. Moscow, Zheldorizdat Publ., 2001. 592 p.
2. Gosudarstvennyi doklad "O sostoyanii i ob okhrane okruzhayushchei sredy Rossiiskoi Federatsii v 2013 godu" [State report "the status and environment protection in the Russian Federation in 2013"]. Moscow, MPR Publ., 2014. 463 p.
3. Kakovkina A.Yu., Griбанова L.P., Podlesnykh N.P. Kompleksnoe reshenie problemy rekultivatsii zakrytykh polygonov TBO v Moskovskom regione [Comprehensive solution to the problem of recultivation of closed landfills in the Moscow region]. In: *Sergeevskie*

- chteniya, Vyp. 15. Ustoichivoe razvitie: zadachi geoekologii (inzhenerno-geologicheskie, gidrogeologicheskie i geokriologicheskie aspekty) [Sergeev readings. Iss. 15. Sustainable development: tasks of environmental Geoscience (engineering geological, hydrogeological and geocryological aspects)]. Moscow, RUDN Publ., 2013, pp. 314–317.
4. Korolev V.A. [Geological problems of waste management: the results of the conference "waste management: problems of Geoecology and Engineering Geology"]. In: *Inzhenernye izyskaniya*, 2018, t. 12, no. 3–4, pp. 18–24.
 5. Kuznetsova M.D., Yukhta L.S. Osobennosti provedeniya polevykh i laboratornykh rabot pri obsledovanii poligonov tverdykh kommunal'nykh otkhodov (TKO) na primere Moskovskoi oblasti [Features of the field and laboratory work during the examination of the municipal solid waste (MSW) on the example of Moscow region]. In: *Materialy nauchno-prakticheskoi konferentsii "Inzhenerno-ekologicheskie izyskaniya — normativno-pravovaya baza, sovremennye metody i oborudovanie"* [Materials of scientific-practical conference "Engineering and environmental surveys — legal base, modern methods and equipment"]. Moscow, IGIIS Publ., 2018, pp. 103–113.
 6. Lukonina O.A., Bulgakov E.S., Startsev O.I. [The impact of landfill of solid household and industrial waste on the environment in the Moscow region]. In: *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii: «Geologiya i razvedka»*, 2000, no. 4, pp. 126–133.
 7. O sostoyanii prirodnykh resursov i okruzhayushchei sredy Moskovskoi oblasti v 2016 godu: informatsionnyi vypusk [On the state of natural resources and environment of the Moscow region in 2016: news]. Krasnogorsk, MEiP Publ., 2017. 182 p.
 8. Sbornik izbrannykh dokladov IV Mezhdunarodnoi konferentsii Evropeiskogo tsentra voss-tanovleniya rek. Pod red. Prokhorovoi N.B [A collection of selected papers of the IV International conference of the European centre for river restoration, ed. by Prokhorova N.B]. Ekaterinburg, FGUP RosNIIVKH Publ., 2011. 608 p.
 9. Evseev A.V., Krasovskaya T.M., Medvedkov A.A. "Green" development of the Ugra territory: options and obstacles. In: *Geography, Environment, Sustainability*, 2017, vol. 10, no 2, pp. 94–102.
 10. Tockner K., Stanford J. Riverine flood plains: present state and future trends. In: *Environmental Conservation*, 2002, vol. 29, iss. 3, pp. 308–330.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Московской области (проект 17-45-500894 p_a).

ACKNOWLEDGMENTS

The work is supported by the Russian foundation for Basic Research and Government of the Moscow region (Project No. 17-45-500894 p_a).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Медведков Алексей Анатольевич – кандидат географических наук, доцент кафедры физической географии мира и геоэкологии географического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова; и.о. заведующего кафедрой общей и региональной геоэкологии географо-экологического факультета Московского государственного областного университета;
e-mail: a-medvedkov@bk.ru

Ткачев Алексей Юрьевич – аспирант географо-экологического факультета Московского государственного областного университета;
e-mail: medoz2019@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Aleksey A. Medvedkov – PhD in Geographic Sciences, associate professor at the Department of Physical Geography of the World and Geoecology, Lomonosov Moscow State University; Head of the Department of General and Regional Geoecology of the Geography and Ecology Faculty, Moscow Region State University;
e-mail: a-medvedkov@bk.ru

Aleksey Yu. Tkachev – post-graduate student of the Faculty of Geography and Ecology, Moscow Region State University;
e-mail: medoz2019@mail.ru

ПРАВИЛЬНАЯ ССЫЛКА НА СТАТЬЮ

Медведков А.А., Ткачев А.Ю. Актуальные приоритеты охраны природы в Московской области // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2018. № 2. С. 42–50.
DOI: 10.18384/2310-7189-2018-2-42-50

FOR CITATION

Medvedkov A., Tkachev A. Actual priorities of nature protection in the Moscow region. In: *Bulletin of Moscow Region State University. Series: Natural sciences*, 2018, no. 2, pp. 42–50.
DOI: 10.18384/2310-7189-2018-2-42-50

УДК 504.064.47

DOI: 10.18384/2310-7189-2018-2-51-58

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ НОВОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТВЕРДЫМИ КОММУНАЛЬНЫМИ ОТХОДАМИ В Г.ДУБНА МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Каплина С.П.¹, Семенова М.В.², Каманина И.З.¹

¹ Государственный университет «Дубна»

141980, Московская обл., г.Дубна, ул. Университетская 19, Российская Федерация

² ООО «Российско-финская компания «ЭКОСИСТЕМА»

141980 Московская область, г. Дубна, проезд Автолюбителей, д.14, стр.4.,
Российская Федерация

Аннотация. В работе дана характеристика новой системы управления отходами, реализованной структурным подразделением финского концерна L&T ООО «Российско-финская компания «Экосистема» в наукограде Дубна Московской области. В городе осуществлен стопроцентный раздельный сбор отходов, действует двухконтейнерная система сбора отходов, работает мусоросортировочный комплекс (МСК). Анализ данных, полученных с МСК, показал, что выход вторичных материальных ресурсов из потока ТКО, поступивших на сортировку в период с 2011 по 2015 гг., составил от 5,2 % до 10,1 %. Эколого-экономическая оценка системы обращения с ТКО в Дубне выполнена для двух альтернативных вариантов. Приведены расчёты затрат на извлечение вторичного сырья, поступившего на МСК, прибыли от реализации получаемого вторичного сырья, затрат на захоронение потока ТКО на полигоне. Показано, что ежегодный эколого-экономический эффект от внедрения новой системы управления ТКО на территории г. Дубна Московской области составляет 4,36 млн. руб.

Ключевые слова: твердые коммунальные отходы, город, Московская область, раздельный сбор мусора, мусоросортировочный комплекс, эколого-экономическая эффективность.

ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC EFFICIENCY OF A NEW SYSTEM OF MANAGEMENT OF SOLID COMMUNAL WASTE IN THE TOWN OF DUBNA, MOSCOW REGION

S. Kaplina¹, M. Semenova², I. Kamanina¹

¹ Dubna State University

ul. Universitetskaya 19, 141980 Dubna, Moscow region, Russian Federation

² The Russian-Finnish Company «ECOSYSTEM» LLC

proezd Avtolyubiteley 14, stroenie 4, 141980 Dubna, Moscow region, Russian Federation

Abstract. We present the characteristics of a new waste management system, implemented by the structural division of the Finnish company L&T, The Russian-Finnish company 'Ecosystem' in the science town of Dubna, Moscow region. The operation of the waste sorting facility has

© СС ВУ Каплина С.П., Семенова М.В., Каманина И.З., 2018.

helped to reach a 100% level of separate waste collection within the city by using the system of waste collection consisting of two containers and a waste sorting complex (WSC). The analysis of the data from the WSC shows that the yield of the secondary raw material out of municipal solid waste (MSW) has increased from 5.2% to 10.1% over a period of 5 years. Environmental and economic evaluation of the systems for the MSW management in Dubna is performed for two variants. The costs of recovery of secondary raw materials from the WSC, profit from the sale of the recovered secondary raw materials, costs of disposal of the MSW stream at the landfill are evaluated. It is shown that the annual environmental and economic effect of the introduction of the new system of MSW management on the territory of Dubna, Moscow region, is 4.36 million RUB.

Key words: municipal solid waste, city, Moscow region, separate waste collection, waste sorting facility, ecological and economic efficiency.

Актуальность

Переход к рыночной экономике, рост покупательной способности населения, процессы глобализации – все это привело к увеличению номенклатуры производимых товаров и вместе с тем к постоянному росту отходов производства и потребления. Ежегодный рост объемов образования отходов, в первую очередь коммунальных, уменьшение территориальных возможностей для их размещения на полигонах, увеличение времени и средств на доставку отходов от мест их образования до пунктов конечного размещения требует разработки и организации современной системы управления отходами.

Общие тенденции, сложившиеся в области вывоза и переработки твердых коммунальных отходов (ТКО) в России выглядят следующим образом: в 2000 г. на размещение было направлено около 144 млн. м³ отходов, в 2016 г. – 238,7 млн. м³ (47,5 млн т), т.е. за последние шестнадцать лет произошло примерно удвоение вывоза ТКО. При этом пропорционально возрастало не только негативное воздействие на окружающую природную среду, но и увеличивались потери вторичных материальных ресурсов [1].

В настоящее время государственная политика в сфере обращения с ТКО ориентирована на снижение количества отходов, направляемых на захоронение, за счет их вовлечения в промышленную переработку и утилизацию. Сложностью на пути создания отрасли по переработке ТКО является отсутствие в нашей стране системы раздельного сбора отходов, являющейся неизбежным условием для их глубокого рециклинга.

Обеспечение экологической безопасности территорий включает все структурные составляющие процесса обращения с ТКО: сбор, накопление, транспортировку, размещение, обезвреживание и переработку. Функционирование системы специализированных предприятий, включающей и предприятия жилищно-коммунального хозяйства, – основа нейтрализации ущерба окружающей среде отходами потребления и стабилизации экологической обстановки в регионе [2].

Целью настоящего исследования является эколого-экономическая оценка эффективности перехода на новую систему обращения с отходами в г. Дубна Московской области.

Объект и методы исследования

Город Дубна расположен на севере Московской области, в 128 км от г. Москвы. Город обладает статусом наукограда и в настоящее время активно развивается. Общая площадь территории города Дубна составляет 6336 га¹, численность населения составляет 75,18 тыс. человек (на 01.01.2016).

С 2004 г. в городе реализуется пилотный проект по созданию современной системы управления отходами. Данный проект реализуется при поддержке администрации г. Дубна концерном Lassila & Tikanoja (L&T), который уже много лет работает в сфере обращения с отходами в Финляндии, Швеции и России (подробнее о деятельности в России см. на сайте компании – <http://www.l-t.com.ru>). Сбор и вывоз ТКО в городе осуществляет ООО «Российско-финская компания «Экосистема», которая является структурным подразделением концерна L&T. Предприятие имеет лицензию на осуществление деятельности по обращению с отходами. Компанией был полностью обновлён парк специализированного автотранспорта, построены современные контейнерные площадки, установлены современные пластиковые евроконтейнеры.

В сентябре 2010 г. компанией ООО «Российско-финская компания «Экосистема» был введен в эксплуатацию мусоросортировочный комплекс (МСК) и начал внедряться раздельный сбор отходов.

Результаты исследования

В настоящее время на территории города введен стопроцентный раздельный сбор отходов, что позволило Дубне стать лидером среди городов Московской области по раздельному сбору. В городе действует двухконтейнерная система сбора отходов, один контейнер – синего цвета – для «сухих» отходов (поддающихся переработке: бумага, картон, пластик, алюминиевые банки, стекло, текстиль), второй контейнер серого/зеленого цвета – для «влажных» биоразлагающихся отходов (пищевые отходы, средства личной гигиены, растительные отходы). Отходы из синего контейнера поступают на МСК для досортировки, а содержимое серого контейнера – на полигон для захоронения. Проектная мощность МСК составляет 30 тысяч тонн в год. В настоящее время на комплексе отсортировываются следующие фракции: картон, макулатура, ПЭТ-бутылки, стреч-пленка, полиэтилен высокой плотности, алюминий. Вторсырье спрессовывают в брикеты и отправляют организациям переработчикам отходов. «Хвосты», оставшиеся после сортировки, отправляют на полигон для захоронения.

На первом этапе решения проблемы ТКО необходима стабилизация процесса сбора отходов по качеству техногенного сырья. На сегодняшний день данный этап пройден, в г. Дубна внедрен раздельный сбор в местах образования отходов, решен вопрос транспортировки (вывоз ТКО осуществляется двумя разными мусоровозами), потенциальное вторсырье досортировывают на МСК, работа которого полностью отлажена, что

¹ Генплан городского округа Дубна Московской области. Утвержден Решением Совета депутатов городского округа Дубна Московской области от 28.10.2010 г. № 3С-12 (27)-101/45.

позволяет получать стабильное технологическое вторсырье для поставки его на предприятия для последующей переработки.

Анализ данных, полученных с МСК, показал, что выход вторичных материальных ресурсов из потока ТКО, поступивших на сортировку в период с 2011 по 2015 гг., составил от 5,2 % до 10,1 %, причем преобладающей фракцией является макулатура, на долю которой приходится от 75,1 до 90%, на втором месте пластик – от 5 до 10%, на третьем алюминий – от 0,4 до 4,1%.

Эколого-экономическая оценка системы обращения с ТКО в г. Дубна проводилась с учетом внедренного раздельного сбора и работы мусоросортировочного комплекса. Был проведен анализ двух альтернативных вариантов системы обращения с ТКО на территории города. Первый вариант: весь объем ТКО поступает для захоронения на полигон ТБО. Второй вариант: на территории города осуществляется раздельный сбор ТКО в месте их образования путем деления на два потока «сухие» и «влажные» отходы с последующим извлечением вторичных материальных ресурсов на МСК. Данная оценка необходима для выбора наиболее эффективного направления обращения с ТКО на территории города.

Для расчета были приняты усредненные данные за 5 лет работы комплекса (2011-2015 гг.): годовой объем отходов, поступающих на мусоросортировочный комплекс – 14000 тонн, количество извлеченных вторичных материальных ресурсов – 990 тонн (при плотности 1000 кг/м³).

Экономический эффект (Э) от внедрения сортировки ТКО был рассчитан по формуле:

$$\text{Э} = (Z_1 - Z_2) - (P_1 - P_2), \quad (1)$$

где: Z_1 – годовые затраты на складирование ТКО на полигоне, руб;

Z_2 – годовые затраты на извлечение вторичных фракций из потока ТКО на МСК, руб;

P_1, P_2 – результаты, достигаемые в случае осуществления мероприятий по захоронению или сортировке ТКО, руб.

1 Вариант. Захоронение всего потока ТКО на полигоне

Расчет проводился по формуле:

$$Z_1 = Z_{\text{разм}} + Z_{\text{тран}} + Z_{\text{пнвос}} + Z_{\text{зем}}, \quad (2)$$

где: Z_1 – годовые затраты на захоронение ТКО на полигоне, руб.; $Z_{\text{разм}}$ – годовые затраты на размещение ТКО на полигоне, руб.; $Z_{\text{тран}}$ – годовые затраты на транспортировку ТКО до полигона, руб.; $Z_{\text{пнвос}}$ – плата за негативное воздействие на окружающую среду за размещение отходов на полигоне, руб.; $Z_{\text{зем}}$ – годовые затраты на землю, занимаемую ТКО на полигоне, руб.

Для расчета приняты следующие исходные данные: количество извлеченных вторичных материальных ресурсов, а следовательно, не направленных для размещения на полигон, в среднем за год – 990 тонн.

Тариф на размещение ТКО на полигоне – 136,2 руб/м³ (ООО «Российско-финская компания «Экосистема», усреднённый за 5 лет). В данный тариф входят: затраты на эксплуатацию полигона; амортизационные отчисления; арендная плата за землю; затраты на рекультивацию полигона.

Тариф на вывоз ТКО (транспортировка) – 268,4 руб/м³ (ООО «Российско-финская компания «Экосистема», усреднённый за 5 лет).

Ставка платы за негативное воздействие на окружающую среду от размещения отходов IV класса опасности – 635,9 рублей за 1 тонну¹. При размещении ТКО на полигоне в смешанном виде все отходы классифицируются согласно федеральному классификационному каталогу отходов (ФККО)² как отходы из жилищ несортированные (исключая крупногабаритные), код по ФККО 7 31 110 01 72 4, и имеют IV класс опасности.

Площадь территории, занимаемая при захоронении 1 тонны ТКО – 3 кв.м. Захоронение 990 т ТКО занимает площадь 2970 кв.м.

Нормативная цена земли под полигон – 360 руб./кв.м (г. Дубна, земли промышленности, транспорта и прочих)³.

Годовые затраты при размещении ТКО на полигоне составят:

Стоимость размещения отходов на полигоне: $990 \text{ т} * 136,2 \text{ руб./м}^3 = 134838 \text{ руб.}$

Стоимость вывоза ТКО (транспортировка) с учетом доставки на полигон за год: $990 \text{ т} * 268,4 \text{ руб./м}^3 = 265716 \text{ руб.}$

Плата за негативное воздействие на окружающую среду за размещение отходов на полигоне: $990 \text{ т} * 635,9 \text{ руб./т} = 629541 \text{ руб.}$

При размещении ТКО на полигоне

¹ Согласно Постановлению Правительства РФ от 13.09.2016 № 913 «О ставках платы за негативное воздействие на окружающую среду и дополнительных коэффициентах».

² Приказ Росприроднадзора от 22.05.2017 г. № 242 (ред. от 20.07.2017 г.) «Об утверждении Федерального классификационного каталога отходов».

³ Согласно Постановлению Правительства Московской области от 7 июля 1997 года № 51/17 «О нормативной цене земли в Московской области» (с изменениями на 10 октября 2012 года).

из хозяйственного оборота выводятся земли, пригодные для использования. Стоимость потерянной земли составит: $2970 \text{ кв.м.} * 360 \text{ руб./кв.м} = 1069200 \text{ руб.}$

Таким образом, суммарные годовые затраты на захоронение 990 тонн ТКО на полигоне составят: $134838 \text{ руб.} + 265716 \text{ руб.} + 629541 \text{ руб.} + 1069200 \text{ руб.} = 2099295 \text{ руб.}$

Так как при данном варианте ТКО захоранивается на полигоне, все вторичные материальные ресурсы, входящие в их состав, безвозвратно теряются, таким образом, показатель $P_1 = 0$.

2 Вариант. Извлечение вторичного сырья из всего объема образовавшихся ТКО на МСК ООО РФК «Экосистема»

Объем затрат на извлечение вторичного сырья из всего объема ТКО, поступившего на мусоросортировочный комплекс рассчитывался по формуле:

$$Z_2 = Z_{\text{кап}} + Z_{\text{эксп}} \quad (3)$$

где: Z_2 – годовые затраты на извлечение вторичного сырья из всего объема ТКО, поступившего на МСК; $Z_{\text{кап}}$ – капитальные вложения на строительство МСК; $Z_{\text{эксп}}$ – эксплуатационные затраты на МСК.

Прямые затраты на работу МСК составляют 6 млн. в год (усредненные данные предприятия за 3 года), что составляет в среднем 430 руб. за 1 тонну ТКО, поступивших на МСК.

Капитальные вложения на строительство мусоросортировочного комплекса составляют примерно 3 000 руб. на 1 тонну поступающих отходов. Стоимость комплекса составляет 90 млн. руб. (из расчета 50 \$ на 1 тонну поступающих ТКО) при сроке окупа-

емости 15 лет капитальные вложения составят 6 млн. руб. в год.

Годовые капитальные затраты на организацию мусоросортировки принимаем равным 6 млн. руб.

Эксплуатационные затраты мусоросортировки составят: $14000 \text{ тонн} * 430 \text{ руб.} = 6020000 \text{ руб.}$

Таким образом, годовые затраты на извлечение вторичного сырья из всего объема ТКО, поступившего на МСК составят: $6000000 + 6020000 = 12020000 \text{ руб.}$

Далее оценим результаты (P_2), получаемые от внедрения мусоросортировки ТКО. Расчет проведем по формуле:

$$P_2 = P_{\text{вторсырья}} + P_{\text{зем.}} + P_{\text{пнвос}} + P_{\text{ущ}}, \quad (4)$$

где: $P_{\text{вторсырья}}$ – годовой доход от реализованного вторичного сырья, руб.;
 $P_{\text{зем.}}$ – сэкономленная стоимость земли,

выделенная под полигон, на который не поступили ТКО, руб.; $P_{\text{пнвос}}$ – размер сэкономленной платы за негативное воздействие на окружающую среду, в результате того, что ТКО отправили на переработку, а не разместили на полигоне, руб.; $P_{\text{ущ}}$ – стоимость предотвращенного ущерба окружающей среде, в результате того, что ТКО отправили на переработку, а не разместили на полигоне, руб.

Средние цены на вторичное сырье в Московской области (на основании проведенного авторами анализа) составляют: макулатура – 5400 руб/т; пластик (ПЭТ, ПНД, ПВД), в том числе полиэтиленовая пленка – 12500 руб/т; алюминиевая банка – 64000 руб/т.

Суммарный доход от реализованного вторичного сырья, извлеченного из ТКО, поступившего на МСК, составит 7627400 руб (табл.).

Таблица

Стоимость реализованного вторичного сырья, извлеченного из ТКО на МСК

Компоненты, выделенные из отходов	Масса извлекаемого компонента, тонн/год	Средняя цена вторичного сырья, руб./кг	Общая стоимость, тыс.руб/год
Бумага, картон	821	5,4	4 433, 40
Полимерные материалы	78	15,0	1170,00
Алюминиевые банки	6,8	50,0	340,00
Прочие	84,2	20,0	1684,00
Всего	990	-	7627,40

Сэкономленная стоимость земли, выделенная под полигон, на который не поступили ТКО составит: $2970 \text{ кв.м.} * 360 \text{ руб./кв.м} = 1069200 \text{ руб.}$

Размер сэкономленных денег от не внесения платы за негативное воздействие на окружающую среду за размещение отходов на полигоне составит: $990 \text{ т} * 635,9 \text{ руб./т} = 629541 \text{ руб.}$

Расчёт предотвращенного ущерба от недопущения размещения отходов в окружающей среде в результате вовлечения их в хозяйственный оборот был проведен по формуле¹:

¹ Согласно «Методике исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды», утвержденной Приказом Минприроды России от 08.07.2010 г. № 238 (ред. от 25.04.2014 г.)

$$УШ_{отх} = \sum (M_i * T_{отх}) * K_{исх}, \quad (5)$$

где: $УШ_{отх}$ – размер вреда, руб., M_i – масса отходов с одинаковым классом опасности, тонн, $K_{исх}$ – показатель в зависимости от категории земель и целевого назначения, принят равным 1, $T_{отх}$ – такса для исчисления размера руб./ т.

Предотвращенный ущерб составит: $990 \text{ т} * 5000 \text{ руб.} = 4950000 \text{ руб.}$

Эколого-экономический эффект от извлечения вторичных материальных ресурсов на МСК (P_2) составит: $7627400 \text{ руб.} + 1069200 \text{ руб.} + 629541 \text{ руб.} + 4950000 \text{ руб.} = 14276141 \text{ руб.}$

Окончательный расчет эколого-экономической эффективности вне-

дрения мусоросортировки проводим по формуле (1).

$(2099295 \text{ руб.} - 12020000 \text{ руб.}) - (0 \text{ руб.} - 14276141 \text{ руб.}) = 4355436 \text{ руб.}$

Таким образом, ежегодный эколого-экономический эффект от внедрения новой системы управления ТКО на территории г. Дубна Московской области, а именно организация раздельного сбора ТКО и их последующей сортировки на мусоросортировочном комплексе ООО «РФК «Экосистема» при среднегодовом поступлении ТКО 14000 тонн и выходе вторичных материальных ресурсов 990 тонн составляет 4 млн. 355 тыс. 436 руб.

Статья поступила в редакцию 18.04.2018

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2016 году». М.: Минприроды России; НИА-Природа, 2017. 760 с.
2. Закалюкина Е.В. Эколого-экономические аспекты управления процессом обращения с твердыми бытовыми отходами: автореф. дис. ... канд. экон. наук. Севастополь, 2013. 23 с.

REFERENCES

1. Gosudarstvennyi doklad «O sostoyanii i ob okhrane okruzhayushchei sredy Rossiiskoi Federatsii v 2016 godu» [State report "The status and environment protection in the Russian Federation in 2016"]. Moscow, Minprirody Rossii; NIA-Priroda Publ., 2017. 760 p.
2. Zakalyukina E.V. Ekologo-ekonomicheskie aspekty upravleniya protsessom obrashcheniya s tverdymi bytovymi otkhodami: avtoref. dis. ... kand. ekon. nauk [Ecological and economic aspects of management of solid household waste management: abstract. dis... PhD in Economics]. Sevastopol, 2013. 23 p.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Каплина Светлана Петровна – кандидат биологических наук, доцент, государственный университет «Дубна»;
e-mail: sv_kap@mail.ru

Семенова Марина Владимировна – инженер-эколог ООО «Российско-финская компания «Экосистема»;
e-mail: ecosystem@l-t.com.ru

Каманина Инна Здиславовна – кандидат биологических наук, доцент, государственный университет «Дубна»;
e-mail: kamanina@uni-dubna.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Svetlana P. Kaplina – PhD in Biological Sciences, associate professor, Dubna State University;
e-mail: sv_kap@mail.ru

Marina V. Semenova – engineer-ecologist of the Russian-Finnish Company 'ECOSYSTEM';
e-mail: ecosystem@l-t.com.ru

Inna Z. Kamanina – PhD in Biological Sciences, associate professor, Dubna State University;
e-mail: kamanina@uni-dubna.ru

ПРАВИЛЬНАЯ ССЫЛКА НА СТАТЬЮ

Каплина С.П., Семенова М.В., Каманина И.З. Эколого-экономическая эффективность новой системы управления твердыми коммунальными отходами в г. Дубна Московской области // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2018. № 2. С. 51–58.

DOI: 10.18384/2310-7189-2018-2-51-58

FOR CITATION

Kaplina S., Semenova M., Kamanina I. Environmental and economic efficiency of a new system of management of solid communal waste in the town of Dubna, Moscow region. In: *Bulletin of Moscow Region State University. Series: Natural sciences*, 2018, no. 2, pp. 51–58.

DOI: 10.18384/2310-7189-2018-2-51-58

Социально-экономическая география и региональное развитие

УДК 81'373.21

DOI: 10.18384/2310-7189-2018-2-59-70

КОММОДИФИКАЦИЯ ТОПОНИМИИ КАК ФЕНОМЕН СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ И КУЛЬТУРНОЙ ГЕОГРАФИИ

Басик С.Н.

Conestoga College

N2G4M4, г. Китченер, Онтарио, ул. Дун Валли Драйв 299, Канада

Аннотация. Целью исследования является изучение процесса коммодификации топонимии как социально- и культурно-географического феномена в рамках концепции критической топонимики. Выделены две доминирующие группы акторов, три стратегические топонимические практики и три типа топонимической коммодификации – туристическая, инфраструктурная, джентрификационная. Сформулированы основные географические проблемы, сопутствующие коммодификации топонимов: пространственная социальная поляризация и формирование искусственного геокультурного пространства. Резюмируется, что данные процессы нивелируют возможные позитивные результаты коммодификации топонимии и могут привести к более комплексным трансформациям в пространственной организации общества.

Ключевые слова: критическая топонимика, коммодификация, топонимия, стратегические топонимические практики, географическое пространство.

TOPONYMY COMMODIFICATION AS A PHENOMENON OF SOCIAL-ECONOMIC AND CULTURAL GEOGRAPHY

S. Basik

Conestoga College

299 Doon Valley Drive, Kitchener, Ontario, N2C 2H7 Canada

Abstract. The aim of the paper is to analyze the process of toponymic commodification from geographic prospective within the framework of critical toponymy. This study identifies two dominant groups of actors, three main strategic toponymic practices, and three types of toponymic commodification such as tourist, infrastructure and gentrification. As a result, two geographical problems associated with toponymic commodification are formulated including spatial social polarization and the formation of an artificial geo-cultural space. The study concludes that these processes neutralize possible positive economic results of the toponymic commodification and can lead to more complex transformations in the spatial organization of society.

© СС BY Басик С.Н., 2018.

Key words: critical toponymics, commodification, toponymy, strategic toponymic practices, geographical space.

Введение и постановка проблемы

Изучение пространственного взаимодействия между властью, обществом и территорией представляет собой новую научную задачу в контексте развития гуманитарного направления в современной географии. В условиях синтеза научного знания и применения в географических исследованиях теоретических и методических подходов различных социальных дисциплин, появляется возможность по новому интерпретировать социальные, политические и экономические процессы, происходящие в общественных территориальных системах различного уровня. Одним из инструментов, позволяющих проанализировать данные процессы, являются топонимы.

Современная критическая топонимика, сформировавшаяся как географическая дисциплина в англофонной научной среде, опирается на разнообразные социологические и философские теории, включая концепции символического капитала П. Бурдьё и производства пространства А. Лефевра. Это позволяет перенести фокус исследований с собственно географического названия (традиционный ономастический подход) на анализ пространственной политики наименования и изучения социально-политической и экономической роли топонимов как символических компонентов географического пространства [22; 18; 19]. Процессы переименования и наименования тесно связаны с богатым ассортиментом символических пространственных технологий государственного строительства и борьбы за

ресурсы, осуществляемой органами власти и частным капиталом.

Коммодификация (от английского commodity – «товар, предмет потребления») предстает системным процессом включения нематериальных сфер жизни в сферу капитала. Д. Харви утверждает о «коммодификации всего», полагая, что «все в принципе можно рассматривать как товар» [8, с. 165]. Отмечается, что коммодификация нематериального культурного наследия является новой тенденцией развития туристского рынка и любой нематериальный объект культурной среды может быть реализован на рынке как товар [3]. В частности, изучается коммодификация языка – процесс превращения языка в товар и его функционирование на глобализированном рынке [9; 16].

Топоним, как элемент образа территории и вербальное выражение культурно-географического сегмента территориальной системы, также подвергается трансформационным процессам, связанным с коммерциализацией. Исследование приватизации топонимических практик, прав на нейминг и связь данных процессов с трансформацией географического пространства является неразработанной темой в гуманитарном направлении общественной географии, что определяет актуальность данной работы. Целью исследования является изучение процесса коммодификации топонимии как социально- и культурно-географического феномена в рамках концепции критической топонимики. На примерах отдельных кей-

сов из различных регионов мира представляется возможным географически систематизировать данный процесс, выделить ключевых акторов, классифицировать стратегические практики и типологию топонимической коммодификации, а также определить основные сопутствующие географические проблемы.

Стратегические топонимические практики и типы коммодификации

Изучение политической экономии процесса топонимической номинации и топонимических практик как неолиберальной стратегии и брендинга является новым направлением критической топонимики [20]. Известно, что территориальный брендинг непосредственно связан с понятием имиджа как системы базовых представлений об определённой территории [2]. В то же время экономические и политические цели, интегрируемые заинтересованными акторами, связаны с конвертацией символического капитала в капитал экономический, то есть с коммодификацией символической репрезентации образа территории и ее имиджа.

Для потребителя многие топонимы имеют большинство характеристик, какими должен обладать качественный бренд, такими как простота для запоминания, ассоциативность (связь между продуктом и потребителем), возможность применения к другим продуктам и т. д. [14]. Как и обычные торговые марки, географические названия могут быть использованы, модифицированы или полностью заменены в соответствии с маркетинговыми целями (улучшение имиджа населенного пункта или региона, уве-

личение инвестирования в туристическую сферу и др.), что представляет собой специфический вид топонимического брендинга.

Использование географических названий и топонимических практик как инструментов поднятия стоимости пространства, борьбы за ресурсы и собственность вовлекает в процесс коммодификации топонимии две ключевые группы заинтересованных акторов: *официальные государственные органы власти*, технически регулирующие наименование и переименование географических объектов, и *бизнес сектор*, представленный турфирмами, девелоперами, транснациональными корпорациями и иными структурами. Интересы этих двух групп акторов имеют значительный потенциал для взаимодействия и зачастую пересекаются.

Выделяются три основные *стратегические практики коммодификации топонимов*.

1) *Применение существующего топонима*, который интересен как символический капитал и используется с целью привлечения инвестиций, развития туризма и т. д. Практика популярна как у государственных органов, так и у частных бизнес структур.

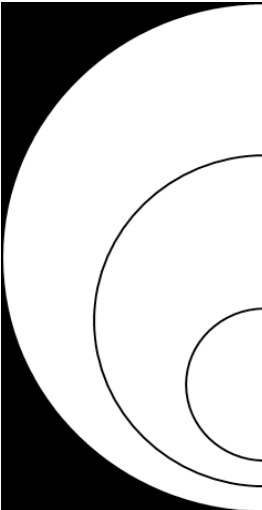
2) *Создание новых топонимов*. Данная практика применяется, в первую очередь, частными компаниями, которые выходят на рынок туристических услуг и создают новые дестинации.

3) *Покупка либо аренда топонима*, когда бизнес-структуры выкупают эксклюзивные права на топонимы либо на нейминг, таким образом напрямую связывая свои бренды с географическими названиями.

В зависимости от категории географического названия, целей и тех-

нологий его использования, а также заинтересованных акторов и стейкхолдеров, мы выделяем следующие основные типы топонимической коммодификации: *туристическая, инфраструктурная, джентрификационная*. Стратегические практики применяются всеми заинтересованными акторами для всех типов топонимической коммодификации (см. рис.) Однако

коммерциализация географических названий не является однородным процессом. Иногда границы между типами могут размываться, что происходит как результат взаимопроникновения финансовых интересов официальных органов управления и корпоративных структур бизнеса. Рассмотрим основные типы топонимической коммодификации.



Ключевые акторы	• Официальные органы власти • Бизнес структуры
Стратегические топонимические практики	• Применение существующего топонима • Создание новых топонимов • Покупка/аренда топонима
Типы топонимической коммодификации	• Туристическая • Инфраструктурная • Джентрификационная

Рис. Структура процесса топонимической коммодификации

Туристическая коммодификация топонимии. Это наиболее распространенный тип топонимической коммодификации, обусловленный поиском новых форм и источников для формирования и продажи туристского продукта. Географические названия используются муниципалитетами и корпоративным бизнесом как туристские достопримечательности, привлекая потребителей и конвертируя символический капитал топонимов в капитал экономический. Одним из направлений туристической коммодификации топонимии является ис-

пользование известных названий как мест паломничества туристов и формирования туристских дестинаций. Хорошо известны примеры урбонимов Пенни-Лэйн в Ливерпуле и Эбби-Роуд в Лондоне, которые привлекают поклонников группы Биттлз со всего мира [10].

Туристическая коммодификация топонимии может привести к позитивным изменениям как в экономике региона, так и в сфере реконструкции локального культурного ландшафта. Так, например, возрождение маргинализированного в прошлом языка норфолк,

официального на острове Норфолк в Австралии, и локальной топонимии на данном языке в значительной степени было связано с активизацией туристической индустрии. В ответ на ожидания туристов, заинтересованных в языке как необычном элементе самобытного культурного ландшафта острова, норфолк начал возрождаться в топонимии, на уличных и дорожных знаках, а также в сфере туристических услуг [15]. Пример топонима Марьин Утес (Пермский край) свидетельствует об экономической целесообразности передачи топонима в пользование по франчайзингу региональному бизнес-сообществу, что приносит не только доходы временному «собственнику» топонима, но и увеличивает налоги, поступающие в местный бюджет для социально-экономического развития сельских территорий [4].

В данном ряду интересен кейс ойконима Вулкан (провинция Альберта, Канада), иллюстрирующий процесс коммодификации топонима как катализатора трансформации территориальной системы в интересах регионального тематического туризма [13]. Вулкан, названный первопоселенцами в честь римского бога огня и кузнечного дела, в прошлом – сельскохозяйственный населенный пункт, целиком зависевший от производства зерновых, в конце XX столетия столкнулся с необходимостью поиска дополнительных финансовых ресурсов. В результате была разработана оригинальная и успешная в финансовом плане стратегия развития специфической формы туризма, основанного на названии города и его привлекательности для поклонников фантастической саги и телесериала Звездный Путь (Star Trek),

где вымышленная планета Вулкан является родиной одного из главных героев.

2. Инфраструктурная коммодификация топонимии. Коммодификация топонимии тесно связана с правом властных структур на наименование и переименование топонимических элементов общественной инфраструктуры города и используется официальными органами управления как дополнительный источник пополнения местных бюджетов. С учетом недостатка финансирования и бюджетных трудностей, многие региональные власти рассматривают корпоративный топонимический (ре)брендинг как краткосрочную экономическую стратегию [11].

Лидером по доходам в сфере инфраструктурной топонимической коммодификации в мире является Дубай, где в 2008 г. был запущен «Проект прав нейминга метро Дубая». Управление по автомобильным и транспортным перевозкам Дубая (англоязычная аббревиатура RTA) начало кампанию с целью привлечения потенциальных спонсоров под лозунгом «Превратить Ваш бренд в пункт назначения». При разработке инициативы в отношении прав на топонимы, RTA адаптировало глобальную неолиберальную повестку прав на наименование к локальным обстоятельствам, требуя, чтобы спонсорство предоставлялось только финансово стабильным компаниям, работающим в ОАЭ с учетом местных традиций [18]. В результате многие станции метро были названы в честь корпоративных спонсоров, выкупивших права на названия на 10 лет (к примеру, станции Коммерческий Банк Абу-Даби, Первый Банк Залива, Нур

Банк, Бур Джуман, Бизнес-Бэй и другие).

В Сеуле (Южная Корея) более 30 станций метро носят двойные названия, включая оригинальное и спонсорское, по имени близлежащих организаций – учебных заведений, банков, торговых и медицинских центров. Например, на первой линии метро есть такие станции, как Баэбанг – Университет Хосею, Джонгтак – Ес-Си Джаеил Банк, Джиксан – Чунгнам Технопарк и другие.

Сейчас в списке городов мира, где органы управления в той или иной степени применяют технологии инфраструктурной коммодификации, есть Лондон, Нью-Йорк, Чикаго, Филадельфия, Куала-Лумпур и многие другие. В России известен пример Калининграда, где названия остановок общественного транспорта предлагалось сдавать в аренду различным организациям.

3. Джентрификационная коммодификация топонимии. Топонимия может использоваться как инструмент переформатирования структуры городов в интересах корпоративной власти. Как отмечалось, создавая новые стратегии развития в интересах пространственной социально-экономической реструктуризации городского ландшафта, девелоперы и крупные инвесторы уже давно используют географические названия для создания тематического урболандшафта, проектирования новых микрорайонов и продвижения коммерческих интересов с целью повышения спроса на недвижимость, а примеры переименования либо наименования зачастую продвигают процессы джентрификации.

В работе [23] приведен пример джентрификационной коммодифика-

ции топонимии в городе Хельсинки, где в 1990-х гг. в результате переплетения интересов в сфере инвестиций и брендинга между городскими властями и частной строительной компанией было создано мощное государственно-частное партнерство для развития жилищного строительства. В прибрежной зоне города было решено обновить «морской образ» района, а «приморское» положение района было подчеркнуто «пляжной» топонимией, маловероятной для северного европейского города (Солнечный Залив, Солнечный Пляж, Золотая Песчаная Площадь и другие). Очевидно, что причиной этой топонимической эквилибристики был стратегический расчет на потенциальных покупателей дорогого жилья в «модном пространстве для жизни у моря».

В английском Манчестере крупная девелоперская компания переименовала большой регион на северо-востоке города в Восточный Манчестер, абсолютно чуждое местным жителям название, разработанное для решения проблемы «негативных представлений» о регионе и для содействия стратегии маркетинга в городе [11]. Кейс новых названий микрорайонов Дамбо и Винегар Хилл в Нью-Йорке, созданных специально для привилегированных социальных категорий, которые будут проживать в дорогих кондоминиумах, является примером символической «стигматизации» урболандшафта посредством топонимии. Здесь новые урбонимы служат для «натурализации неравенства» между живущими в государственном социальном жилье, и теми, кто живет в роскошном частном жилом районе [12].

Символический капитал топонимов также используется для придания ста-

туса урболандшафтам и живущим в них людям [5]. Как результат ассоциаций с эксклюзивностью, элитарностью или корпоративным бизнесом, топоним может служить высокодоходным элементом бренда территории не только для привлечения туристов и предпринимателей, но и для поднятия стоимости городского пространства (например, Елисейские поля в Париже, Уолл-Стрит в Нью-Йорке). Здесь следует упомянуть такие урбонимы, как Москва-Сити в России и проектируемый Minsk World (до 2015 г. – Минск-Сити) в Беларуси, которые символически позиционируются в контексте бизнес-центров столиц по аналогии с лондонским Сити, названием, которое исходно повышает спрос на недвижимость и придает особый статус городскому району.

Обсуждение результатов

Представляется возможным определить две основные взаимосвязанные географические проблемы, обусловленные коммодификацией топонимов: *создание искусственного геокультурного пространства и пространственную социальную поляризацию*. В результате трансформируются социально- и культурно-географические компоненты региональных территориальных систем.

В настоящее время речь идет об «остром, но недостаточно изученном культурном разрастании неолиберальной коммодификации пространства, что имеет глубокие последствия для символического построения мест» [24, с. 134]. Коммодификация топонимии несет прямую опасность дегенерации регионального культурного ландшафта через *создание искусственного*

геокультурного пространства, заполненного надуманными топонимическими фактами, не имеющими связи с данной территорией. Так, например, разительно изменилось топонимическое пространство города Элиста после проведения Всемирной шахматной олимпиады, где появились урбанонимы Сити-Чесс (город Шахмат) и проспект Остапа Бендера. Желаемый, «привилегированный» статус отражают названия жилых комплексов, расположенных в окрестностях Москвы: Гайд-Парк, Барселона, Маленькая Италия, Лазурный берег, Ла-Променад [21]. Очевидна искусственность данных «одноразовых» названий, ориентированная в первом случае на туристов, а во втором – на нынешних и будущих жителей «элитарных» районов, и выбивающаяся из региональной пространственной геокультурной сферы в целом.

Топоним как высоколиквидный символический капитал для девелоперов, инвесторов, официальных органов управления может представлять собой элемент «символического насилия» для местных жителей, различных общественных активистов и других заинтересованных групп населения [5]. Очевидно, что акт присвоения названия месту является «культурной ареной» в плане борьбы за социальную справедливость [6]. Географические названия здесь – оспариваемая часть геокультурного пространства, используя которую представители маргинальных социальных слоев могут выразить свою собственную общественную позицию и отразить контргегемонистские социально-политические цели [22].

Практически можно говорить о местных жителях и активистах как о

«третьей» группе акторов, которая, однако, заинтересована не в прибыли, а в обычном использовании (либо неиспользовании) топонима. Известно, что недостаток публичных консультаций, искусственное создание и навязывание географического названия, скептицизм по поводу их коммеморативной и культурной ценности и другие факторы могут послужить причиной принятия либо непринятия топонима местными жителями [7]. Фактически топонимическая политика стимулирует социальную активность местного населения. Однако, как показывает практика, несмотря на отдельные примеры успешной борьбы в отстаивании своих топонимических приоритетов, достаточно разнородная «третья» группа акторов в большинстве случаев не оказывает влияния на решения двух доминирующих групп, поскольку не имеет реальных рычагов власти, монополизированной привилегированными игроками. Характерные для эпохи неолиберализма стратегии брендинга и легитимации городских районов используют переименование и наименование как методы реконструкции урбосистемы, что часто способствует маргинализации наименее защищенных слоев общества и воспринимается ими как форма символического насилия [12].

Таким образом, в результате топонимической коммодификации в рамках территориальной системы возникает *пространственная социальная поляризация*, которая отражает диспропорции в развитии территории и порождает серию сложнорешаемых проблем внутри данной системы, таких, как формирование депрессивных зон, маргинализация отдельных групп

населения, социальное расслоение, сегрегация, социальная напряженность.

Заключение

На основе обсуждения материала можно сформулировать следующие выводы.

1. Топонимическая коммерциализация и приватизация являются лишь одним из многих сегментов взаимодействия между властью, капиталом и географическим пространством посредством географических названий. Можно говорить о топонимической коммодификации как современной топонимической универсалии, которая связана с трансформацией географического пространства в социальном, экономическом, политическом и культурном измерениях.

2. Выделяются две доминирующие группы акторов, заинтересованных в получении прибыли в результате использования символического капитала топонимов в процессе их коммодификации – органы власти и бизнес-структуры. Посредством трех основных стратегических топонимических практик (применения существующего топонима, создания новых топонимов, покупки либо аренды топонима), данные акторы, в зависимости от целей и технологий использования географического названия, применяют три типа топонимической коммодификации: туристическую, инфраструктурную и джентрификационную.

3. Коммодификация топонимии может иметь в краткосрочной перспективе положительные результаты для экономического и культурного развития региона в виде инвестиций, пополнения локального бюджета, новых рабочих мест и даже возрождения

местных языков и топонимов. Однако географические проблемы, порождаемые данным процессом, такие, как пространственная социальная поляризация и формирование искусственного геокультурного пространства, нивелируют возможные позитивные результаты, переформируют региональные территориальные системы в интересах определенных акторов и могут привести к более комплексным трансформациям в структуре пространственной организации общества.

4. Современная критическая топонимика выходит за рамки узкоспециализированной традиционной тематики ономастических исследований. Очевидно, что *географически* топонимы являются мощными символами и материальными проявлениями идентичности и территории, а также культурной, экономической и политической власти [17]. Отмечалось, что выявление регио-

нальной пространственной символики топонимии через анализ мотиваций, культурных, социальных и политических факторов формирования территориальной топонимической системы представляет интерес для географии [1]. Право на нейминг предоставляет привилегию на обладание частью *географического пространства* как символически, так и материально, что непосредственно смещает фокус исследований в сторону *географического* цикла наук (социальной, экономической, политической, культурной географии). Полагаем, что данная работа, являясь попыткой обобщения географических особенностей процесса коммодификации топонимии, может послужить основой для дальнейших гуманитарно-географических исследований в направлении критической топонимики.

Статья поступила в редакцию 17.04.2018

ЛИТЕРАТУРА

1. Басик С.Н. Критическая топонимика как направление географических исследований: проблемы и перспективы // Географический вестник (Geographical bulletin). 2018. № 1. С. 56–63.
2. Замятин Д.Н. Геокультурный брендинг территорий: концептуальные основы // Лабиринт: журнал социально-гуманитарных исследований. 2013. № 5. С. 11–23.
3. Карпова Г.А., Хорева Л.В. Коммодификация нематериального культурного наследия в системе услуг культурного туризма // Сервис в России и за рубежом. 2016. Том 10. № 9. С. 6–14.
4. Мичурина Ф.З., Латышева А.И., Мичурин С.Б. Функциональное обогащение сельских территорий: производственная, рекреационная и брендинговая парадигмы развития // Пермский аграрный вестник. 2016. № 2. С. 145–153.
5. Alderman D. H. Place, naming, and the interpretation of cultural landscapes// Ashgate Research Companion to Heritage and Identity. London: Ashgate Press, 2008. P. 195–213.
6. Alderman D. H., Inwood J. Street naming and the politics of belonging: spatial injustices in the toponymic commemoration of Martin Luther King Jr // Social & Cultural Geography. 2013. Vol. 14. Iss. 2. P. 211–233.
7. Crețan R., Matthews P. W. Popular responses to city-text changes: street naming and the politics of practicality in a post-socialist martyr city // Area. 2016. Vol. 48. Iss. 1. P. 92–102.
8. Harvey D. A brief history of neoliberalism. 2005. Oxford: Oxford University press, 2005. 256 p.
9. Heller M., Pujolar J., Duchene A. Linguistic commodification in tourism // Journal of Sociolinguistics. 2014. Vol. 18. Iss. 4. P. 539–566.

10. Light D. Tourism and toponymy: commodifying and consuming place names // *Tourism Geographies*. 2014. Vol. 16. Iss. 1. P. 141–156.
11. Light D., Young C. Toponymy as commodity: exploring the economic dimensions of urban place names // *International Journal of Urban and Regional Research*. 2015. Vol. 39. Iss. 3. P. 435–450.
12. Madden D. J. Pushed off the map: toponymy and the politics of place in New York City // *Urban Studies*. 2017.
13. Mair H. Searching for a new enterprise: themed tourism and the re-making of one small Canadian community // *Tourism Geographies*. 2009. Vol. 11. Iss. 4. P. 462–483.
14. Medway D., Warnaby G. What's in a name? Place branding and toponymic commodification // *Environment and Planning A*. 2014. Vol. 46. P. 153–167.
15. Mühlhäusler P., Nash J. Signs of/on power, power on/of signs: language-based tourism, linguistic landscapes and onomastics on Norfolk Island // *People, Places, Perceptions and Power*. Clevedon: Multilingual Matters, 2016. P. 62–80.
16. Pavlenko A. Russian-friendly: how Russian became a commodity in Europe and beyond // *International Journal of Bilingual Education and Bilingualism*. 2017. Vol. 20. Iss. 4. P. 385–403.
17. Post C. W., Alderman D. H. 'Wiping New Berlin off the map': political economy and the de-Germanisation of the toponymic landscape in First World War USA // *Area*. 2014. Vol. 46. Iss. 1. P. 83–91.
18. Rose-Redwood R. Rethinking the agenda of political toponymy // *ACME: An International E-Journal for Critical Geographies*. 2011. Vol. 10. No. 1. P. 34–41. URL: <http://www.acme-journal.org/index.php/acme/article/view/884/740> (дата обращения 12. 04. 2018).
19. Rose-Redwood R., Alderman D., Azaryahu M. The urban streetscape as political cosmos // *The Political Life of Urban Streetscapes: Naming, Politics and Space*. Abingdon, New York: Routledge, 2017. P. 1–24.
20. Rose-Redwood R., Alderman D., Azaryahu M. Contemporary issues and future horizons of critical urban toponymy // *The Political Life of Urban Streetscapes: Naming, Politics and Space*. Abingdon, New York: Routledge, 2017. P. 309–319.
21. Sokolova T. Topical Issues of Namegiving in New Moscow // *Names and Their Environment. Proceedings of the 25th International Congress of Onomastic Sciences, Glasgow, 25–29 August 2014*. Vol. 2. Toponomastics II. Glasgow: University of Glasgow, 2016. P. 160–168.
22. Vuolteenaho J., Berg L. D. Towards critical toponymies // *Critical Toponymies: The Contested Politics of Place Naming*. Farnham, Burlington: Ashgate Publishing, 2009. P. 1–18.
23. Vuolteenaho J., Ainiala T. Planning and Revamping Urban Toponymy: Ideological Alterations in the Linguistic Landscaping of Vuosaari Suburb, Eastern Helsinki // *Critical Toponymies: The Contested Politics of Place Naming*. Farnham, Burlington: Ashgate Publishing, 2009. P. 227–251.
24. Vuolteenaho J., Kolamo S. Textually produced landscape spectacles? A Debordian reading of Finnish namescapes and English soccerscapes // *Language, Space and Power: Urban Entanglements*. Helsinki: Helsinki Collegium for Advanced Studies, 2012. P. 132–158.

REFERENCES

1. Basik S. N. Kriticheskaya toponimika kak napravlenie geograficheskikh issledovanij: problemy i perspektivy [Critical toponymics as a direction of geographic research: problems and prospects]. In: *Geograficheskij Vestnik = Geographical Bulletin*, 2018, no. 1, pp. 56–63.
2. Zamyatin D.N. Geokul'turnyi brending territorii: konceptual'nye osnovy [Geocultural branding of territory: conceptual framework]. In: *Labirint. Zhurnal Social'no-gumanitarnykh Issledovanij* [Labyrinth. Journal of Social and Humanitarian Research], 2013, no. 5, pp. 11–23.

3. Karpova G. A., Khoreva L. V. Kommodifikaciya nematerial'nogo kul'turnogo naslediya v sisteme uslug kul'turnogo turizma [Commodification of intangible cultural heritage in the cultural tourism]. In: *Servis v Rossii i Za Rubezhom* [Services in Russia and Abroad], 2016, vol. 10, no. 9, pp. 6–14.
4. Michurina F.Z., Latysheva A.I., Michurin S.B. Funkcional'noe obogashchenie sel'skih territorii: proizvodstvennaya, rekreacionnaya i brendingovaya paradigmy [Functional enrichment of rural areas: production, recreational and branding paradigms of development]. In: *Permskii Agrarnyi Vestnik* [Perm Agrarian Bulletin], 2016, no. 2, pp. 145–153.
5. Alderman D. H. Place, naming, and the interpretation of cultural landscapes. In: *Ashgate Research Companion to Heritage and Identity*. London, Ashgate Press, 2008, p. 195–213.
6. Alderman D.H., Inwood J. Street naming and the politics of belonging: spatial injustices in the toponymic commemoration of Martin Luther King Jr. In: *Social & Cultural Geography*, 2013, vol. 14, iss. 2, pp. 211–233.
7. Crețan R., Matthews P. W. Popular responses to city-text changes: street naming and the politics of practicality in a post-socialist martyr city. In: *Area*, 2016, vol. 48, iss. 1, pp. 92–102.
8. Harvey D. A brief history of neoliberalism. 2005. Oxford, Oxford University press, 2005. 256 p.
9. Heller M., Pujolar J., Duchene A. Linguistic commodification in tourism. In: *Journal of Sociolinguistics*, 2014, vol. 18, iss. 4, pp. 539–566.
10. Light D. Tourism and toponymy: commodifying and consuming place names. In: *Tourism Geographies*, 2014, vol. 16, iss. 1, pp. 141–156.
11. Light D., Young C. Toponymy as commodity: exploring the economic dimensions of urban place names. In: *International Journal of Urban and Regional Research*, 2015, vol. 39, iss. 3, pp. 435–450.
12. Madden D. J. Pushed off the map: toponymy and the politics of place in New York City. In: *Urban Studies*, 2017.
13. Mair H. Searching for a new enterprise: themed tourism and the re-making of one small Canadian community. In: *Tourism Geographies*, 2009, vol. 11, issue 4, pp. 462–483.
14. Medway D., Warnaby G. What's in a name? Place branding and toponymic commodification. In: *Environment and Planning A*, 2014, vol. 46, pp. 153–167.
15. Mühlhäusler P., Nash J. Signs of/on power, power on/of signs: language-based tourism, linguistic landscapes and onomastics on Norfolk Island. In: *People, Places, Perceptions and Power*. Clevedon, Multilingual Matters, 2016, pp. 62–80.
16. Pavlenko A. Russian-friendly: how Russian became a commodity in Europe and beyond. In: *International Journal of Bilingual Education and Bilingualism*, 2017, vol. 20, iss. 4, pp. 385–403.
17. Post C. W., Alderman D. H. 'Wiping New Berlin off the map': political economy and the de-Germanisation of the toponymic landscape in First World War USA. In: *Area*, 2014, vol. 46, iss. 1, pp. 83–91.
18. Rose-Redwood R. Rethinking the agenda of political toponymy. In: *ACME: An International E-Journal for Critical Geographies*, vol. 10, iss. 1, pp. 34–41. Available at: <http://www.acme-journal.org/index.php/acme/article/view/884/740> (accessed: 12.04.2018).
19. Rose-Redwood R., Alderman D., Azaryahu M. The urban streetscape as political cosmos. In: *The Political Life of Urban Streetscapes: Naming, Politics and Space*. Abingdon, New York, Routledge, 2017, pp. 1–24.
20. Rose-Redwood R., Alderman D., Azaryahu M. Contemporary issues and future horizons of critical urban toponymy. In: *The Political Life of Urban Streetscapes: Naming, Politics and Space*. Abingdon, New York, Routledge, 2017, pp. 309–319.

21. Sokolova T. Topical Issues of Namegiving in New Moscow. In: *Names and Their Environment. Proceedings of the 25th International Congress of Onomastic Sciences, Glasgow, 25–29 August 2014*. Vol. 2. Toponomastics II. Glasgow, University of Glasgow, 2016, pp. 160–168.
22. Vuolteenaho J., Berg L. D. Towards critical toponymies. In: *Critical Toponymies: The Contested Politics of Place Naming*. Farnham, Ashgate Publishing, 2009, pp. 1–18.
23. Vuolteenaho J., Ainiala T. Planning and Revamping Urban Toponymy: Ideological Alterations in the Linguistic Landscaping of Vuosaari Suburb, Eastern Helsinki. In: *Critical Toponymies: The Contested Politics of Place Naming*. Farnham, Ashgate Publishing, 2009, pp. 227–251.
24. Vuolteenaho J., Kolamo S. Textually produced landscape spectacles? A Debordian reading of Finnish namescapes and English soccerscapes. In: *Language, Space and Power: Urban Entanglements*. Helsinki, Helsinki Collegium for Advanced Studies, 2012, pp. 132–158.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Басик Сергей Николаевич – кандидат географических наук, профессор школы свободных исследований, Конэстога Колледж, Канада;
e-mail: sbasik@conestogac.on.ca

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Sergei N. Basik – PhD in Geography, Professor, School of Liberal Studies, Conestoga College, Canada;
e-mail: sbasik@conestogac.on.ca

ПРАВИЛЬНАЯ ССЫЛКА НА СТАТЬЮ

Басик С.Н. Коммодификация топонимии как феномен социально-экономической и культурной географии // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2018. № 2. С. 59–70.
DOI: 10.18384/2310-7189-2018-2-59-70

FOR CITATION

Basik S. Toponymy commodification as a phenomenon of social-economic and cultural geography. In: *Bulletin of Moscow Region State University. Series: Natural sciences*, 2018, no. 2, pp. 59–70.
DOI: 10.18384/2310-7189-2018-2-59-70

УДК 332.14

DOI: 10.18384/2310-7189-2018-2-71-79

ПРОСТРАНСТВЕННОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ

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

Аннотация. Рассмотрены проблемы пространственного планирования транспорта на региональном уровне (на примере Ставропольского края). В статье современное состояние и перспективы развития транспортной инфраструктуры показаны на уровне отдельных видов транспорта и частей края. Используются статистические, справочные, градостроительные, нормативно-правовые и иные источники информации. Предложены меры по улучшению параметров региональной транспортной системы на основе различных мер пространственного планирования. Обоснованные в статье мероприятия были использованы в разработке Стратегии пространственного планирования Ставропольского края.

Ключевые слова: планирование развития транспортной системы, автотранспорт, железнодорожный транспорт, авиатранспорт, Ставропольский край.

SPATIAL PLANNING OF THE TRANSPORT SYSTEM OF THE STAVROPOL REGION

P. Krylov*Moscow Region State University**10A, Radio Street, Moscow, 105005, the Russian Federation*

Abstract. Problems of spatial planning of transport at a regional level (on the example of the Stavropol region) are considered/ Modern problems and prospects of the transport infrastructure development at a level of separate means of transport and areas of the Stavropol region are described. Statistical, reference, town-planning, regulatory and other sources of information are used. Improvement of the regional transport system parameters of the Stavropol region is proposed on the basis of various measures of spatial planning. The actions offered and proved in the present paper have been used in the development of the strategy of spatial planning of the Stavropol region.

Key words: transport, transport system, regional transport system, transport complex, transport problems, Stavropol region.

Основные черты транспортной системы Ставропольского края

Транспортная система России переживает период разнонаправленной трансформации. Отдельные региональные транспортные системы испытывают проблемы развития в связи с неопределённостью общей государственной региональной политики [2–4]. Сырьевой сектор экономики в России является значимым, поэтому роль транспортной инфраструктуры особенно велика для масштабных грузоперевозок [1; 5; 6].

Транспортная инфраструктура Ставропольского края в целом развита и основана на взаимодействии автомобильного, железнодорожного и авиационного видов транспорта общего пользования. Географическое положение Ставропольского края в центре юга России способствует развитию региональных, межрегиональных и международных связей. Через край проходит основной транзитный поток грузов и пассажиров из республик Северного Кавказа, Поволжья и Закавказских государств (Азербайджан, Грузия), а также все основные коммуникации (Запад-Восток и Север-Юг).

Ставропольский край является осевым регионом Северного Кавказа с точки зрения развития торговли. Расположение территориальной зоны «Кавказских Минеральных Вод» (КМВ) на пересечении крупнейших железнодорожных и автомобильных магистралей, связывающих большинство регионов Северного Кавказа с другими частями России, способствует её развитию внутри Ставропольского края как крупнейшего центра оптовой торговли юга России. Регион

находится в центре большого потребительского рынка, насчитывающего 5–6 млн. человек, в пределах 4–5-часовой транспортной доступности от города Пятигорска.

Для анализа проектных предложений нами были использованы федеральные и региональные нормативно-правовые документы, касающиеся важнейших вопросов транспортной системы края¹.

¹ Постановление Правительства РФ от 05.12.2001 г. № 848 (ред. от 29.07.2016 г.) «О Федеральной целевой программе «Развитие транспортной системы России (2010–2020 годы)»; Постановление Правительства РФ от 15 апреля 2014 г. № 319 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие транспортной системы России»; Распоряжение Правительства РФ от 17.06.2008 г. № 877-р «О Стратегии развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года» (вместе с «Планом мероприятий по реализации в 2008–2015 годах Стратегии развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года»); Распоряжение Правительства РФ от 19.03.2013 г. № 384-р (ред. от 30.11.2016 г.) «Об утверждении схемы территориального планирования Российской Федерации в области федерального транспорта (железнодорожного, воздушного, морского, внутреннего водного транспорта) и автомобильных дорог федерального значения»; Распоряжение Правительства РФ от 06.05.2015 г. № 816-р (ред. от 24.12.2015 г.) «Об утверждении схемы территориального планирования Российской Федерации в области федерального транспорта (в части трубопроводного транспорта)»; Постановление Правительства Ставропольского края от 30 декабря 2015 г. № 599-П (доп. от 22.12.2016 г. № 537-П, от 31.03.2017 г. №125-П) «Об утверждении государственной программы Ставропольского края «Развитие транспортной системы и обеспечение безопасности дорожного движения»; Распоряжение правительства Ставропольского края от 15 июля 2009 г. № 221-рп (доп. от 20.04.2011 г. №147-рп, от 19.10.2012 №456-рп, от 26.06.2013 г. №229-рп). «Об утверждении стратегии социально-экономического развития Ставропольского края до 2020 года и на период до 2025 г.»

Анализ региональной системы автомобильного транспорта и дорожного хозяйства¹

Автомобильные дороги являются важнейшей составной частью транспортной системы Ставропольского края. Протяженность автомобильных дорог края составляет 20 тыс. км. Из них почти 18 тыс. км имеют твердое покрытие, а более 12 тыс. км – усовершенствованное. При этом даже среди местных автодорог, которых в регионе более 15 тыс. км, половина имеет усовершенствованное покрытие.

На долю автотранспортного комплекса края приходится порядка 15% общего объема грузовых и 18% пассажирских автомобильных перевозок юга России.

Дороги, находящиеся в ведении муниципальных образований, в основном имеют твердое покрытие. Доля таких дорог достигает 100% в городских округах (Георгиевск, Лермонтов, Невинномысск, Пятигорск). Среди муниципальных районов выделяются Благодарненский район, где твердое покрытие имеют 97,3% местных автодорог, Петровский район (95,7%), Труновский район (93,6%), Левокумский район (92%), Кочубеевский район (91,8%). Хуже всего дела обстоят в Курском муниципальном районе, где местных дорог с твердым покрытием всего 49%.

По качеству дорог общего пользования (федеральные, региональные, межмуниципальные, местные) Ставропольский край выгодно смотрится на фоне других регионов Южного и Северо-Кавказского федеральных округов, а также среди регионов остальной

России. Так, 88,1% автомобильных дорог края имеет твердое покрытие, а 60,2% – усовершенствованное. По первому показателю Ставрополье уступает только Адыгее и Северной Осетии (среди регионов ЮФИ и СКФО), а по второму вообще занимает лидирующую позицию.

Если рассмотреть показатель доли дорог, находящихся в ненормативном состоянии, то здесь Ставропольский край также находится в числе лучших регионов. В 2015 г. в ненадлежащем состоянии находилось всего 30% автомобильных дорог края. Это четвертое место в РФ после Ямало-Ненецкого и Ханты-Мансийского автономных округов и Амурской области.

На начало 2017 г. в Ставропольском крае работают 66 автотранспортных предприятий различных форм собственности. Автобусный парк занимает 58% от общего числа автомобилей в этих предприятиях. В крае зарегистрировано свыше 700 тыс. единиц автотранспортных средств, из них более 110 тыс. грузовых автомобилей и около 20 тыс. автобусов.

Ежегодно автотранспортниками края перевозится около 234,0 млн. пассажиров и 3,9 млн. тонн грузов. Основным связующим звеном между предприятиями транспорта и пассажирами является ОАО «Объединение автовокзалов и автостанций Ставропольского края». Оно охватывает около 90% всего рынка данных услуг.

На сегодня основная проблема автодорог Ставропольского края связана с предельно допустимой нагрузкой на дорожное полотно. Большая часть региональных автодорог Ставропольского края имеет допустимую нагрузку 6 тонн на ось, и они не предназначены

¹ Использованы материалы ЦЭИ (Центра экономики инфраструктуры).

для проезда тяжелых грузовиков. Тем не менее на практике это не выполняется, тяжелые фуры зачастую вынуждены передвигаться по региональным трассам. Это приводит к быстрому разрушению дорожного покрытия и образованию колеи. Наиболее проблемными являются следующие участки: Ставрополь – Александровское – Минеральные Воды; Ставрополь – Донское – Красногвардейское; Ставрополь – Изобильный – Новоалександровск – Красногвардейское; Александровское – Буденновск; Светлоград – Благодарный – Буденновск.

Таким образом, основными задачами развития автодорожной сети Ставропольского края являются поддержка существующих автомобильных дорог в нормативном состоянии и реконструкция названных выше участков с повышением на них предельно допустимой нагрузки на дорожное полотно с 6 до 12 тонн на ось.

Железнодорожный транспорт Ставропольского края и проблемы его развития

В настоящее время железнодорожный транспорт в Ставропольском крае обеспечивает спрос населения и предприятий в перевозках. В Ставропольском крае расположено 1,2 тыс. км железнодорожных путей и 106 железнодорожных станций, а также разъезды и остановочные пункты. Внутренняя схема объединяет 160 промышленных объектов. Рабочий парк вагонов – 4,5 тыс. единиц. Территория Ставропольского края обслуживается Северо-Кавказской железной дорогой, протяженностью 6352 км. Эксплуатационная длина дорог Ставропольского края составляет 1224 км.

Основная железная дорога – участок Армавир – Невинномысск – Минеральные Воды – Георгиевск – Новопавловск – Прохладный двухпутной электрифицированной магистрали Москва – Ростов-на-Дону – Баку с однопутными тепловозными ответвлениями на Усть-Джегуту и Буденновск, а также двухпутной электрифицированной веткой на Кисловодск. Кроме того, через Ставрополь и Светлоград проложена однопутная тепловозная линия от станции Кавказская на Элисту с ответвлением на Буденновск.

Наиболее интенсивное движение поездов дальнего следования организовано на линии Невинномысск – Георгиевск, а также на ее ответвлении Минеральные Воды – Кисловодск. Здесь проходит большая часть поездов, соединяющих республики Северного Кавказа с Москвой. Поезд Ставрополь – Москва имеет обособленную трассу на территории края: проходит по неэлектрифицированной однопутной линии Кропоткин – Изобильная – Ставрополь.

Основной узел пригородных пассажирских перевозок края – это Минеральные Воды. Отсюда пригородные поезда идут в трех направлениях: на Армавир (маршруты электропоездов Минеральные Воды – Кавказская и Минеральные Воды – Краснодар-I (по пригородным билетам)); на Кисловодск (маршрут электропоездов Минеральные Воды – Кисловодск); на Прохладную (маршруты электропоездов Минеральные Воды – Нальчик, Минеральные Воды – Владикавказ и маршрут дизельного пригородного поезда Минеральные Воды – Буденновск). Также пригородное железнодорожное сообщение имеется на участке

Ставрополь – Кавказская с использованием рельсовых автобусов.

По состоянию на май 2016 г. на территории Ставропольского края расположены следующие объекты железнодорожной инфраструктуры, состоящие на балансе ОАО «РЖД»: 48 железнодорожных станций и 104 железнодорожных перегода; 378 мостов и 5 пешеходных мостов; 8 железнодорожных путепроводов; 68 объектов железнодорожной инфраструктуры.

Основная проблема развития железнодорожного транспорта в Ставропольском крае – необходимость повышения конкурентоспособности на рынке транспортных услуг. В настоящее время железнодорожный транспорт проигрывает в привлекательности у населения другим видам транспорта, в первую очередь автомобильному и автобусному. Это касается, прежде всего, поездок на короткие расстояния (пригородное сообщение). Связано это с тем, что в крае плотная сеть автодорог, и они находятся в хорошем состоянии. Кроме того, сеть пассажирских железнодорожных маршрутов региона состоит из двух не связанных друг с другом частей – Ставропольского и Минераловодского узлов. В настоящее время железнодорожные линии проложены так, что запустить удобное железнодорожное сообщение между двумя крупнейшими экономическими центрами региона – Ставрополем и конурбацией КМВ, не представляется возможным. Хотя именно здесь формируются наибольшие объемы пассажиропотоков. Существует необходимость увеличения пропускной способности железнодорожной сети на территории Ставропольского края на основных направле-

ниях перевозок пассажиров и грузов, а именно на линии Прохладная – Невинномысск, где проходит большая часть пассажирских поездов, а также перевозится основной объем грузов с Северного Кавказа в порты Черноморского побережья и центральную Россию и в обратном направлении.

Выявлена необходимость расширения железнодорожной пригородной сети в регионе КМВ. В данный момент это невозможно из-за ограниченной пропускной способности данного участка. Кроме того, недостатком существующей трассы является и то, что железная дорога не заходит в аэропорт, в результате чего воздушный и железнодорожный транспорт оказываются не интегрированными друг с другом, отсутствует возможность запуска аэроэкспрессов в аэропорт.

Авиатранспорт в Ставропольском крае и проблемы его развития

Насчитывается примерно 20 российских и зарубежных авиакомпаний, выполняющих полеты в край на регулярной и чартерной основе. На долю аэропортов Ставропольского края приходится 5% всех пассажирских авиаперевозок в России. В настоящее время на территории Ставропольского края отсутствуют действующие местные авиакомпании. В прошлом крупный авиаперевозчик юга России – «Кавминводявиа», прекратил свою деятельность в 2011 г.

Авиационную инфраструктуру в крае представляют два аэропорта: «Международный аэропорт Минеральные Воды» (далее – аэропорт Минеральные Воды) и «Международный аэропорт Ставрополь». Кроме того, в Ставропольском крае на 2017 г. распо-

ложено несколько аэродромов, где не выполняются регулярные пассажирские перевозки: аэродром Светлоград, аэропорт сельскохозяйственной авиации в станице Александровская, военный аэродром ВКС России в городе Буденновске, вертолетный аэродром в городе Нефтекумск, учебный аэродром Хладногорский (вблизи Ставрополя), аэродром пограничной авиации Пятигорск-Южный, учебно-спортивный аэродром Ессентуки, спортивный дельтадром в поселке Юца.

В настоящий момент крупнейший аэропорт Ставропольского края – аэропорт Минеральные Воды (крупнейший в Северо-Кавказском федеральном округе). Регулярные рейсы выполняются из аэропорта примерно в 20-ти направлениях, в том числе в Стамбул, Анталию, Салоники, Дубай. В большинство направлений самолеты летают один раз в день (один день в неделю). Исключения – это Москва, куда самолеты вылетают 13 раз в день, Анталия (2 рейса в день в летний сезон) и Салоники (в понедельник осуществляется 2 рейса).

Основные проблемы воздушного транспорта Ставропольского края:

- низкий уровень конкурентоспособности воздушных транспортных узлов на региональном и международном рынках транспортных услуг;
- потребность в реконструкции инфраструктуры аэропортов (аэропортовых комплексов, взлетно-посадочных полос аэродромов);
- необходимость развития сельскохозяйственной авиации в крае;
- необходимость замены устаревшего парка воздушных судов, не отвечающих требованиям конкурентоспособности и надежности полетов.

Соотношение стратегического и пространственного планирования в транспортной системе Ставропольского края

Взаимосвязь стратегического и пространственного планирования развития территории проявляется в нескольких аспектах: во-первых, необходим всесторонний учет факторов и ограничений, препятствующих или ограничивающих виды хозяйственной деятельности на определенных территориях; во-вторых, решения в рамках разрабатываемых документов территориального планирования должны быть сфокусированы на обеспечение реализации приоритетных проектов социально-экономического развития, в том числе, на снятие имеющихся инфраструктурных ограничений [3].

Экономика Ставропольского края базируется на природно-ресурсных, демографических, производственно-технологических и инфраструктурных факторах развития. Традиционные направления хозяйственной деятельности в регионе: промышленность (в т.ч. химическая и горнодобывающая), теплоэнергетика, сельское хозяйство, транспортный комплекс и рекреационная сфера. Эти тенденции во многом определяют особенности влияния природно-ресурсных и природоохранных факторов на пространственное развитие Ставропольского края.

Основные сценарии долгосрочного социально-экономического развития России с позиций транспортной инфраструктуры представлены следующими крупными мероприятиями¹:

¹ См.: Прогноз долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2030 года, подготовленный Минэкономразвития России.

1) преодоление «узких мест» в развитии транспортной инфраструктуры после 2020 г.;

2) масштабная модернизация транспортной системы к 2025–2030 гг.;

3) строительство высокоскоростных магистралей.

Все вышеуказанные мероприятия в той или иной мере применимы и к Ставропольскому краю. Важнейшая перспективная задача транспортной системы края – развитие традиционных транспортных коридоров по исторически сложившимся направлениям и дорогам, входящим в полосу международного транспортного коридора «Север-Юг». Одна из главных практических задач – «сжатие» пространства края между двумя основными агломерациями: Ставропольской и агломерацией КМВ. Для создания опорной транспортной сети железнодорожного транспорта с созданием внутрирегионального «железнодорожного кольца» (Ставрополь – Невинномысск – Минеральные Воды – Буденновск – Светлоград – Ставрополь) необходимо (в соответствии с мероприятиями Стратегии развития железнодорожного транспорта России до 2030 г.) строительство скоростной железной дороги Ставрополь – Невинномысск – Кисловодск. В итоге к 2030 г. более 95% всего городского населения Ставропольского края будет проживать в зоне не далее 10 км от железных дорог общего пользования. За пределами рассматриваемого периода (после 2035 г.)

предлагается строительство участка железной дороги Красногвардейское (Ставропольский край) – Песчанокосское (Ростовская обл.)

Быстрый рост автомобилизации, увеличение скоростей требуют максимально возможного вывода автотранспорта за пределы населенных пунктов и частичного спрямления трасс. С этой целью в рамках схемы территориального планирования Ставропольского края намечается строительство обходов ряда населенных пунктов края: северный обход Новопавловска; северный обход Дивного; северный обход Новоалександровска.

На перспективу необходимо формирование и развитие на территории края сети многополосных автомагистралей и скоростных дорог для обеспечения связи между крупнейшими региональными центрами России в составе российских и международных транспортных коридоров и их интеграция в Европейскую и Азиатскую системы международных автомобильных дорог. Предусматривается организация скоростного автомобильного сообщения на участке Ростов-на-Дону – Минеральные Воды – Кисловодск, а также: Краснодар – Минеральные Воды – Кисловодск.

Все перечисленные транспортные проекты в совокупности дадут толчок развитию прилегающих районов Ставропольского края.

Статья поступила в редакцию 16.01.2018

ЛИТЕРАТУРА

1. Волкова И.Н., Приваловская Г.А. Трансформация сырьевой специализации экономики в контексте модернизации России // Россия и ее регионы: интеграционный потенциал, риски, пути перехода к устойчивому развитию. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2012. С. 170–188.

2. Крылов П.М. Методологические подходы к территориальному планированию городских агломераций (на примере Омской агломерации) // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2017. № 1. С. 69–76.
3. Крылов П.М. Роль транспортной инфраструктуры в устойчивом развитии и территориальном планировании региона (транспортно-географический аспект) // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2017. № 2. С. 50–58.
4. Сидоров В.П. Проблемы отечественной географии транспорта // Вестник Удмуртского университета. Серия: Биология. Науки о Земле. 2012. № 6–4. С. 149–151.
5. Территориальная организация третичного сектора экономики / Под ред. А.М. Носова и И.А. Семиной. Саранск: МГУ им. Н.П. Огарева, 2017. 208 с.
6. Часовский В.И. Теоретические аспекты и основные направления изменений в промышленном пространстве стран Евразийского экономического союза. СПб.: СПбУ технологий управления и экономики, 2017. 418 с.

REFERENCES

1. Volkova I.N., Privalovskaya G.A. Transformatsiya syr'evoi spetsializatsii ekonomiki v kontekste modernizatsii Rossii [Transformation of raw material specialization of the economy in the context of modernization of Russia]. In: *Rossiya i ee regiony: integratsionnyi potentsial, riski, puti perekhoda k ustoichivomu razvitiyu* [Russia and its regions: integration potential, risks, transition to sustainable development]. Moscow, Tovariščestvo nauchnykh izdaniy KMK Publ., 2012, pp. 170–188.
2. Krylov P.M. [Methodological approaches to spatial planning of urban agglomerations (on the example of Omsk agglomeration)]. In: *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo universiteta. Seriya: Estestvennye nauki*, 2017, no. 1, pp. 69–76.
3. Krylov P.M. [The role of transport infrastructure in the sustainable development and territorial planning of the region (transport-geographical aspect)]. In: *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo universiteta. Seriya: Estestvennye nauki*, 2017, no. 2, pp. 50–58.
4. Sidorov V.P. [Problems of national geography of transport]. In: *Vestnik Udmurtskogo universiteta. Seriya: Biologiya. Nauki o Zemle*, 2012, no. 6–4, pp. 149–151.
5. Territorial'naya organizatsiya tretichnogo sektora ekonomiki [The territorial organization of the tertiary sector of the economy]. Saransk, MGU im. N.P. Ogareva Publ., 2017. 208 p.
6. Chasovskii V.I. Teoreticheskie aspekty i osnovnye napravleniya izmenenii v promyshlennom prostranstve stran Evrazijskogo ekonomicheskogo soyuza [Theoretical aspects and basic directions of changes in the industrial space of the Eurasian Economic Union]. SPb., SPbU tekhnologii upravleniya i ekonomiki Publ., 2017. 418 p.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Крылов Петр Михайлович – кандидат географических наук, доцент кафедры экономической и социальной географии Московского государственного областного университета; e-mail: pmkrylov@yandex.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Petr M. Krylov – PhD in Geographical Sciences, associate professor of economic and social geography of the Moscow Region State University; chief specialist on transport of JSC Russian Institute of Urban Planning and Investment Development 'Giprogor'; e-mail: pmkrylov@yandex.ru

ПРАВИЛЬНАЯ ССЫЛКА НА СТАТЬЮ

Крылов П.М. Пространственное планирование транспортной системы Ставропольского края // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2018. № 2. С. 71–79.

DOI: 10.18384/2310-7189-2018-2-71-79

FOR CITATION

Krylov P. Spatial planning of the transport system of the Stavropol region. In: *Bulletin of Moscow Region State University. Series: Natural sciences*, 2018, no. 2, pp. 71–79.

DOI: 10.18384/2310-7189-2018-2-71-79

Культурная и историческая география

УДК 911.3

DOI: 10.18384/2310-7189-2018-2-80-89

КОЭВОЛЮЦИЯ ЧЕЛОВЕКА И ПРИРОДЫ: ВОЗМОЖНОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ В ГЕОГРАФИИ КУЛЬТУРЫ

Паранина А.Н., Паранин Р.В.

*Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена
191186, Санкт-Петербург, наб. р. Мойка, д. 48, Российская Федерация*

Аннотация. В статье рассмотрен потенциал географии культуры в решении проблемы рационального использования доисторических объектов культурного наследия в науке и практике. Показано, что применение географического подхода позволяет использовать эти объекты как источники информации о природе и культуре на момент их создания. Теоретическую базу таких исследований представляет определение геокультурного пространства по В.Н. Стрелецкому, концепция организации территориальных систем на основе ориентирования в пространстве-времени В.И. Паранина и навигационная концепция информационного моделирования мира, разработанная авторами статьи. Предлагаемые в статье методы исследований позволяют на локальном и региональном уровне моделировать этапы освоения географического пространства и отражение географического пространства-времени в сознании и культуре (процессы параллельного развития биологической и надбиологической адаптации). Полученные результаты имеют практическое значение для оптимизации рекреационного природопользования, сохранения и музеефикации объектов культурного наследия.

Ключевые слова: культурное наследие, моделирование, навигационная сеть, ориентирование в географическом пространстве, география культуры.

CO-EVOLUTION OF MAN AND NATURE: POSSIBILITIES OF MODELING IN GEOGRAPHY OF CULTURE

A. Paranina, R. Paranin

*A.I. Herzen State Pedagogical University of Russia
Moika 48, 191186 St. Petersburg, Russian Federation*

Abstract. The potential of geography of culture in a solution of the problem of rational use of prehistoric objects of cultural heritage in science and practice is considered. Application of

© CC BY Паранина А.Н., Паранин Р.В., 2018.

geographical methods allows one to use these objects as sources of information about nature and culture at the time of creation. The theoretical basis of such investigations is represented by definition of geocultural space according to V.N. Streletsky, the concept of the organization of territorial systems on the basis of orientation in V.I. Paragin's space-time and the navigation concept of informational modeling of the world developed by authors of the paper. The presented research methods make it possible to model the stages of development of geographical space at the local and regional level and to simulate geographical space and time in consciousness and culture (processes of parallel development of biological and sub-biological adaptation). The obtained results have practical value for optimization of recreational environmental management, preservation and museumification of objects of cultural heritage.

Key words: cultural heritage, information, modeling, geography of culture.

Введение

Современный уровень развития методов и методологии междисциплинарных исследований культурного наследия позволяет использовать доисторические объекты в качестве источников информации об этапах эволюции природы и культуры [2]. Реконструкции технологий навигации, разработанные авторами, показывают: 1. роль движения и астрономического ориентирования в пространстве-времени в освоении географического пространства; 2. развитие форм биологической и надбиологической адаптации в процессе непрерывного информационного взаимодействия человека и природы [14].

Вопрос о степени взаимного влияния человека и природы обсуждается с античной эпохи до настоящего времени. Следует отметить философскую школу стоиков, в которой признано многостороннее отражение природы в содержании культуры, в т.ч. астрономическая природа знаков. В XX в. человечество обратилось к проблеме глубинной связи всех элементов системы «человек-природа» уже под воздействием возрастающей тревоги за экологические судьбы нашей цивилизации. Выражением нового этапа по-

нимания целостности планеты стали концепции ноосферы В.И. Вернадского и коэволюции Н.Н. Моисеева.

Навигационная концепция информационного моделирования мира (ИММ), разработанная авторами, позволяет рассмотреть конструктивное влияние планетарно-космической надсистемы на природное разнообразие и формы адаптации человека. Предложенный комплекс методов объединяет широкий круг гуманитарных и естественных наук в едином проблемном поле определения рациональных функций доисторических объектов культурного наследия в прошлом и в настоящем. Результаты исследования способствуют углублению представлений о геокультурном пространстве и сохранении его разнообразия.

Потенциал географии культуры

Геокультурное пространство – измененное человеком географическое пространство, насыщенное объектами материальной и нематериальной культуры, является объектом географии культуры. Предметом исследований здесь выступают системные связи, выполняющие функцию надбиологической адаптации. Таким образом, география концентрирует внимание на

жизненно важном – рациональном назначении культуры.

Понятие «геокультурное пространство» позволяет связать развитие материальной и нематериальной культуры с координатами географического пространства-времени. Наиболее широкое определение геокультурного пространства дает В.Н. Стрелецкий: «Геокультурное пространство выступает рамкой, сферой, продуктом и контекстом человеческой деятельности. Оно может рассматриваться в двух разных аспектах: 1) исследование культуры в географическом пространстве...; 2) исследование географического пространства в культуре...» [9, с. 330].

Междисциплинарность исследований объектов культуры определяется, прежде всего, разнообразием ресурсов и условий, с которыми человек взаимодействует в процессе освоения природы. При этом важно понимать, что из окружающей природной среды человек получает не только вещество и энергию, но и жизненно важную информацию о пространстве-времени, от которой зависит адекватность его действий. Поэтому «освоение природы» понимается авторами широко – как форма географической адаптации и разноаспектное моделирование окружающего мира [6]. В таком контексте доисторические объекты могут быть рассмотрены как отражение (модель) природы и культуры на момент их создания.

В работах российских исследователей заложены основы современного научного понимания роли движения и ориентирования в развитии системы «человек-природа». В монографиях по исторической географии Евразии

В.И. Паранин показал, что структуру и динамику геокультурного пространства, в том числе формирование государственных территориальных объединений, выделение столичных центров, определяют потоки вещества, энергии и информации, освоенные и организованные человеком. В этих работах впервые проанализированы многочисленные примеры отражения технологий ориентирования по Солнцу в топонимах, этнонимах, картографических, мифологических и других моделях мира исторического и доисторического времени [3; 4]. В.Б. Фролов на примере анализа рационального назначения первобытной графики Европы подчеркнул слитность астрономо-математического знания в искусстве палеолита [10]. Развивая представления о системе коммуникаций доисторического времени, А.В. Головнев ставит вопрос о связи появления и развития современного человека с условиями кочевого образа жизни как планетарного феномена [1].

Очевидно, структура древних инструментов навигации отражает ландшафтно-географические и планетарно-астрономические реалии своего времени. Проведенные авторами статьи реконструкции рационального использования древних объектов культурного наследия позволяют уточнить связи: горизонтальные – пространственные и вертикальные – экологические и семантические [8].

Навигация и освоение географического пространства

Навигационная модель эволюции геокультурного пространства, разработанная авторами статьи, основана на приоритетах ориентирования в про-

странстве-времени и движения. Она может быть представлена в последовательности «астрономо-геодезические сети – навигационные сети – территориальные системы» [8]. Рассмотрим основные звенья этой модели.

Создание астрономо-геодезических сетей разного масштаба решает проблему повсеместной востребованности информации о географическом пространстве-времени. Для ведения простейшего календаря достаточно фиксации одного дня года (по астрономически значимому азимуту космического ориентира). Формирование локальной сети (из нескольких инструментов) обеспечивает потребность в более детальной информации при возможности организации регулярных длительных наблюдений. Совокупность инструментов на обширной территории представляет информационную поддержку как локальной деятельности, так и региональной мобильности. Инструментальные функции объектов в информационной системе жизнеобеспечения древних сообществ объясняют особое место в структуре геокультурного пространства – сакральный статус и особенности расположения в территориальной системе и региональной сети коммуникаций. Анализ разновозрастных элементов астрономо-геодезических сетей позволяет проследить этапы развития инструментов и технологий ориентирования, разнообразие способов маркировки и обозначения пространства-времени.

Навигационная сеть, как совокупность астрономических инструментов и способов передвижения, обеспечивает развитие коммуникаций. Структура навигационных сетей отражает,

прежде всего, природные и социальные условия мобильности: технологии движения, дальность и длительность эксплуатации путей, пространственный ритм, сезонный режим, устойчивость потоков.

Устойчивые потоки закономерно формируют *территориальную систему*. Основные части навигационной сети неизбежно принимают на себя функции опорных элементов создаваемой пространственной структуры освоенных территорий. Линейные структуры обеспечивают движение, площадные – взаимодействие, точечные являются местами остановок и накопления информации – это пункты, наиболее удобно расположенные на перекрестках путей, границах природных сред, стратегически важных участках (устьях или истоках рек), вблизи источников пресной воды и астрономических инструментов. В таких пунктах формировались городища, а позже и города – полиэтничные поселения, города-государства и столичные центры государств.

Структура территориальных систем связана с их функциями в геокультурном пространстве и раскрывается через такие характеристики, как место в функциональном зонировании ландшафта, хозяйственная специализация, роль в географическом разделении труда и т.п. Как показано в работах В.И. Паранина: на выполнение столичных функций «обречены» прежде всего центры, расположенные на перекрестках трансконтинентальных путей, контролирующие основные транспортные потоки в регионе [3]. Наши реконструкции навигационных технологий связывают время закрепления внешних границ территории

альных систем с широким применением технологии обратного визирования (с помощью гномона солнечных часов-календарей).

Комплексный анализ современного геокультурного пространства позволяет выделить элементы территориальных систем, существовавших ранее, рассмотреть их эволюцию в функциональном и семантических аспектах.

Моделирование географического пространства-времени в культуре (аспекты надбиологической адаптации)

Практика измерения пространства-времени закономерно формирует систему обозначений – знаков и теоретических понятий. *Технологии прямого визирования* восходов/заходов светил в пригоризонтной обсерватории формируют универсальную бинарную систему счета и представления о дуалистической природе мира. *Обратное визирование по тени гномона* сопоставимо с ароморфозом в биологической эволюции: дает измеренную середину – полдень, устойчивый ориентир, измеряемый ежедневно в любой точке географического пространства; позволяет определять широту и создать региональную сеть навигации; фиксировать в графических знаках не только пересечение линии горизонта, но и всю траекторию Солнца на небосводе. Количество информации, полученной в прошлом с помощью тени, сопоставимо с информационным взрывом, а высокое качество (надежность, всюдность, проверяемость) сделало гномон и календарь основой шестидесятиричной системы счисления и многих систем измерения: длин, весов, денежных единиц и т. д. В целом сравнение се-

миотики света и культуры подтверждает мнение античных философов об астрономической природе знака [5].

Семиотическая продуктивность гномона (угломера и календаря) отражена в архитектуре и искусстве. *Тень закладного камня* за полгода позволяет определить основные географические направления и астрономические ориентиры в конкретной точке географического пространства (с учетом широты, высоты над уровнем моря, формы горизонта). Это позволяет «привязать» создаваемый объект к ландшафту, региональному географическому и планетарно-космическому пространству. *График тени* одного дня может быть основой зооморфных образов: хвостового плавника рыб (линии теней – лучи), крыльев (линии – перья), рогов (линии – годовой прирост). В дни солнцестояний и равноденствий создается геометрическая основа солярных знаков (радиальных и треугольных) и шестирукого Шивы; более частая прорисовка дает образ многорукого Шивы или форму раскрытого лотоса. За год тень покрывает площадь в форме лабриса (двусторонний, двурогий топор богов света и богов тени). Зарисовка тени Т- и Г-образных предметов дает солярные знаки в форме свастики. При их установке «по меридиану» (С-Ю), абсолютно прямая форма тени образуется в полдень.

Много примеров использования графической матрицы солнечного календаря дает анализ знаков и образов традиционной культуры. Например, широко распространенный образ мирового дерева может быть рассмотрен как отражение технологии гномона в мифопоэтической форме: ствол дерева – инструмент, соединяющий астро-

номическую информацию (небо, боги – Солнце и Луна) и жизненно важные знания (Земля, человек). Инвариантность протекания информационных процессов (режим солнечного освещения, его восприятие и инструментальная регистрация) и развитие коммуникаций способствовали унификации оформления навигационной информации в многоуровневой системе инструментов, знаний и знаков.

Отметим, что технологии навигации раскрывают не только алгоритмы процесса «семиотика природы – семиотика культуры (знания)», но и рациональную основу эстетики, как отражения жизненной целостности. Этот вывод согласуются с представлениями российского палеонтолога И.А. Ефремова, который впервые указал на *рациональные основы эстетики*, сформированные в процессе биологической эволюции и проявляющиеся на самом глубоком, – подсознательном, уровне.

Моделирование географического пространства-времени в сознании (аспекты биологической адаптации)

Геометрические знаки ориентирования в пространстве-времени абстрактны по форме, но конкретны по содержанию. Поскольку, периодическая повторяемость связи «световой сигнал – знак» и подкрепление (включая пищевое) формирует устойчивую связь (рефлекс), закономерен вопрос о влиянии технологий ориентирования на процессы антропогенеза и сапиентации – развития абстрактного мышления и формирования Homo sapiens. Можно предположить, что не человек создал древнейшие знаки, а знаки-знания сформировали человека [7].

Известно, что ориентирование в пространстве-времени занимает ведущее значение в системе биологической адаптации. С момента зарождения биосферы организмы ориентировались по планетарно-космическим циклам, поскольку ландшафты очень динамичны, следовательно, – не надежны. Особенность человека состоит в том, что в астрономическом ориентировании он применил инструменты.

На основе полевых и камеральных исследований древних и древнейших объектов культурного наследия авторами статьи разработана реконструкция этапов эволюции астрономического ориентирования [11–13]. Выделенные этапы различаются по уровню освоения географического пространства, характеру инструментов и степени изменения природного субстрата: *ландшафтный этап* (астрономические инструменты – устойчивые природные объекты, технологии – прямое визирование, т.е. наблюдение пересечения астрономическими объектами линии горизонта), *этап локальных сетей* (инструменты – крупные искусственные объекты; технологии прямого и обратного визирования), *этап региональных сетей* (инструмент – гномон, технологии обратного визирования, т.е. наблюдение за движением тени предмета или сфокусированного луча), *исторический этап* (создание портативных инструментов навигации, развитие моделирования), *современный этап* (новые технологии навигации и коммуникации).

На основе археологических и антропологических описаний хорошо устанавливается корреляция развития человека с этапами развития навигационных технологий: 1. ландшафтный

этап – *Homo habilis*, способный создавать инструмент из природного материала и использовать его в различных целях; 2. этап локальных сетей – *Homo erectus*, более крупный, чем другие представители рода *Homo*, который использовал огонь, обладал речью и заселил всю планету; 3. этап региональных сетей – неантропы, у которых зафиксированы календарь и свидетельства активного товарообмена. Освоение технологий обратного визирования по количеству новых знаний можно сравнить с «информационным взрывом», поэтому переработка древним человеком – неандертальцем и поздними представителями *Homo erectus* возросшего объема навигационной информации хорошо объясняет очередную скачок в развитии абстрактного мышления, который мог сформировать человека современного типа. По сути, навигация раскрывает механизм положительной обратной связи от геокультурного пространства к его создателю – древнему человеку. В исторический и современный этапы древние технологии навигации в значительной степени потеряли свою актуальность, а функция объектов поменялись – от инструментальной к символической.

Формирование абстрактного мышления на основе развития технологий навигации хорошо согласуется с палеогеографическими данными о природно-климатической обстановке антропогена. В плейстоцене понижение температур привело к уменьшению продуктивности экосистем Земли и их качественной перестройке. В таких условиях невозможно было оставаться в границах хорошо освоенных, интуитивно знакомых ландшафтов. Движение и ориентирование как форма адап-

тации развивались на протяжении всего палеолита, который составляет 99% времени антропогенеза, и только в голоцене, с переходом к производящему хозяйству и оседлости, а также благодаря развитию форм территориального разделения и социальной зависимости, этот культурный опыт стал постепенно забываться.

Навигационная концепция антропогенеза и сапиентации способствует решению проблем современного научного знания, в числе которых: 1. недостаточность существующих критериев антропогенеза в антропологии – классическая триада «прямохождение–свободная конечность–создание орудий» требует дополнения в связи с недавними открытиями прямохождения австралопитеков, орудийной деятельности современных обезьян (макак и капуцинов) и др.; 2. поиск основы ностратического родства языков в лингвистической компаративистике (сравнительно-историческое языкознание); 3. искусственность (отрыв от природы) базовых моделей в семиотике.

Выводы

Междисциплинарные исследования доисторического наследия в географии культуры способствуют углублению представлений о структуре геокультурного пространства – по генезису и по охвату важнейших функциональных связей. Разработанные авторами подходы и методы позволяют моделировать этапы коэволюции человека и природы на разных этапах биологической и надбиологической адаптации.

Реконструкции на основе навигационной концепции информационного моделирования показывают:

– согласованность структуры территориальных систем с ориентирами пространства-времени, которая отражена в топонимии, семиотике и других информационных моделях мира, основана на объективной функциональной связи действий «измерение-обозначение», выполняющих задачи адаптации;

– алгоритм действий «астрономическое ориентирование – абстрактный геометрический знак – практическое применение» объясняет космические истоки интеллекта и культуры: первичное навигационное назначение древних и древнейших объектов культурного наследия, астрономическую основу знаковых систем и космизм мышления, изначально свойственный

человеку и сохраненный в традиционной народной культуре;

– объективная связь «энергия (свет) – информация (знаки и знания)» ставит вопрос о негэнтропийной роли культуры в географическом пространстве Земли.

Таким образом, на основе результатов системного анализа и моделирования геокультурного пространства, универсальным принципом коэволюции человека и природы, гарантирующим развитие биосферы и ноосферы, может быть признан приоритет интересов жизнеобеспечения, реализованный в установках личности и ценностях общественной культуры.

Статья поступила в редакцию 12.02.2018

ЛИТЕРАТУРА

1. Головнев А.В. Антропология движения (древности Северной Евразии). Екатеринбург: УрО РАН, Волот, 2009. 496 с.
2. Марсадолов Л.С., Паранина Г.Н., Григорьев А.А. Комплексный подход к изучению мегалитического наследия // Вестник Томского государственного университета. История. 2013. № 22(2). С. 72–75.
3. Паранин В.И. Историческая география летописной Руси. Петрозаводск: Карелия, 1990. 152 с.
4. Паранин В.И. История варваров. СПб.: РГО, 1998. 280 с.
5. Паранина А.Н., Паранин Р.В. Знак как отображение географического пространства-времени: возможности междисциплинарных исследований // Общество. Среда. Развитие. 2016. № 3 (40). С. 95–101.
6. Паранина А.Н. Потенциал междисциплинарных исследований в географии культуры // Вестник Международной академии наук. Русская секция. 2017. Вып. № 1 (367). С. 81–84.
7. Паранина А.Н., Паранин Р.В. Инструменты и технологии навигации как основа антропогенеза // Геология в школе и вузе: науки о Земле и цивилизация. Сб. X Междунар. конф. 30 июня – 6 июля 2017 г. СПб.: РГПУ им. А.И. Герцена, 2017. С. 205–208.
8. Паранина А.Н., Паранин Р.В. Навигационные и экологические аспекты эволюции территориальных систем // Добродеевские чтения – 2017. I Междунар. науч.-практ. конф. (12–13 окт., г. Москва). М.: ИИУ МГОУ, 2017. С. 142–146.
9. Стрелецкий В.Н. Геопространство в культурной географии // Гуманитарная география. Научный и культурно просветительский альманах. Вып. 2. М.: Институт Наследия, 2005. С. 330–332.
10. Фролов Б.А. Первобытная графика Европы. М.: Наука, 1992. 200 с.
11. Paraniina A.N. Navigation in Space-Time as the Basis for Information Modeling // Scientific Research Publishing. Archaeological Discovery. 2014. Vol. 2(3), pp. 83–89.

12. Paranina A.N. Gnomon as sources of information on planet rhythms // *Geomate*, Osaka. 2016. № 10. pp. 1815–1821.
13. Paranina A.N. Archaeological objects as elements informational life support system and as sources of information about evolution of environment // *Geomate*, Osaka, 35. pp. 100–107.
14. Paranina A., Paranin R. Information in geographical space as the basis of crossdisciplinary researches in culture geography // *European Journal of Geography*, 2017. Vol. 8, № 3, pp. 67–77.

REFERENCES

1. Golovnev A.V. *Antropologiya dvizheniya (drevnosti Severnoi Evrazii)* [Anthropology of movement (antiquities of the Northern Eurasia)]. Ekaterinburg, UrO RAN, Volot Publ., 2009. 496 p.
2. Marsadolov L.S., Paranina G.N., Grigor'ev A.A. [An integrated approach to the study of megalithic heritage]. In: *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Istoriya*, 2013, no. 22 (2), pp. 72–75.
3. Paranin V.I. *Istoricheskaya geografiya letopisnoi Rusi* [Historical geography of chronicled Russia]. Petrozavodsk, Kareliya Publ., 1990. 152 p.
4. Paranin V.I. *Istoriya varvarov* [History of the barbarians]. SPb., RGO Publ., 1998. 280 p.
5. Paranina A.N., Paranin R.V. [Sign as the mapping of geographical space-time: the possibility of interdisciplinary research]. In: *Obshchestvo. Sreda. Razvitie*, 2016, no. 3 (40), pp. 95–101.
6. Paranina A.N. [The potential of interdisciplinary research in the geography of culture]. In: *Vestnik Mezhdunarodnoi akademii nauk. Russkaya sektsiya*, 2017, vyp. , no. 1 (367), pp. 81–84.
7. Paranina A.N., Paranin R.V. Instrumenty i tekhnologii navigatsii kak osnova antropogeneza [Tools and navigation technology as a basis of anthropogenesis]. In: *Geologiya v shkole i vuze: nauki o Zemle i tsivilizatsiya. Sb. X Mezhdunar. Konf. 30 iyunya – iyulya 2017* [Geology in school and University: Earth science and civilization. SB. X Intern. Conf., 30 June – July 2017]. SPb., RGPU im. A.I. Gertsena Publ., 2017, pp. 205–208.
8. Paranina A.N., Paranin R.V. Navigatsionnye i ekologicheskie aspekty evolyutsii territorial'nykh sistem [Navigation and environmental aspects of the evolution of territorial systems]. In: *Dobrodeevskie chteniya* [Dobrodeevka reading]. I Mezhdunar. scientific.-pract. Conf. (12–13 Oct., G.M.). M., IIU MGOU Publ., 2017, pp. 142–146.
9. Streletskii V.N. [Geospace in cultural geography]. In: *Gumanitarnaya geografiya. Nauchnyi i kul'turno-prosvetitel'skii al'manakh.*, no. 2. M.: Institut Naslediya, 2005, pp. 330–332.
10. Frolov B.A. *Pervobytnaya grafika Evropy* [The primitive graphics of Europe]. Moscow, Nauka Publ., 1992. 200 p.
11. Paranina A.N. Navigation in Space-Time as the Basis for Information Modeling. In: *Scientific Research Publishing. Archaeological Discovery*, 2014, vol. 2 (3), pp. 83–89.
12. Paranina A.N. Gnomon as sources of information on planet rhythms. In: *Geomate*, Osaka. 2016, no. 10, pp. 1815–1821.
13. Paranina A.N. Archaeological objects as elements informational life support system and as sources of information about evolution of environment. In: *Geomate*, Osaka, no 35. pp. 100–107.
14. Paranina A., Paranin R. Information in geographical space as the basis of crossdisciplinary researches in culture geography. In: *European Journal of Geography*, 2017, vol. 8, no 3, pp. 67–77.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Паранина Алина Николаевна – кандидат географических наук, доцент кафедры физической географии и природопользования Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена;
e-mail: galina_paranina@mail.ru

Паранин Роман Викторович – студент факультета географии Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена;
e-mail: paranin.roman@yandex.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Alina N. Paranina – PhD in Geographical Sciences, associate professor of department of physical geography and environmental management, Herzen State Pedagogical University of Russia;
e-mail: galina_paranina@mail.ru

Roman V. Paranin – student of department of geography, Herzen State Pedagogical University of Russia;
e-mail: paranin.roman@yandex.ru

ПРАВИЛЬНАЯ ССЫЛКА НА СТАТЬЮ

Паранина А.Н., Паранин Р.В. Коэволюция человека и природы: возможности моделирования в географии культуры // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2018. № 2. С. 80–89.
DOI: 10.18384/2310-7189-2018-2-80-89

FOR CITATION

Paranina A., Paranin R. Co-evolution of man and nature: possibilities of modeling in geography of culture. In: *Bulletin of Moscow Region State University. Series: Natural sciences*, 2018, no. 2, pp. 80–89.
DOI: 10.18384/2310-7189-2018-2-80-89

Эколого-географическое образование для устойчивого развития

УДК 556.5

DOI: 10.18384/2310-7189-2018-2-90-101

ОПЫТ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ УЧЕБНОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ СТУДЕНТОВ

Абрамова Е.А., Савушкина Е.Ю.

*Российский государственный геологоразведочный университет
имени Серго Орджоникидзе*

117997, город Москва, улица Миклухо-Маклая, 23, Российская Федерация

Аннотация. Статья посвящена вопросу изучения состояния водных объектов на территории города Москвы. В ней последовательно излагаются методики гидрологических и гидрохимических исследований, позволяющие студентам осваивать профессиональные компетенции и повышать уровень экологической культуры. Приведена информация о результатах обследования водоёмов и водотоков в пределах музея-заповедника «Коломенское» и ландшафтного заказника «Тёплый Стан». Полученные данные свидетельствуют о повышенной антропогенной нагрузке на водные объекты городских парков и могут явиться основой для дальнейших мониторинговых наблюдений за водными компонентами природы.

Ключевые слова: водные объекты, памятники природы, родник, ручей, экология, гидрология.

EXPERIENCE OF HYDROLOGICAL INVESTIGATIONS IN CONDUCTING EDUCATIONAL ECOLOGICAL PRACTICE OF STUDENTS

E. Abramova, E. Savushkina

*Sergo Ordzhonikidze Russian State Geological Prospecting University (MGRI-RSGPU)
ul. Miklukho-Maklaya 23, 117997 Moscow, Russian Federation*

Abstract. The paper studies the state of water bodies in Moscow. The methods of hydrological and hydrochemical research, allowing students to develop professional competence and to improve the level of environmental culture, are considered in detail. The information about the results of surveys of water bodies and watercourses within the Kolomenskoe Museum Reserve and Teply Stan Landscape Reserve is presented. The obtained data indicate an increased anthropogenic load on water bodies of urban parks and can serve as a basis for further monitoring of water components of nature.

Key words: water objects, nature monuments, spring, stream, ecology, hydrology.

© CC BY Абрамова Е.А., Савушкина Е.Ю., 2018.

В условиях увеличивающейся антропогенной нагрузки в пределах Московской агломерации на природу города существует необходимость в изучении и анализе качества окружающей природной среды. Поэтому наблюдение за состоянием природных объектов на территории города является одним из основных направлений геоэкологических исследований, которые проводятся на кафедре экологии и природопользования Российского государственного геологоразведочного университета преподавателями и студентами. Изучение современного состояния компонентов природной среды, выявление нарушений в них выполняется на полевых учебных практиках со студентами и в ходе освоения сопутствующих дисциплин.

Наиболее заметно изменяющимся компонентом природы крупного города является водная среда. Современная гидрографическая сеть Москвы представлена водотоками и водоёмами естественного и искусственного происхождения, которые являются ключевыми функциональными системами, формирующими ландшафтные и природно-техногенные комплексы [2, с. 113]. Большая часть водных объектов в пределах города претерпела значительные изменения: многие малые реки и ручьи заведены в коллекторы, на руслах сооружены пруды, берега облицованы камнем, видоизменён рельеф прибрежных территорий. Нарушения в гидрологическом режиме водных объектов влекут за собой изменения в ландшафте, в первую очередь оказывают влияние на характер растительности, биологическую продуктивность ландшафта, почвообразующие процессы. От содержания влаги

в почве зависит скорость выветривания горных пород, интенсивность физических, химических процессов. В связи с этим особенно важно проводить комплексные гидрологические исследования в черте города.

Совместная работа преподавателей и студентов по проведению гидрологических исследований помогает последним, в свою очередь, изучить порядок организации полевых гидрологических исследований, приобрести навыки работы на водных объектах и познакомиться с современными гидрологическими приборами, приобрести навыки камеральной обработки материалов, проводить оценку состояния гидрологических объектов и давать рекомендации по его улучшению; составлять базы данных мониторинговых наблюдений.

Комплексные гидрологические исследования проводятся в пределах особо охраняемых природных территориях г. Москвы, в том числе на территории государственного художественного историко-архитектурного и природно-ландшафтного музея-заповедника «Коломенское» и ландшафтного заказника «Тёплый Стан», где сохранились исторические памятники и памятники природы (родники, ландшафты), геологические памятники (родники и обнажения горных пород) и есть возможность оценить гидрологические и физико-химические параметры состояния водных объектов (малых рек, ручьёв, прудов и родников). Некоторые компоненты природы выбранных парковых зон являются памятниками природы регионального значения: группа родников в Голосовом овраге и по берегу реки Москвы ниже храма Вознесения Господня в

Коломенском, долина левого притока реки Очаковки в 9-м микрорайоне Тёплого Стана, долина реки Очаковки в Тёплом Стане, родник в истоках Кукринского ручья в Коньково, исток реки Очаковки¹.

Предваряя полевые гидрологические исследования, студентам читается вводная лекция, на которой определяют цель и объясняют основные задачи, повторяется материал, изученный в ходе аудиторных лекционных и практических занятий: основные характеристики элементов гидросферы, её значение для города. Особое внимание уделяется условиям формирования гидрологической сети города Москвы, влияния на неё климата, геологического строения, рельефа; характеру водного режима речной сети, к которой относятся исследуемые водные объекты; методике изучения физических и химических параметров водных объектов при полевых и лабораторных работах. Также частью ознакомительной лекции является инструктаж по технике безопасности при проведении гидрологических исследований.

На первом этапе комплексных исследований лежит работа с топографическим материалом, в ходе которой в соответствии с методикой картометрическим способом и на основании справочных материалов определяются

основные морфометрические характеристики водотоков и водосборов (длина, извилистость водотока, средний уклон, площадь водосбора) [6, с. 20]. По картам определяются положение истока и устья изучаемых водотоков, общее направление течения.

Длины небольших водотоков или ручьев водотока измеряются по картам крупного масштаба (менее 1:10 000) с помощью курвиметра механического КУ-А или электронного **Scale Master Pro XE**. Извилистость водотока (участка водотока) характеризует степень криволинейности русла; находят коэффициент извилистости по формуле: $K = L/l$, где L – длина реки; l – прямая, соединяющая исток и устье.

Средний уклон водотока (участка водотока) определяется по разности высотных отметок, к соответствующей длине водотока (или его участка). Средний уклон вычисляется по формуле: $\Delta h = \frac{(H_s - H_h)}{l}$, где H_s и H_h – высота истока и устья. Площадь водосбора определяется механическим способом с помощью палетки [6, с. 23–32].

Во время натурных исследований студенты выполняют следующие работы: построение профиля долины водотоков; установка водомерного учебного поста; проведение промерных работ на водных объектах; измерение скорости течения и определения расхода воды с помощью поверхностных поплавков; определение физических и химических параметров воды; делают вывод об экологическом состоянии территории.

Измерения, наблюдения, описания водных объектов выполняются в наиболее характерных точках и на створах и заключаются в определении ширины, глубины, скорости течения, опре-

¹ См. Закон города Москвы «О схеме развития и размещения особо охраняемых природных территорий города Москвы» от 6 июля 2005 года № 37; Постановление Правительства Москвы от 9 апреля 2002 г. № 262-ПП «О мерах по реализации Закона города Москвы «Об особо охраняемых природных территориях в городе Москве» (с изменениями на 4 июля 2017 года); информацию сайта Департамента природопользования и охраны окружающей среды города Москвы (http://www.dpioos.ru/eco/ru/oort/o_983).

делении скорости живого сечения, расхода воды, объёма стока. Ширина определяется с помощью рулетки или мерного каната (способ пригоден для измерения ширины ручьёв или нешироких рек); по подобию треугольников. Глубина измеряется в сантиметрах или метрах и определяется следующим образом: через водоток натягивается бечёвка, размеченная на метровые участки. Далее у каждой метки гидрометрическим шестом выполняются промеры дважды с точностью до сантиметра. Затем складываются полученные глубины у каждой отметки и делятся на их количество. При ширине водотока менее 1,5 достаточно сделать один замер в середине русла.

Определение скорости течения выполняется на прямолинейном русле с помощью поверхностных поплавков, где выбираются три створа на таком расстоянии друг от друга, чтобы можно было точно измерить время движения поплавка от одного створа к следующему. Продолжительность движения поплавка – 20 с. На малых реках или ручьях продолжительность движения поплавка может быть более короткой. Глубина погружения поплавка в воду – меньше одной четверти глубины потока. Поплавки распределяются равномерно по ширине, выше верхнего створа, засекаются по секундомеру. Скорость поплавка равняется расстоянию между створами, делённому на время добегания.

Площадь живого сечения связана с шириной (B) и наибольшей глубиной (H) и выражается уравнением: $F = \frac{2}{3} \cdot BH$. Расход воды представляет собой количество воды в единицах объёма, протекающей через поперечное сечение потока за единицу време-

ни. Определяется по формуле: $Q = Fv_{cp}$, где F – площадь живого сечения (m^2), v_{cp} – средняя скорость течения. Это количество воды, протекающее через живое сечение за некоторый промежуток времени, находится по формуле: $W = Q \cdot T$, где Q – расход воды, m^3/c , T – количество секунд в рассматриваемом промежутке времени.

Изучение источников (родников, выходов подземных вод) проводится по следующему плану: 1) местоположение, название, высота выхода источника над уровнем воды в реке (ручье); 2) состав и мощность водоносного горизонта, характер водопроницаемости пород, водоупорный горизонт (определяется по литературным источникам заранее); 3) характер выхода подземных вод (считается, бьёт ключом); 4) площадь выхода грунтовых вод, влияние на прилегающую поверхность (заболачивание, образование ручья, оползни); 5) определение качества воды (органолептические и химические показатели); дебит источника (количество воды, вытекающее за одну секунду, определяется с помощью мерного сосуда по формуле: $q = V/t$, где V – объём сосуда в литрах; t – время наполнения). Измерения проводятся трижды, вычисляется средний расход – дебит; 6) санитарно-техническое состояние каптажа (наличие каптажного сооружения, в том числе трубы, подходов, оборудованных площадок, мест отдыха); 7) санитарная характеристика местности (на участке примерно 100 m^2 , где располагается родник, отмечается визуально наличие разнообразного мусора) и общая загрязнённость в области питания.

Определение физических свойств речных вод выполняется одновремен-

но с гидрологическими исследованиями. Температуру с точностью до 0,5°C воды удобно определять с помощью карманного рН-метра HI 98127 рНер 5 HANNA, технические характеристики которого позволяют одновременно определить и значение рН с точностью 0,05. При этом все измерения рН автоматически термокомпенсируются.

Сведения о химическом составе вод и выявлении в них загрязняющих веществ получают методом отбора и экспресс-анализа водных проб в процессе полевых исследований (содержание железа общего, меди, нитритов, нитратов, хроматов, никеля, активного хлора и сульфидов) и последующего анализа в экологической лаборатории кафедры экологии и природопользования МГРИ-РГГРУ полуколичественным визуально-колориметрическим методом с помощью тест-комплектов «Хлориды» и «Карбонаты, щелочность» НПО ЗАО «Крисмас+» в соответствии с приложенными рекомендациями [7, с. 97].

Для определения химического состава в маршрутах используются индикаторные полоски тест-системы для экспресс-анализа воды и водных сред НПО ЗАО «Крисмас+» [7, с. 25]. Они наиболее удобны в применении для полуколичественного химического анализа водных сред в полевых условиях. Ограничением их использования является температура 5-35°C. Порядок работы при использовании тест-систем и определении органолептических свойств воды выглядит следующим образом.

Цветность определяется качественно по цвету столба анализируемой воды в пробирке высотой 10-12 см на белом фоне; возможны категории:

бесцветная, слабо-желтая, желтая, бурая, или с помощью фотометра [4, с. 71; 5, с. 230]. Мутность определяется качественно по степени мутности столба анализируемой воды в мутномерной пробирке высотой 10-12 см на черном фоне; возможны категории: прозрачная, слабоопалесцирующая, опалесцирующая, слабомутная, мутная [4, с. 72].

Запах определяется при комнатной температуре (20°C) и при 60°C; необходимо налить анализируемую воду в колбу, заполнив её на 2/3, закрыть пробкой, взболтать, а затем откупорить колбу и определить запах; возможны категории: запах искусственного происхождения (химический, уксуса, др.) или естественного (гнилостный, древесный, рыбный, др.) [4, с. 73].

Определение содержания загрязняющих веществ выполняется с помощью тест-систем в следующем порядке [7, с. 53]:

- отрезать от индикаторной полоски рабочий участок размером (обычно 5 x 5 мм), желательно непосредственно перед измерением;

- в некоторых случаях (определение концентрации двухвалентного железа, хрома) необходимо предварительно определить значение рН водной пробы и довести её до требуемой величины с помощью буферного реактива из комплекта тест-системы;

- опустить рабочий участок в анализируемую воду на несколько секунд или смочить его;

- сравнить окраску смоченного участка индикаторной полоски с образцами цвета на контрольной шкале через 1-3 минуты после смачивания. Результатом анализа будет считаться

значение, соответствующее ближайшему по окраске образцу шкалы или интервалу концентраций при промежуточной окраске¹.

Для исследования содержания хлоридов и гидрокарбонатов в лабораторных условиях отбираются пробы воды. Отбор и хранение должны проводиться в соответствии с ГОСТ 31861-2012 «Вода. Общие требования к отбору проб». Основное внимание следует обращать на срок хранения водной пробы, температуру хранения и тару [1].

Ниже представлены результаты исследований, проведённых в ходе учебной практики летом 2017 г.

На территории музея-заповедника «Коломенское» расположены и доступны для исследований следующие водные объекты: Голосов и Дьяковский ручьи, две группы выходов подземных вод, два пруда в Голосовом овраге.

В пределах Голосова оврага, в старинных документах носил название Дворцовый, протянувшегося на 1300 метров, обладающего особым микроклиматом, протекает одноимённый ручей. По бортам оврага располагаются сохранившиеся фрагменты старовозрастных широколиственных насаждений: дубы, мелколиственная липа, гладкий вяз, ясень, лещина, которые, в свою очередь, очень чувствительны к увлажнению и уровню грунтовых вод. Протекая по дну оврага, Голосов ручей врезаётся в различные по своему составу горные породы. Здесь же расположен естественный выход подземных вод из песков нижнемелового горизонта в бортах Голосова оврага. В настоящее время известно пять родни-

ков, имеющих общее название родники «Кадочка» и являющихся памятниками природы². Местные жители дали им имена святых: Георгия Победоносца, Двенадцати Апостолов, Николая Угодника.

В приустьевой части оврага дно его широкое и плоское, занятое двумя прудами и системой гидротехнических сооружений. Оба пруда имеют прямоугольную форму и носят название Верхний (длина 50 м, ширина 20 м, глубина 2 м) и Нижний (длина 45 м, ширина 20 м, глубина 2 м) Коломенские пруды. Берега прудов забетонированы и окружены газонами с ивами. Используется как зона рекреации.

По дну Дьяковского оврага, являющимся памятником природы регионального значения, на правом берегу реки Москвы в 150 м от кромки воды, протекает Дьяковский ручей. Длина постоянного водотока около 800 метров (см. табл. 1 – характеристики водотоков территории музея-заповедника «Коломенское»). По-видимому, ручей берет начало от выходов подземных вод в овраге. На момент исследования центральная часть оврага оказалась сильно заболочена и обнаружить выходы подземных вод в виде родников не представлялось возможным.

Ниже храма Вознесения Господня в основании склона долины реки Москвы находится ещё одна группа родников с естественным выходом подземных вод из нижнемелового водоносного горизонта. Они расположены у подножия склона на высотах от 121–125 м в 20 м от уреза воды.

¹ см. описание тест-систем анализа воды и водных сред, например, на сайте «Крисмас-центр» (<http://www.ccenter.msk.ru/cat/test-sistemyi.20>).

² см. данные из информационно-аналитической системы «Особо охраняемые территории России» (<http://oopt.aari.ru/oopt>).

Таблица 1

Гидрографические и гидрологические характеристики водотоков

Характеристики	Голосов ручей	Дьяковский ручей	Кукринский ручей	Река Очаковка
Бассейн реки	Правый приток р. Москвы	Правый приток р. Москвы	Правый приток р. Очаковки	Левый приток р. Раменки
Длина (км)	1	0,75	0,76	3,3
Извилистость водотока	1,013	0,9	1,05	1,1
Средний уклон	0,03	0,06	0,02	0,01
Ширина (см)	125	41	30	80
Глубина (см)	25	8	8	12
Скорость течения (м/с)	0,01	0,012	0,011	0,012
Площадь живого сечения (см ²)	2083	219	159	639
Расход воды (м ³)	0,208	0,026	0,017	0,077
Объём стока (м ³ /мес)	539136	76392	44064	199584

Из групп родников парка «Коломенское» характеристика дается выборочно по двум. Первый – это родник, расположенный недалеко от церкви Вознесения Господня в пойме правого берега реки Москвы, на высоте 125 м, расстояние от уреза воды – 21 м. Воды родников парка относятся к мезокайнозойскому водоносному комплексу мощностью 105 м, представленному современными аллювиальными, оксиднепровскими флювиогляциальными, нижнемеловыми и верхнеюрскими песками; воды напорные. Уровень свободной поверхности грунтовых вод 120–125 м. Водоупором служат глины средней юры, мощностью 35 м. Родник нисходящий. Дебит 0,06 л/с; температура 8,7 °С. Вода прозрачная, без цвета, запах слабый илистый. Отмечается равномерное увлажнение склона на значительном расстоянии; заболачивание территории; оползневые процессы со стороны прилегающего склона. Родник каптирован каменной кладкой, с введенной металлической трубкой для стока воды; выше – подпорная стенка.

Второй родник носит название «Кадочка» и находится в пределах Голосова оврага, в 270 м от уреза воды в реке Москве. Сток воды осуществляется в Голосов ручей, дно которого выложено камнями. Дебит 0,04 л/с; температура 7,7 °С. Вода прозрачная, без цвета, запах слабый, отдаёт железом. Родник каптирован каменной кладкой, с введенной металлической трубкой для стока воды; выше родника каменный мост через ручей.

Территория, где расположены родники, облагорожена, в наличии мусорные урны. Вода не предназначена для питьевого использования.

В пределах ландшафтного заказника «Тёплый Стан» водные поверхности в общем балансе функционального зонирования изучаемой территории занимают 6 га, что составляет ~1,6% от общей площади. Главный водоток ландшафтного заказника «Тёплый Стан», река Очаковка, является притоком р. Москвы третьего порядка, пересекает территорию ландшафтного заказника с юго-востока на северо-запада.

ро-северо-запад, по пути принимая несколько притоков, в том числе Кукринский ручей. Официальным истоком реки Очаковки считается Ляхвинский ручей, берущий начало в 10 м от станции метро Тёплый Стан.

Долина р. Очаковки выработана древней и современной эрозией с максимальной глубиной вреза до 10–11 м. Долинный комплекс представлен руслом реки и поймой, которая прослеживается по обоим берегам на всем протяжении реки. В результате интенсивной боковой эрозии сформировалась достаточно густая овражно-балочная сеть. Влияние жилой застройки привело к нарушению гидрологического режима местности. Постоянный водоток в днище Ляхвинского оврага наблюдается при его удалении от улицы Тёплый Стан и смене направления течения с востока на север [3, с. 56].

Самым крупным водоемом на территории заказника является центральный пруд на р. Очаковке, созданный в результате перекрытия ее долины земляной дамбой. Площадь пруда около 2,5 га, длина составляет порядка ~500 м, а ширина колеблется от 30–40 до 150–160 м. По берегам пруда размещена зона отдыха. Пруд подпитывается водами р. Очаковки, вытекающими из всех ее истоков, и является своеобразным накопителем поступающего осадка и загрязняющих веществ. Вне долины Очаковки можно наблюдать два безымянных пруда в западной части заказника.

В качестве примера приводим гидрографическую характеристику (табл. 1) двух водотоков ландшафтного заказника. Ширина и глубина Кукринского ручья дается по водопункту, расположенному в 100 м ниже родника

«Холодный», ширина и глубина реки Очаковки дается по водопункту, расположенному в 3 м ниже по течению от слияния Ляхвинского и Теплостанского ручьев. Протяженность реки приведена в границах ландшафтного заказника.

Родник «Холодный» в истоке Кукринского ручья закаптивирован, благоустроен и освещен. Территория около родника покрыта плиткой, разбиты клумбы, стоят урны, над родником возведена часовня, к нему ведут забетонированные и деревянные мостки. Дебит 0,26 л/с; температура 7,5 °С. Вода прозрачная, без цвета, вкуса, запаха. Используется местными жителями в качестве источника питьевой воды.

Полученные данные химических исследований (табл. 2 и 3) сопоставлены с ПДК (значения ПДК даны по ГН 2.1.5.689-98 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования» и СанПиН 2.1.5.980-00. 2.1.5. «Водоотведение населенных мест, санитарная охрана водных объектов. Гигиенические требования к охране поверхностных вод. Санитарные правила и нормы»). Под номерами (табл. 2) обозначено расположение точек опробования на территории музея-заповедника «Коломенское»: 1 – Голосов ручей; 2 – родник «Кадочка»; 3 – Верхний Коломенский пруд; 4 – родник ниже храма Вознесения; 5 – Дьяковский ручей. Результаты анализа проб воды показали, что концентрация никеля, железа общего, железа двухвалентного, активного хлора незначительна и приближается к значению ноль. Отмечается превышение нитратов в родниковой воде, значительное превышение во всех во-

дных объектах парка содержания меди и присутствие сульфидов. Остальные показатели варьируются в пределах нормы.

Анализ показал, что в водных объектах территории ландшафтного заказника «Тёплый Стан» концентрация нитритов, железа общего, железа двухвалентного, активного хлора, сульфидов и хроматов незначительна и равна нулю (значимые концентрации см.

табл. 3). Под номерами обозначено расположение точек: 1 – в 3 м ниже по течению от слияния Ляхвинского и Теплостанского ручьев – верховья р. Очаковка; 2 – южная часть Теплостанского пруда; 3 – родник Холодный. Было выявлено превышения ПДК меди в 5 раз и никеля в верховьях р. Очаковка. Содержание нитратов в двух точках из трех имеет значение, приближенное к уровню ПДК.

Таблица 2

**Результаты анализа воды в водных объектах
музея-заповедника «Коломенское»**

Номер точки / показатель	Точка 1	Точка 2	Точка 3	Точка 4	Точка 5	ПДК
Нитраты, мг/л	10	30	25	50	30	45
Нитриты, мг/л	0,5	0,5	0,5	0	0,02	3,3
Медь, мг/л	10,0	10,0	30,0	5,0	30,0	1,0
Сульфид, мг/л	10	10	0	<10	0	отсут.
Хромат, мг/л	2	0	2	3	1,5	-
pH	7,6	6,9	7,7	6,6	8	6,5-8,5
Температура, °C	15,0	7,7	14,5	8,7	13,5	-

Таблица 3

**Результаты анализа воды в водных объектах ландшафтного
заказника «Тёплый Стан»**

Номер точки / показатель	Точка 1	Точка 2	Точка 3	ПДК
Нитраты, мг/л	0-50	0	0-50	45
Никель, мг/л	0-10	0	0	0,1
Медь, мг/л	5	0	5	1,0
Хлориды, мг/л	100	75	270	350
Гидрокарбонаты, мг/л	125	250	275	-
pH	8,3	8,2	6,8	6,5-8,5
Температура, °C	+25,0	+25,5	+10,0	-

Таким образом, по основным органолептическим показателям вода родников и поверхностных водоемов находится в удовлетворительном состоянии – специфических запахов не обнару-

жено, интенсивной окраски воды не наблюдается, что свидетельствует об отсутствии прямых сбросов загрязнённых вод. Анализируя полученные результаты качества воды, можно от-

метить превышение нормативного содержания меди, избыток которой может быть связан с коррозией труб или с поступлением в воду альдегидных реагентов. Избыток сульфидов демонстрирует активное протекание гнилостных процессов либо сброс неочищенных сточных вод за пределами парка.

Выполненные исследования показали, что особый режим использования водных объектов позволяет им находиться в относительно устойчивом экологическом состоянии. В то же время они являются частью гидрографической сети города, участвуют в общем биогеохимическом круговороте и подвержены хозяйственной нагрузке со стороны города. Это подтверждается результатами исследований.

Полученные данные станут основой дальнейших многолетних наблюдений за состоянием водных объектов на территории парков города Москвы. Предполагается в рамках системы мониторинга выполнять наблюдения

за уровнем загрязнённости поверхностных вод по физико-химическим и гидрологическим параметрам, что позволит, в свою очередь, выявлять основные источники антропогенной нагрузки на них и обеспечивать заинтересованные организации систематической информацией об изменении гидрохимического режима и качества воды водоёмов и водотоков, а также экстренной информацией о резких изменениях загрязнённости воды и деградации водных объектов.

Территория Коломенского парка и ландшафтного заказника Тёплый Стан представляет собой уникальный природно-культурный ландшафт, включающий памятники истории и природы. Природные условия парков удобны для изучения компонентов окружающей среды, включая оценку экологического состояния водных объектов в черте города.

Статья поступила в редакцию 22.03.2018

ЛИТЕРАТУРА

1. [ГОСТ 31861-2012] «Вода. Общие требования к отбору проб». М.: Стандартинформ, 2013. 31 с.
2. Доклад «О состоянии окружающей среды в городе Москве в 2016 году» / Под ред. А.О. Кульбачевского. М.: ДПиООС; НИА-Природа, 2017. 363 с.
3. Информационный отчет «Детальное обследование территории ландшафтного заказника «Тёплый Стан» Юго-Западного административного округа г. Москвы». М.: МГГА, 1998. 134 с.
4. Муравьев А.Г., Пугал Н.А., Лаврова В.Н. Экологический практикум: Учебное пособие с комплектом карт-инструкций / Под ред. к.х.н. А.Г. Муравьева. 2-е изд., испр. СПб.: Крисмас+, 2012. 176 с.
5. Руководство по гидрологической практике. Том I. Гидрология: от измерений до гидрологической информации (ВМО-№ 168, Шестое издание). Женева: Всемирная метеорологическая организация, 2011. 314 с.
6. Руководство по определению гидрографических характеристик картометрическим способом (утверждено Госкомгидрометом 6 января 1984 года). Л.: Гидрометеиздат, 1986. 91 с.
7. Руководство по применению мини-экспресс-лаборатории «Пчёлка-У» и её модификаций при учебных экологических исследованиях / Под ред. к.х.н. А. Г. Муравьева. Изд. 5-е, перераб. и дополн. СПб.: Крисмас+, 2016. 160 с.

REFERENCES

1. [GOST 31861-2012] «Voda. Obshchie trebovaniya k otboru prob» [State Industry Standart 31861-2012: "Water. General requirements to sampling"]. Moscow, Standartinform Publ., 2013. 31 p.
2. Doklad «O sostoyanii okruzhayushchei sredy v gorode Moskve v 2016 godu». Pod red. A.O. Kul'bachevskogo [The report "On the state of environment in Moscow in 2016", ed. by A.O. Kulbachevsky]. Moscow, DPiOOS; NIA-Priroda Publ., 2017. 363 p.
3. Informatsionnyi otchet «Detal'noe obsledovanie territorii landshaftnogo zakaznika «Teply Stan» Yugo-Zapadnogo administrativnogo okruga g. Moskvy» [The information report "A detailed examination of the Teply Stan landscape reserve of the South-Western administrative district of Moscow"]. Moscow, MGGA Publ., 1998. 134 p.
4. Murav'ev A.G., Pugal N.A., Lavrova V.N. Ekologicheskii praktikum: Uchebnoe posobie s komplektom kart-instruktsii / Pod red. k.kh.n. A.G. Murav'eva. 2-e izd., ispr. [Environmental practicum: study guide with a set of cards-instructions, edited by PhD in Chemical Sciences A.G. Murev'ev. 2-ed rev. ed.]. SPb., Krismas+ Publ., 2012. 176 p.
5. Rukovodstvo po gidrologicheskoi praktike. Tom I. Gidrologiya: ot izmerenii do gidrologicheskoi informatsii (168, Shestoe izdanie) [Guide to hydrological practices. Vol. I. Hydrology from measurement to hydrological information (168, Sixth edition)]. Geneva, Vsemirnaya meteorologicheskaya organizatsiya Publ., 314 p.
6. Rukovodstvo po opredeleniyu gidrograficheskikh kharakteristik kartometricheskim sposobom (utverzhdeno Goskomgidrometom 6 yanvarya 1984 goda) [Guide to the determination of hydrographic characteristics by the cartometric method (approved by Goskomgidromet 6 January 1984)]. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 1986. 91 p.
7. Rukovodstvo po primeneniyu mini-ekspress-laboratorii «Pchelka-U» i ee modifikatsii pri uchebnykh ekologicheskikh issledovaniyakh / Pod red. k.kh.n. A.G. Murav'eva. Izd. 5-e, pererab. i dopoln. [Guide to the application of mini Express lab "Bee-U" and its modifications when teaching environmental studies, edited by PhD in Chemical Sciences A.G. Murav'ev. Ed. 5-e, rev. and ad.]. SPb., Krismas+ Publ., 2016. 160 p.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Абрамова Елена Анатольевна – кандидат географических наук, доцент кафедры экологии и природопользования Российского государственного геологоразведочного университета имени Серго Орджоникидзе;
e-mail: povadina@mai.ru

Савушкина Екатерина Юрьевна – старший преподаватель кафедры экологии и природопользования Российского государственного геологоразведочного университета имени Серго Орджоникидзе;
e-mail: eu-savushkina@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Elena A. Abramova – PhD in Geography, associate professor of the Department of Ecology and Nature Management at the Sergo Ordzhonikidze Russian State Geological Prospecting University;
e-mail: povadina@mai.ru

Ekaterina Y. Savushkina – senior lecturer of the Department of Ecology and Nature Management at the Sergo Ordzhonikidze Russian State Geological Prospecting University;
e-mail: eu-savushkina@mail.ru

ПРАВИЛЬНАЯ ССЫЛКА НА СТАТЬЮ

Абрамова Е.А., Савушкина Е.Ю. Опыт гидрологических исследований при проведении учебной экологической практики студентов // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2018. № 2. С. 90–101.

DOI: 10.18384/2310-7189-2018-2-90-101

FOR CITATION

Abramova E., Savushkina E. Experience of hydrological investigations in conducting educational ecological practice of students. In: *Bulletin of Moscow Region State University. Series: Natural sciences*, 2018, no. 2, pp. 90–101.

DOI: 10.18384/2310-7189-2018-2-90-101

РАЗДЕЛ II

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 574.34

DOI: 10.18384/2310-7189-2018-2-102-115

БИОЛОГИЯ ДУБОВОЙ ПОБЕГОВОЙ МОЛИ *STENOLECHIA GEMMELLA* L. (*LEPIDOPTERA, GELECHIIDAE*) ПО НАБЛЮДЕНИЯМ В ОСТАНКИНСКОЙ ДУБРАВЕ г. МОСКВЫ

Трофимов В.Н.¹, Трофимова О.В.²

¹Московский государственный технический университет

имени Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал)

141001, Мытищи, ул. 1-ая Институтская, 1, Российская Федерация

²Московский государственный областной университет

105005, Москва, ул. Радио, 10-а, Российская Федерация

Аннотация. Дубовая побеговая моль зимует в стадии яйца под чешуйками старых почек. Яйца 0.50x0.23 мм. Гусеницы отрождаются при разворачивании почек дуба. Стадия гусеницы 1, 1-1,5 месяца, ширина головной капсулы по VI возрастам 0.04, 0.19, 0.22, 0.38, 0.46 и 0.60 мм. Гусеницы I возраста обгрызают центральную жилку молодого листа в почке, после второй линьки повреждает центральную часть одного или нескольких молодых побегов. Смертность гусениц не превышает 31%. Окукливается происходит в верхней или средней части хода головой вверх. Куколки 4.4x1.2 мм развивается около двух недель, их выживаемость 59%. Продолжительность интенсивного лета бабочек около 10 дней, их выживаемость не менее 90%, доля самок 57%, плодовитость около 80 яиц. В годы с наибольшей численностью вредителя усыхает до 30% всех побегов текущего года и 12% листьев. Потери листовой массы (%) связаны с долей поврежденных побегов (%) уравнением $Y = 0,319x + 1,422$. Повреждение побегов происходит во всех частях крон. Низкополнотные насаждения и отдельно стоящие деревья повреждаются сильнее.

Ключевые слова: побеговая моль, вредители растений, дуб черешчатый.

BIOLOGY OF BLACK-DOTTED GROUNDLING *STENOLECHIA GEMMELLA* L. (*LEPIDOPTERA, GELECHIIDAE*) AT THE OSTANKINO OAK STAND OF MOSCOW

V. Trofimov¹, O. Trofimova²

¹Mytishchi Branch, Bauman Moscow State Technical University

1-ya Institutskaya ul. 1, 141001 Mytishchi, Russian Federation

© СС BY Трофимов В.Н., Трофимова О.В., 2018/

² *Moscow Region State University*
10A, Radio Street, Moscow, 105005, the Russian Federation

Abstract. The black-dotted groundling *Stenolechia gemmella* L. hibernate in the egg stage under the squama of buds. Eggs measure 0.50x0.23 mm in size. Caterpillars burst at expansion of buds of an oak. The stage of a caterpillar is 1.1–1.5 months, with the width of the head capsule of larvae at the six age stages being 0.04, 0.19, 0.22, 0.38, 0.46, and 0.60 mm. A caterpillar of the first age damages the central vein of a young leaf in a bud, after the second molting the caterpillar damages the central part of one or several young shoots. Mortality of caterpillars does not exceed 31%. Pupates occurs in top or the mid-part of the gallery. Pupae of 4.4x1.2 mm in size develop for about two weeks, with the survival rate being equal to 59%. Duration of intensive flight of butterflies is about 10 days, the survival of butterflies is 90%, share of females is 57%, and fecundity is about 80 eggs. In years with the greatest number of pests, up to 30% of all shoots of the current year and 12% of the leaves dry up. The loss of foliage Y (%) is associated with the proportion of damaged shoots (%) by the equation $Y = 0.319x + 1.422$. Damage to shoots occurs in all parts of the crown. Low-density plantations and free-standing trees are damaged more severely.

Key words: crown, *Quercus*, pests of plants, *Lepidoptera*.

Дубовая побеговая моль *Stenolechia gemmella* L. (сем. *Gelechiidae* — выемчатокрылые моли) – вредитель однолетних побегов дуба черешчатого – встречается в средней полосе и на юге Европейской части России, в северной и средней Европе, восточном Средиземноморье. Гусеница повреждает насаждения всех возрастов, но в наибольшей степени — взрослые насаждения от 60 лет и выше. Морфология бабочки и куколки изучены подробно [6, р. 29–30; 7], биология и экология – недостаточно. По Эшериху [5, S. 203–204], впервые внимание на вред от побеговой моли обратил Неблих (Neblich, 1906), а поверхностное описание вредителя было сделано Барбеєм (Barbey, 1919). Названные энтомологи предполагали существование у бабочки двойной генерации.

Первое отечественное исследование по биологии побеговой моли было выполнено П.Г. Трошаниным [3], наблюдавшим значительное поврежде-

ние побегов дуба вредителем (до 82% от общего числа побегов дуба, при 70% в среднем). Основные моменты биологии побеговой моли кратко изложены С.П. Берденниковой и Н.И. Каримовой [2] в работе по борьбе с вредителями Останкинской дубравы. Наблюдение за лётом бабочек и оценка поврежденности побегов дуба в лесопарках Московского региона сделано Н.К. Беловой и Д.А. Беловым [1].

Детальное исследование по биологии побеговой моли, выполненные в Останкинской дубраве г. Москвы одним из авторов в 1969–1970 гг. [4], были продолжены в 2013 г. В 2001 и 2015–2017 гг. нами проведены только беглые учетные работы в дубраве ГБС АН РФ.

Материалы и методы

Поврежденные молью побеги подсчитывали на 1-метровых модельных ветвях, взятых из верхней, средней и нижней частей крон 100–200-летних

дубов, расположенных в различных частях Останкинской дубравы. Побег-и вскрывали для анализа вредителя, определения фазы и стадии его развития. Часть побегов помещали в садки для наблюдения за вылетом бабочек и энтомофагов моли. Всего было взято 37 модельных деревьев, проанализировано более 1,5 тысяч поврежденных побегов, измерено 27 яиц, 112 куколок и 62 гусеницы разных возрастов, проведены детальные наблюдения за лё-том бабочек на стволах 5 модельных деревьев и в пяти садках в лаборатор-ии, вскрыта 41 бабочка, выполнены измерения и зарисовки отдельных фаз и стадий развития вредителя.

Результаты

Яйцо. Дубовая побеговая моль зи-мует в стадии яйца под чешуйками старых почек. Яйца продолговатые, овальной формы, сплюснуты с од-ного конца, $0,504 \pm 0,026$ мм длины и $0,228 \pm 0,021$ мм ширины, встречаются поодиночке, а также кладками по 5-7 штук. Более узкой и заостренной сто-роной они прикрепляются к субстра-ту. Яйца сцеплены между собой сбоку и иногда образуют грозди с количе-ством яиц до 11 штук. Цвет яиц непо-средственно после откладки (в садках) беловатый, яйца слабо прозрачные. Обнаруженные в дубраве зимой яич-ки имели слегка желтоватый цвет. При вскрытии яиц, взятых из дубравы по-сле заморозков, в них были обнару-жены сформировавшиеся гусеницы (рис. 1, ч. 1). После пребывания в по-мещении при комнатной температуре ($+18^{\circ}\text{C}$) начиналось отрождение и вы-ход гусениц из яиц.

Яйца, обнаруженные в садках, в лаборатории, на мороз не выносили.

Они также изменили свой цвет, но при вскрытии сформировавшихся личи-нок в них не было, и выхода гусениц из них не наблюдали. В дальнейшем эти яйца ссохлись и погибли. Было от-мечено, что в садках непосредственно после откладки яйца окружены пау-тиной; в дубраве при позднеосеннем учете яиц были найдены лишь остатки паутины, и то в редких случаях. По-пытка провести учет численности яиц в кроне деревьев из-за трудоемкости обнаружения яиц результатов не дала [4].

Гусеница. Гусеницы отрождают-ся при разворачивании почек дуба, на несколько дней позже, чем гусеницы дубовой зеленой листовертки. Гусени-цы сероватые с 6-ю рядами темно-се-рые точек, идущих вдоль всего тела, и с просвечивающимся кишечником (рис. 1, ч. 3). Голова и довольно широ-кий задний щиток светло-коричневые. Затылочный щиток с зеленым точеч-ным окаймлением, выражен слабо. Стадия гусеницы длилась в дубраве 1,1–1,5 месяца, за это время личинки 5 раз линяли и проходили шесть воз-растов. Часто развитие вредителя про-исходило не дружно, одновременно можно было встретить гусениц I и III возраста. Разновозрастные гусеницы различаются между собой по ширине головной капсулы (табл. 1). Размер ли-чинок последнего возраста составляет 5,5–7,5 x 1,2–1,5 мм.

Гусеницы I-го возраста обгрызают центральную жилку молодого листа, находясь непосредственно в почке (рис. 1, ч. 2). Во II-ом возрасте гусени-цы повреждают центральную жилку и черешок листа и прокладывают хо-рошо заметный ход длиной от 42 до 51 мм. Поврежденный участок централь-

Таблица 1

Размеры головной капсулы у гусениц побеговой моли

Возраст гусеницы	I	II	III	IV	VI	VI
Ширина головы в мм	0,092±0,017	0,187±0,013	0,222±0,024	0,382±0,026	0,458±0,032	0,597±0,049

ной жилки листа при этом темнеет и останавливается в росте, вследствие чего листовая пластинка около этого участка выглядит несколько гофрированной. На поврежденном черешке, чаще на его основании, могут проявляться черные пятна с плохо различимым отверстием.

После второй линьки гусеницы покидают центральную жилку и внедряются в центральную часть молодого зеленого побега, прокладывая в нем извилистые и постепенно утолщающиеся ходы длиной 24–7,8 мм. Ход заканчивается куколочной колыбелькой с отверстием в верхней части поврежденного побега для выхода будущей ба-

бочки, прикрытым тонким слоем коры. Перед окукливанием гусеница покрывает стенки хода редкими паутиными нитями, заметными только при увеличении. Гусеница последнего возраста окукливается внутри побега, в верхней или средней части прогрызенного ею хода головой вверх (рис. 1.4).

Гусеницы с третьего возраста и до окукливания могут находиться внутри одного и того же побега, но зачастую по неизвестным причинам переходят в другие побеги (табл. 2). Такие переходы совершаются гусеницами в конце II-го и в III-м, реже в IV возрастах. Длина хода гусеницы в покинутых побегах варьировала от 1,5 до 4,5 см.

Таблица 2

Доля поврежденных побегов дуба, покинутых гусеницами дубовой побеговой моли в разные годы

Годы	1969	2013	2014	2015	2016	2017
Доля покинутых побегов, %	15,4	68,6	37,2	52,7	41,0	13,8

Раннее повреждение побега побеговой молью внешне почти незаметно, имеется лишь очень маленькое входное отверстие в основании побега, через которое гусеница вгрызается в побег и, в дальнейшем, выталкивает часть экскрементов из выгрызенного хода. В остальном же побег, поврежденный молодой гусеницей, внешне неотличим от здоровых побегов.

Позднее, когда гусеница достигает

последнего возраста, побег сильно видоизменяется. Часть побега, в которой прогрызен ход, значительно утолщается и приобретает желтоватый оттенок (рис. 1.6). В это же время начинают желтеть и усыхать листья на поврежденном побеге. Повреждения становятся хорошо заметными и портят декоративный вид деревьев. В июле начинается опадение поврежденных листьев и побегов, продолжающиеся

весь месяц. В разные годы количество засохших и опавших листьев колебалось от 3 до 12% от их общего числа.

Куколка. Куколки дубовой побеговой моли мелкие (табл. 3), их вес $1,44 \pm 0,13$ мг. Самки крупнее самцов, и

их доля по куколкам составляла 55,3%. Фаза куколки длится около двух недель, иногда до месяца, после чего вылетает бабочка через отверстие, сделанное гусеницей в верхней части побега.

Таблица 3

Размеры куколок дубовой побеговой моли в 1969 г.

Категория крупности	Размеры в мм		% от общего количества
	длина	ширина	
мелкие	3,6 – 4,0	0,84 – 0,87	6,2
средние	4,2 – 4,6	1,14 – 1,22	27,7
крупные	4,7 – 5,1	0,95 – 1,25	40,1
Погибшие*	–	–	26,0

*К категории «погибшие» отнесены поврежденные побеговой молью побеги, в которых обнаружены либо коконы наездника, либо хищные клещи и личинки хищных мух, уничтожившие куколку, либо личинки и куколки, погибшие от болезней и от неизвестных причин.

Бабочка. Бабочка небольшая, длиной 11 мм и размахом крыльев до 15 мм. Их выход из куколок происходил во второй половине дня, пик приходился на 16–17 часов. В лабораторных условиях вышедшие бабочки имели сформировавшиеся гениталии и половые продукты и через несколько часов приступали к спариванию. Различие полов по гениталиям у 226 бабочек составило 57,1% в пользу самок.

Попытки установить начало и продолжительность откладки яиц в опытах с подсадкой бабочек на побеги дуба в садках определенных результатов не дали, поскольку продолжительность жизни бабочек в лаборатории составила 4–6 дней, и лишь немногие из них успели за это время спариться и отложить яйца. К тому же неизвестно, были ли отложенные яйца вообще оплодотворены. При этом за-

раженность побегов в садках оказалась довольно велика, от 8,9 до 37,7% от их количества, и в среднем составила 25,4% (по данным 168 побегов в 3-х садках).

Побеговая моль – ночная бабочка. Днем бабочки неподвижно сидят на стволах дубов в трещинах коры, а также на ветках и листьях. Наблюдения за сроками и интенсивностью лёта бабочек в дубраве проводили в 1969 г. путем подсчета их на стволах 5 модельных деревьев, в лаборатории — по количеству ежедневно вылетавших бабочек в 5 садках, где находилось 798 поврежденных побегов дуба (табл. 4, 5). Деревья были выбраны по принципу наилучшей доступности, причем одно из них было отдельно стоящим, два находилось недалеко от границы насаждения дуба, и два – в глубине его.

Таблица 4

**Среднее количество бабочек дубовой побеговой моли в пересчете
на одно дерево в зависимости от расстояния до земли.**

Дата	Количество бабочек по частям ствола от комля (м), шт.					Всего бабочек на дереве в день, шт.	Доля бабочек от общего числа вылетевших, %
	0-3 м	3-6 м	6-9 м	9-12 м	12 м		
3/VIII						5	0,8
4/VIII	2	4	-	-	-	6	0,9
7/VIII	5	10	14	45	-	74	11,7
8/VIII	3	16	23	41	22	105	16,6
11/VIII	4	18	28	56	40	146	23,0
15 VIII	5	18	37	62	45	167	26,3
18 VIII	8	17	23	30	-	78	12,3
19/VIII	5	3	4	9	-	21	3,3
20/VIII	-	3	17	5	3	28	4,4
28 VIII	2	2	-	-	-	4	0,7
29/VIII	на стволах бабочек нет, при встряхивании ветвей – редко						
1/IX	просмотрено 60 деревьев, обнаружено на стволах 2 бабочки						
4/IX	бабочки встречаются только в кв.13, наиболее зараженном						
Итого:	39	91	146	248	110	634	100

Таблица 5

Вылет бабочек дубовой побеговой моли в садах

Количество поврежденных побегов в садах	Доля побегов, %, в которых				
	вылетели бабочки	погибли бабочки	не оказалось куколок и гусениц	мертвые куколки и гусеницы	погибшие от энтомофагов
191	61,8	2,1	13,1	9,4	13,6
168	62,3	1,8	12,5	9,5	11,9
145	48,3	2,8	19,3	11,0	18,6
124	39,5	4,8	21,0	18,5	16,1
170	84,7	0,6	5,9	4,1	4,7
Среднее	59,3	2,4	14,4	10,5	13,0

Количество бабочек на дереве зависело от погоды и времени дня. В пасмурную и холодную погоду утром бабочек на стволах было сравнительно мало – 3–4 штуки; днем, если погода осталась прежней – еще меньше. При солнечной и теплой погоде количество бабочек на стволе в утренние часы мало чем отличалось от пасмурной по-

годы, но к середине дня число их увеличивалось, доходя до 15–50 и более на одном дереве. Больше бабочек наблюдали на стволах, освещенных солнцем. При этом количество бабочек возрастало с увеличением расстояния от земли и достигало наибольшей величины в той части кроны, где ствол переходит в толстые ветви. На ветвях бабочки

сидели также в углублениях коры, и не встречались на гладкой коре. Отмечены бабочки на побегах прошлого года с неровной, шероховатой корой. На листьях бабочки встречались реже, и, как правило, на верхней стороне листа. Потревоженные бабочки взлетали, и, пролетев около метра, вновь садились на ствол или ветку в углубление коры.

Продолжительность интенсивного лёта в природе и в лаборатории около 10 дней, а общая продолжительность лета – около месяца. В природе лет проходил менее интенсивно и продолжается дольше.

Из небольшой части куколок бабочки, по-видимому, вообще не выходят (табл. 5). Так, из 2,3% куколок бабочки не вылетели, впоследствии 0,6% этих куколок погибли. При поздних обследованиях дубравы (после окончательного вылета побеговой

моли) нам также встречались куколки вредителя, бабочки из которых не вышли. Реже встречались бабочки, вышедшие из куколок, но не вылетевшие из побегов. Количество таких куколок и бабочек составляло не более 3% от общей массы куколок, они не имели внешних признаков гибели или заболевания, но помещались, как правило, на дне хода, тогда как обычно куколки расположены в его вершине. Причина невыхода бабочек из этих куколок не выяснена.

Плодовитость. Для определения плодовитости моли были вскрыты яичники 21 самки (табл. 6). Наибольшее число различных яиц в одной яйцевой трубке яичника побеговой моли составляло 12–13 штук (рис. 1.5). Зрелые яйца продолговатые, беловато-прозрачные, их размер в среднем составлял 480х260 микрон.

Таблица 6

Плодовитость дубовой побеговой моли по данным вскрытия яичников

Дата	Количество вскрытых самок	Средние данные в пересчете на одну бабочку-самку: обнаружено яиц			Особенности
		Развитых	Недоразвитых	Итого яиц	
4-6/VIII	5	2	94	96	Бабочки не совсем половозрелы
7-9/VIII	4	6	82	88	Бабочки половозрелы. Яичники увеличены
11-12/VIII	2	18	50	68	Яичники еще более увеличены, к ним подходят сосуды в виде хитинизированных трахей
19-21/VIII	5	16	26	42	Трахей мало заметны
23-25/VIII	2	3	21	24	Яичники уменьшены
26/VIII-1/IX	2	–	17	17	Яичники значительно уменьшены
2-4/IX	1	–	16	16	Яичники значительно уменьшены

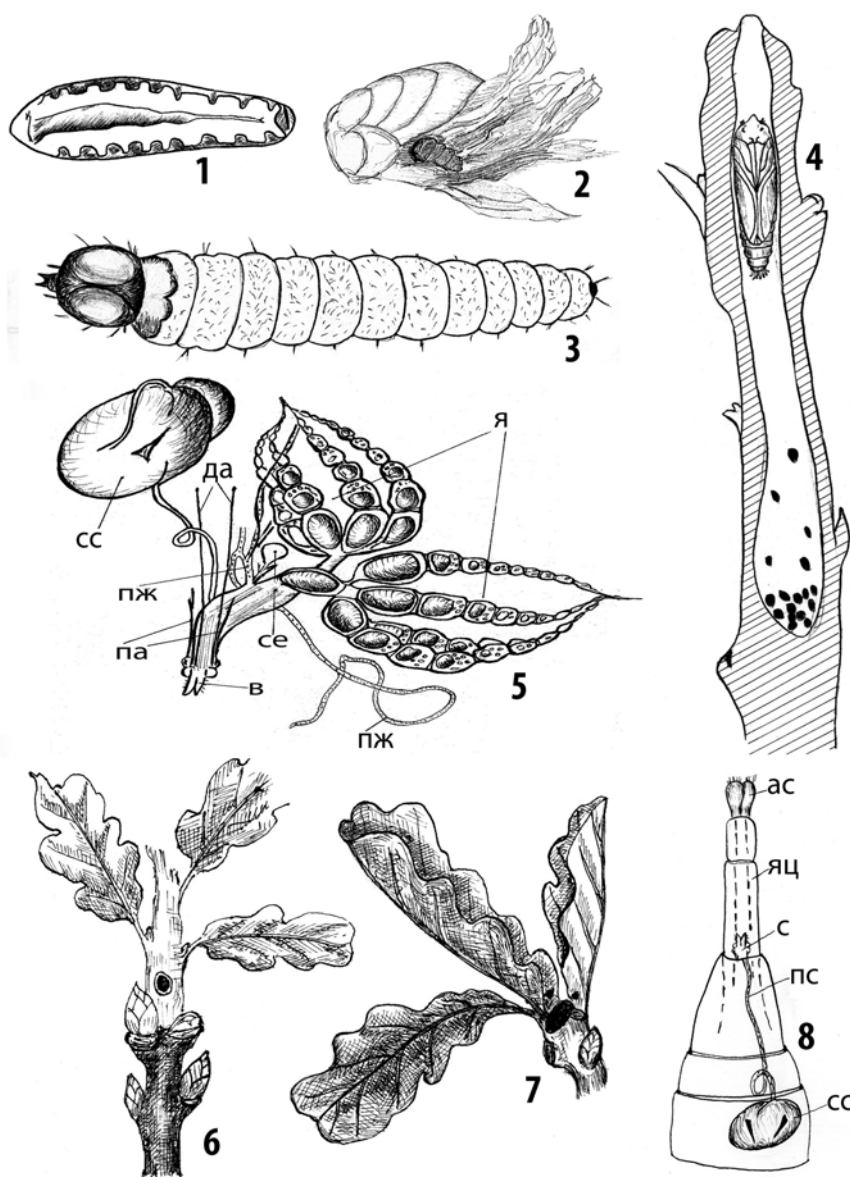


Рис. 1. Дубовая побеговая моль *Stenolechia gemmella* L.: 1 – яйцо с сформировавшейся в нем личинкой; 2 – гусеница I возраста в почке; 3 – личинка VI возраста; 4 – куколка в поврежденном побеге; 5 – гениталии самки: в – влагалище, сс – совокупительная сумка, се – семяприемник, да – дополнительные апофизы, па – передние апофизы, пж – придаточные железы апофизы я – яичники; 6 – входное отверстие гусеницы в побег; 7 – «пенёк» на месте опавшего побега; 8 – выдвинутый яйцеклад самки (схематизированно): ас – анальные сосочки, с – влагалище, сс – совокупительная сумка, пс – проток совокупительной сумки, яц – яйцеклад.

За потенциальную плодовитость в 96 яиц приняли среднее из наибольшего числа яиц у 5-ти бабочек. В самом конце периода яйцекладки, в период 26/VIII...1/IX, зрелых яиц в яичниках побеговой моли не обнаружено. Имевшиеся там в среднем 17 яиц, по всей вероятности, не получили дальнейшего развития, ибо позднее в яичниках также были обнаружены еще более мелкие яйцеклетки, созревания которых не доследовано. Из последнего следует, что реальная плодовитость побеговой моли составляет приблизительно $96 - 17 = 79$ яиц в среднем на одну самку. Вероятно, яйцекладка у побеговой моли начинается не сразу после выхода бабочки из куколки, а спустя некоторое время, которое необходимо для созревания яиц в яичниках, примерно 3–5 дней без учета времени на спаривание

и оплодотворение. Поэтому максимум яйцекладки должен не совпадать с периодом наиболее интенсивного лета, последний происходит раньше.

Факторы смертности. Сведения о смертности побеговой моли от энтомофагов и болезней приводятся в табл. 7. Среди паразитов наибольшее значение имеет наездник *Ascogaster annularis* L (*Hymenoptera: Braconidae*). Зараженность им гусениц вредителя в дубраве достигала 15,1%. Его вылет в садках отмечен в те же сроки, что и бабочек моли. От мух и клещей погибло в 5 раз меньше вредителей, чем от наездника. Но вполне возможно, что, уничтожив куколку, мухи и клещи переходят в другой побег, а покинутые ими побеги были учтены как пустые. Погибшими от болезней считали мумифицированных и заплесневелых куколок и личинок моли.

Таблица 7

Смертность дубовой побеговой моли в Останкинской дубраве в 1969 и 2013 гг.

Год	Количество проанализированных особей, шт. / %	Количество особей, шт. / %					
		Погибших от энтомофагов				Погибшие от болезней	Всего погибших
		Наездник	Личинки мух	Хищные Клещи	Итого		
1969	<u>583</u>	<u>71</u>	<u>14</u>	<u>15</u>	<u>99</u>	<u>54</u>	<u>153</u>
	100	12,2	2,4	2,6	17,2	9,3	26,2
2013	<u>189</u>	<u>25</u>	<u>9</u>	<u>2</u>	<u>36</u>	<u>21</u>	<u>57</u>
	100	13,2	4,8	1,0	19,0	11,1	30,2

Анализ зараженности энтомофагами в различных участках дубравы не показал связи процента паразитизма и числа поврежденных побегов ($r=0,109$; $P=0,99$), однако наибольший процент паразитизма, равно как и наибольшая смертность от болезней, отмечены в южной части дубравы ГБС, примыкающей к Ботанической улице и р. Ка-

менка, где наблюдалась численность вредителя по дубраве.

Повреждения. Повреждения Останкинской дубравы дубовой побеговой молью были отмечены впервые в 1949 г., и с тех пор наблюдаются ежегодно. В годы с наибольшей численностью усыхало до 30% всех побегов текущего года и терялось до 12% листьев (табл. 8).

Таблица 8

**Доля поврежденных побегов дуба в Останкинской дубраве
дубовой побеговой молью по годам**

Годы*	1950	1952	1953	1954	1955	1969	2001	2013	2015	2016	2017
Повреждено побегов в % от общего числа	11,7	16,3	18,0	28,7	21,0	18,7	25,9	25,2	11,6	13,1	8,7

*данные о повреждении побегов молью в 1950–1955 гг., заимствованные из отчетов отдела защиты растений ГБС АН СССР, и наши – за 1969, 2013 и 2015–2017 гг.

Наибольшие повреждения наблюдали в парке «Останкино» и вблизи него (13 и 14 кварталы дубравы ГБС). Наименьшее заражение оказалось в центральной части лесопарка ГБС – 9

и 10 кварталы. Наибольшая численность вредителя наблюдается по окраинам и в южной части дубравы, наименьшая – в центре её и в северной окраине (табл. 9).

Таблица 9

**Повреждения Останкинской дубравы побеговой молью
по станциям в 1969 и 2013 гг.**

Место учета, кварталы по плану 1946 г.	Характеристика стадии	Повреждено в % от общего числа в 1969 / 2013 гг.	
		Побегов дуба	Усохло листьев Дуба
13 и 14 кв. Южная часть ГБС, примыкающая к Ботанической улице и р. Каменка	Высокополнотные насаждения. Много дуба порослевого происхождения	22,6 / 33,4	9,7 / 12,1
9 и 10 кв. Заповедная часть и участки естественного леса	Основная дубрава. Заповедник. Густой лес с подлеском из лещины	13,2 / 18,0	3,7 / 7,2
8 кв. Участки естественного леса	Западная окраина дубравы	19,2 / 23,6	7,1 / 6,0
3 и 4 кв. Дендрарий	Северная окраина дубравы. Преимущественно старые дубы	16,6 / 20,9	5,8 / 8,1
10 кв. Участки естественного леса	Отдельно стоящие очень старые дубы	2,5 / 21,7	0,3 / 8,3
17 и 18 кв. Парк «Останкино»	Старые дубы в	24,5 / 29,5	11,3 / 10,8
ВДНХ	Старые редко стоящие дубы	22,5 / 31,1	9,8 / 11,3
	Среднее по дубраве	18,7 / 25,5	7,0 / 9,1

Вред от побеговой моли не ограничивается засыханием верхушки побега и потерей 4–6 верхушечных листьев. Часто в оставшейся части поврежденного побега развивается загнивание, иногда охватывающее полностью побег текущего года. В отдельных случа-

ях наблюдали гибель побега до 20 см и более. Потери листовой массы (%) связаны с долей (%) поврежденных побегов x коэффициентом детерминации $R^2=0,85$ и уравнением

$$Y=0,319x + 1,422.$$

Повреждение побегов наблюдается во всех частях крон деревьев с некоторыми особенностями. У отдельно стоящих деревьев и в низкополнотных насаждениях большая часть поврежденных побегов приходится на сред-

ние и верхние части крон, в высокополнотных участках дубравы верхние части крон повреждаются существенно меньше. Низкополнотные насаждения и отдельно стоящие деревья повреждаются молью сильнее (табл. 10).

Таблица 10

Повреждение дубовой побеговой молью насаждений с различной полнотой

Полнота насаждения	Доля поврежденных побегов, %			
	по частям кроны			на дереве в среднем
	Верхняя	Средняя	Нижняя	
Отдельно стоящие деревья	20,3	35,8	16,0	24,6
Полнота 0,1-0,4	19,4	29,1	20,5	23,0
Полнота 0,5-0,6	15,5	25,7	13,6	20,6
Полнота 0,7-0,8	12,3	17,5	15,6	15,5
Среднее по 37 деревьям	15,1	22,6	16,2	19,6

Фенологический календарь. Фенологический календарь побеговой моли в Останкинской дубраве, по нашим наблюдениям, равно как и за ряд пре-

дыдущих лет (1950–1955), будет следующим (табл. 11). Побеговая моль дает в год одно поколение, как и в других районах РФ, где она встречается.

Таблица 11

Фенология дубовой побеговой моли в Останкинской дубраве

Стадии развития	апрель			май			июнь			июль			август			сентябрь-март		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
яйцо	*	*	*	*														
гусеница					–	–	–	–	–	–								
куколка									о	о	о	о	о	о				
бабочка											+	+	+					
яйцо													*	*	*	*	*	*

Обсуждение. По нашим многолетним наблюдениям, дубовая побеговая моль имеет одногодную генерацию. Сведения о возможности двойной ге-

нерации [5] нами не подтвердились; зимовку на фазе имаго [5] не наблюдали, хотя ее возможность не исключаем. Результаты наблюдений за сроками и

интенсивностью лёта бабочек в целом совпадают с литературными данными [1; 2]. Зависимость вылетающих бабочек от числа поврежденных побегов оказалось неоднозначной – 54,9% [3], 30,9% [1] и 59,3%, по нашим данным.

Доля поврежденных побегов значительно варьирует по годам: от 10 до 70% – в условиях Казанского лесничества [3], от 28 до 46% – в городской среде г. Москвы [1] и приблизительно от 8% до 30%, по многолетним наблюдениям, в Останкинской дубраве.

По нашим наблюдениям, на поврежденных побегах погибает приблизительно третья часть листьев. Заслуживает внимание сообщение [1] том, что количество усохших листьев не превышало 30% в различных городских насаждениях.

Высокая смертность побеговой моли от энтомофагов не отмечена исследователями [1; 4]. По нашим данным, она едва достигала 30%. Единственный специализированный паразит уничтожает до 20% гусениц и не способен снизить численность вредителя, хотя мы не наблюдали его высокой смертности вовремя отрождения в поврежденных молю побегов [1].

Выводы

1. Дубовая побеговая моль является серьезным физиологическим вредителем и, кроме того, причиняет ущерб декоративности насаждений.

2. Учет численности вредителя и нанесенных им повреждений возможен только после завершения развития основной частью популяции личиночной и куколочной фаз – не ранее последней декады июля. Ранее повреждения половины побегов и присутствие в них вредителя обнаружить трудно. Учет яиц практически невозможен.

3. Ориентировочная оценка потенциальной возможности повреждения побегов на следующий год с учетом плодовитости и естественной смертности вредителя на всех фазах дает пятикратное увеличение ущерба. Поскольку минимальная доля поврежденных побегов за все годы наблюдений была на уровне 8%, вероятность нарушения декоративности дубравы существует постоянно.

4. Более точный прогноз представляется возможным на основании мониторинга повреждения побегов и потерь листвы за ряд последовательных лет. Мониторинг целесообразно проводить на отдельно стоящих деревьях либо в низкополотных участках.

5. Истребительные мероприятия против моли оптимальны в период развития гусениц первых двух возрастов, до их внедрения в побег. Перспективен отлов бабочек феромонными ловушками.

Статья поступила в редакцию 22.03.2018

ЛИТЕРАТУРА

1. Белова Н.К., Белов Д.А. Дубовая побеговая моль в зеленых насаждениях Москвы // Научные труды МГУ леса. Экология, мониторинг и рациональное природопользование. 2002. Вып. 318. С. 95–101.
2. Берденникова С.П., Каримова И.И. Вредители дуба в лесопарке и борьба с ними аэрозольным методом // Бюллетень главного ботанического сада. 1958. Вып. 32. С. 80–86.
3. Трошанин Г.П. Дубовая побеговая моль – *Stenolechia gemmella* L. (Lepidoptera, Gelechiidae) и ее хозяйственное значение // Защита растений. 1936. № 10. С. 160–163.

4. Трофимов В.Н. К биологии дубовой побеговой моли. // Вопросы защиты леса. Научные труды МЛТИ. 1971. Вып. 38. С. 96–105.
5. Escherich R. Die Forstinsekten Mitteleuropas. Bd. 3. Berlin: Paul Parey, 1931. 825 S.
6. Lee S., Brown R. L. Revision of Holarctic Teleiodini (Lepidoptera: Gelechiidae) // Zootaxa. 2008, no 1818, pp. 1–55.
7. Ponomarenko M. G. Functional morphology of male in Gelechiidae (Lepidoptera) and its significance for phylogenetic analysis // *Nota Lepidopterologica*, 2008. 31(2), pp. 179–198.

REFERENCES

1. Belova N.K., Belov D.A. [Black-dotted groundling in the green areas of Moscow]. In: *Nauchnye trudy MGULEsa. Ekologiya, monitoring i ratsional'noe prirodopol'zovanie*, 2002, no. 318, pp. 95–101.
2. Berdennikova S.P., Karimova I.I. [Pests of oak forests and their control by the aerosol method]. In: *Byulleten' glavnogo botanicheskogo sada*, 1958, no. 32, pp. 80–86.
3. Troshanin G.P. [Black-dotted groundling – *Stenolechia gemmella* L. (Lepidoptera, Gelechiidae) and its economic significance]. In: *Zashchita rastenii*, 1936, no. 10, pp. 160–163.
4. Trofimov V.N. [The biology of black-dotted groundling.]. In: *Voprosy zashchity lesa. Nauchnye trudy MLTI*, 1971, no. 38, pp. 96–105.
5. Escherich R. Die Forstinsekten Mitteleuropas. Bd. 3. Berlin, Paul Parey, 1931. 825 S.
6. Lee S., Brown R.L., Revision of Holarctic Teleiodini (Lepidoptera: Gelechiidae). Zootaxa, 2008, no 1818, pp. 1–55.
7. Ponomarenko M.G. Functional morphology of male in Gelechiidae (Lepidoptera) and its significance for phylogenetic analysis. *Nota Lepidopterologica*, 2008, vol. 31 (2), pp. 179–198.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Трофимов Владимир Николаевич – кандидат биологических наук, доцент, профессор кафедры экологии и защиты леса Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал);
e-mail trofimov828@mail.ru

Трофимова Ольга Викторовна – кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры общей биологии и биоэкологии Московского государственного областного университета;
e-mail biohim601@yandex.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Vladimir N. Trofimov – PhD in Biological Sciences, associate professor, professor at the Department of Ecology and Forest Protection, Mytishchi Branch of Bauman Moscow State Technical University;
e-mail trofimov828@mail.ru

Olga V. Trofimova – PhD in Biological Sciences, associate professor at the Department of General Biology and Bioecology, Moscow Region State University;
e-mail biohim601@yandex.ru

ПРАВИЛЬНАЯ ССЫЛКА НА СТАТЬЮ

Трофимов В.Н., Трофимова О.В. Биология дубовой побеговой моли *Stenolechia gemmella* L. (Lepidoptera, Gelechiidae) по наблюдениям в Останкинской дубраве г. Москвы // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2018. № 2. С. 102–115.

DOI: 10.18384/2310-7189-2018-2-102-115

FOR CITATION

Trofimov V., Trofimova O. Biology of Black-Dotted Groundling *Stenolechia gemmella* L. (Lepidoptera, Gelechiidae) at the Ostankino Oak Stand of Moscow. In: *Bulletin of Moscow Region State University. Series: Natural sciences*, 2018, no. 2, pp. 102–115.

DOI: 10.18384/2310-7189-2018-2-102-115

УДК 574

DOI: 10.18384/2310-7189-2018-2-116-124

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПЛАСТИЧНОСТИ КОРМОВОГО ПОВЕДЕНИЯ ПТИЦ В ГОРОДЕ

Кая Э.Э.*Московский городской педагогический университет**129226, Москва, 2-й Сельскохозяйственный проезд, 4, Российская Федерация*

Аннотация. Город становится для птиц экологической нишей, которая предоставляет новые источники пищи, и они осваивают ее все более активно. Различные виды по-разному реагируют на возрастание антропогенного воздействия. Проблема недостаточно изучена в силу возрастания антропогенного воздействия и широкого круга поведенческих реакций у птиц. В статье автор пытается проанализировать поведение птиц-синантропов согласно установленным методикам и выявить возможные изменения на основании собранных данных.

Ключевые слова: птицы-синантропы, антропогенная среда, урбанизированная среда, кормовое поведение, присада.

ECOLOGICAL ASPECTS OF FLEXIBILITY OF FEEDING BEHAVIOR OF BIRDS IN THE CITY

E. Kaya*Moscow City University**Vtoroi Sel'skokhozyaistvennyi proezd 4, 129226 Moscow, Russian Federation*

Abstract. The city becomes an ecological niche for birds which provides new sources of food, so they are developing it more actively. Different species react in various manners to an increase in anthropogenic impact. The problem has not been sufficiently studied due to an increase in anthropogenic impact and a wide range of behavioral responses of birds. An attempt is made to analyze the behavior of the synanthropic birds according to the established methods and to identify possible changes on the basis of the collected data.

Key words: synanthropic birds, anthropogenic environment, urbanized environment, fodder behavior, roost.

Изменения природной среды, вызванные человеком, отражаются на экологии и поведении многих видов птиц. Они вынуждены осваивать новую среду обитания – город. Некоторые виды освоились настолько хорошо, что вовсе не испытывают каких-либо неудобств. Количество таких видов растет. Эти виды составляют особую категорию птиц-синантропов. У городских популяций экология и поведение заметно отличается от тех, что обитают в естественной для вида среде.

Исследование проводилось в зимний период (астрономический) на территории районов Таганский, Ивановское, Новогиреево и Южное Измайлово. Места для проведения наблюдений за птицами подбирались таким образом, чтобы охватить все разнообразие мест, где кормятся и отдыхают птицы: оживленные улицы, площади, дворовые территории, полоса у дома, оживленные парковые зоны, площадки у станций метро и т. д. На момент проведения исследования было сделано 351 наблюдение. За это время было сделано 593 регистрации птиц на различных субстратах. В полосе у дома сделано 45 наблюдений и 453 регистрации птиц.

Среди птиц, самостоятельно кормящихся на наземном субстрате и подкармливаемых на кормушках, были отмечены виды: рябинник (*Turdus pilaris*) и зяблик (*Fringilla coelebs*), лазоревка (*Parus caeruleus*) и домовый воробей (*Passer domesticus*), полевой воробей (*Passer montanus*), грач (*Corvus frugilegus*), большая синица (*Parus major*), кряква (*Anas platyrhynchos*), сизый голубь (*Columba livia*), свиристель (*Bombycilla garrulus*), серая ворона (*Corvus cornix*), обыкновенная сойка (*Pica pica*).

Кормовое поведение рассматривается как последовательность кормовых манёвров, направленных на разыскивание и добывание пищевого объекта. Существуют различные подходы (методы) к описанию кормового поведения птиц. Для различных групп птиц, как правило, используют специфические методики регистрации поведения [7, с. 41].

При проведении наблюдений была использована методика случайных

многомоментных регистраций кормовой активности с незначительными модификациями. Для учета были выбраны места, в которых дальность обнаружения основной массы птиц находилась в их пределах видимости и в которых был возможен наиболее полный охват всего разнообразия типов местообитаний на учетной территории. Наблюдатель, обнаружив кормовое скопление птиц, начинает поочередно регистрировать местоположение всех видимых особей в данный момент [8]. Кормовая активность отдельной особи регистрируется непрерывно, причем отмечается число сделанных клевков и число перемещений. Для регистрации количественной стороны кормового поведения используют методику хронометрирования поведения — отмечают встречаемость тех или иных показателей в единицу времени, например, за минуту [7, с. 42]. По окончании периода работ и при условии набора достаточного объема данных для каждого участка составлялась итоговая таблица с перечнем всех зарегистрированных в данном местообитании особей птиц с указанием количества встреченных особей и указанием количественных показателей для оценки кормового поведения. Общая методика касательно параметров подкормки разработана Резановым А.Г., методика ведения хронометража кормовой активности разработана им же [8].

Одной из задач исследования была оценка предпочтительности объектами того или иного субстрата, поэтому автором согласно предложенным методикам проводились наблюдения на: газоне, асфальте, кустарниках, деревьях, проводах, воде и как отдельный

субстрат - кормушках. Кроме того, на самих субстратах оценивалась активность птиц (по первому прилёту) и интенсивность их кормёжки (как отношение количества клевков в минуту).

Птицы по-разному реагируют на увеличивающееся антропогенное воздействие, и их можно разделить на группы по плотности популяции в урбанизированном ландшафте: одни их избегают, вторые не реагируют на изменения, третьи увеличивают свою плотность в районах, где интенсивность воздействия растет [2].

Список видов, образующих в Москве экологически приспособившиеся к человеку популяции, растет. Большая синица, лазоревка, скворец, грач, крыква уже могут быть отнесены к их числу. Крыква зимует на незамерзающих водоемах благодаря уходу, охране и подкормке ее человеком.

На протяжении всего года поиск кормов антропогенного происхождения не теряет своей актуальности. В своей естественной среде птицы разыскивают корма на различных субстратах, но в условиях города им приходится разыскивать пищу на субстратах, являющихся аналогичными естественным. Асфальтовые покрытия для многих птиц – искусственный аналог «земли», здания различной высоты из бетона или кирпича имитируют скальный ландшафт, идеально подходящий сизому голубю.

Исходя из собранных данных, можно сделать вывод, что такие субстраты, как «газон» и «дерево», являются предпочтительными при антропогенной кормёжке и подкормке птиц. Для этих субстратов характерны: домовый воробей, сизый голубь и серая ворона. Объекты исследования наиболее ча-

сто посещали эти субстраты и их количество преобладало над таковым на других субстратах. Общая картина подобного наблюдения не выбивается из принятой в похожих исследованиях.

Как отдельный субстрат можно выделить участки вдоль жилых домов. Птицы патрулируют земельные полосы под окнами, так как они являются богатым источником различных кормов. Под окнами многоподъездных многоэтажных зданий можно найти бытовой мусор с органическими остатками, выбрасываемый из окон; гниющий мусор привлекает насекомых. Древесно-кустарниковая растительность, растущая под окнами, служит присадой, т.е. служит наблюдательным пунктом для сканирования фасадов домов, что позволяет разыскивать и добывать корм, находить насекомых и собирать их со стены, следить за кормушками, использовать ветви для манипулирования пищевыми объектами [5].

Подобные наблюдения хорошо описаны в справочной литературе для синиц, но в данном исследовании это поведение отмечалось на большинстве площадок и характерно для многих видов. Воробьи, голуби и вороны в период проведения наблюдений не стали исключением. Врановые проводят значительное количество времени, сидя на вершинах деревьев и сканируя территорию. Манипулирование пищевыми объектами антропогенного происхождения на древесно-кустарниковой растительности обычно для синиц и ворон, так как исторически имеет преадаптацию, т.е. оно входило и входит в кормовой поведенческий стереотип и является его нормой реакции (при поедании почек, ягод, насекомых), что

объясняет и кормежку на кормушках синиц, воробьев и голубей. В поведении последних прослеживается более глубокая и сложная модель преадаптации, так как изначально они являются птицами скального происхождения [10].

Корма антропогенного происхождения в значительной степени используются птицами в период похолоданий, когда количество естественных кормов существенно снижается и им требуются дополнительные источники корма. Таковыми могут служить мусорные баки, кормушки, места постоянной подкормки птиц. Именно корма антропогенного происхождения, составляющие основу питания синиц в зимний период, определяют характер территориального размещения особей [1]. В этот период (в течение сезона) группировки синиц достаточно стабильны, хотя и наблюдаются некоторые перемещения птиц между городом и лесом. В последующий сезон контингент зимующих особей обновляется в среднем на 89% [8].

В городах можно найти много мест, где подкармливают птиц, но для них наиболее стабильным источником подкормки служат кормушки, особенно в зимний период времени. За время наблюдений на кормушках отмечены: большая синица и, в значительно меньшей степени, лазоревка (*Parus caeruleus*) и домовый воробей (*Passer domesticus*). Кормушки представлены в различных формах и размерах, многие сделаны из подручных материалов, их наполнение различно и разнообразно, поэтому в них можно встретить и других птиц, в зависимости от их предпочтений и возможности воспользоваться. Речь идет не о

физической доступности кормушек, а о морфологических особенностях, позволяющих это сделать. Самоделы из пластиковых бутылок ранят лапы птиц, другие больше подходят белкам, но в процессе наблюдений было замечено и другое. Часть кормушек устроены так, что ими не могут воспользоваться животные или птицы большие по размеру, чем воробьиные. Однако зафиксированы единичные случаи, когда сизый голубь (*Columba livia*) отчаянно пытался попасть внутрь, либо, цепляясь лапами за край и усиленно махая крыльями, пытаясь съесть хоть что-то, до чего дотянется, либо частично втискивался в узкое пространство и ел пока не наестся, не впуская никого, даже сородичей.

Помимо кормушек, к полосе у дома птиц привлекают плодово-ягодные насаждения, входящие в корма естественного происхождения, например, рябинника (*Turdus pilaris*) и зяблика (*Fringilla coelebs*). Также многочисленный разнообразный органический мусор, появляющийся в результате неаккуратности человека и его жизнедеятельности, привлекает всеядных птиц, таких, как серая ворона (*Corvus cornix*).

В естественной среде большие синицы активно обследуют стволы деревьев, благодаря чему они могут осуществлять поиск кормов на стенах каменных зданий, проявляя тем самым экологическую пластичность, но все же испытывают трудности морфологического характера и не могут делать это достаточно эффективно. Воробьи преуспевают еще меньше. Самые эффективные навыки добывания корма большие синицы передают из поколения в поколение [11]. Передача

«традиций» происходит и просто от одной особи к другой. Для того, чтобы это выяснить, ученые поставили ряд экспериментов, в ходе которых обучили птиц открывать дверцу кормушки (интересно, что каждая синица делала это по-своему). Затем пернатых возвратили в места их обитания, установив и там такие же кормушки.

Продолжительные наблюдения показали: птицы, не участвовавшие в эксперименте (те, что просто жили в местах обитания, куда поместили затем участников эксперимента) перенимали новый способ добывания корма у синиц, которые уже успели этому научиться. Удивительно и то, что через какое-то время синицы выяснили и второй способ открывать кормушку — от популяции, проживающей по соседству, но все-таки продолжали использовать тот способ, который узнали первым. А спустя год, повторив свои наблюдения, биологи выяснили, что навыки, которые получили синицы, были переданы в следующее поколение. На тот момент живых участников эксперимента оставалось всего 40% в популяциях, но, несмотря на это, все пернатые хорошо справлялись с добычей пищи из кормушки [11].

Таким образом, важен не только предпочтительный для кормёжки субстрат, но и активность, проявляемая синантропами (рис. 1). Способность раньше других разыскивать и реагировать на пищевой объект способствует увеличению экологической валентности птиц как живущих, так и только осваивающих антропогенный ландшафт.

Международная группа орнитологов исследовала поведенческие раз-

личия пернатых на примере певчей зонотрихии (*Melospiza melodia*) — североамериканской птицы из семейства овсянковых. Обитающие в городах певчие зонотрихии ведут себя достаточно агрессивно, нередко атакуя друг друга, тогда как в дикой природе это более мирные птицы. В городе самец зонотрихии, услышав песню соседа, нападает на него не каждый раз, а лишь в случаях, когда речь идет о большом количестве пищи. Вблизи мест обитания человека у птиц гораздо больше доступной еды, чем в лесах. Пернатым не нужно тратить время и силы на поиски пропитания, и, вместо этого, свою энергию они направляют на защиту запасов. Именно это и лежит в основе их агрессии. Для закрепления вывода ученые провели эксперимент в сельской местности: на тех территориях, где были установлены кормушки, мирные зонотрихии превращались в бесстрашных воинов [3].

Наблюдения показали, что наибольшую активность при подкормке на наземном и надземном субстратах проявляют сизый голубь и в большей степени — домовый воробей (рис. 2). Они раньше и чаще других птиц прилетали на кормовой участок. На основе полученных данных можно сделать вывод, что сизый голубь и домовый воробей наиболее адаптированы к жизни в селитебном ландшафте: они преобладают численно, по активности и скорости реагирования на пищевые объекты на большинстве субстратов как при самостоятельном поиске естественных и антропогенных кормов, так и при подкормке человеком.



Рис. 1. Интенсивность кормежки (клевков/мин, %)



Рис. 2 (а, б). Доля активности на надземном субстрате (по первому прилету, %)

Данное исследование не дает полной картины о кормовом поведении урбанизированных популяций птиц, но в силу недостаточной изученности проблемы дополняет ее и дает пред-

ставление о некоторых возможных изменениях.

Поведенческая адаптация в условиях города усиливается за счет нахождения оптимальных мест обитания и

получения антропогенных кормов. На более урбанизированных территориях у птиц-синантропов происходит расширение спектра питания [4], возрастает частота использования деревьев

в качестве присады. Птицам больше не требуется тратить время на поиск пищи.

Статья поступила в редакцию 28.03.2018

ЛИТЕРАТУРА

1. Бардин А.В., Марковец М.Ю. Скорость расхищения запасов синиц: экспериментальное исследование // *Экология*. 1990. № 6. С. 48–53.
2. Благосклонов К.Н. Охрана и привлечение птиц. Изд. 5-е, перераб. М.: Просвещение, 1972. 240 с.
3. Города делают птиц агрессивными (28.07.2015 г.) // National Geographic Россия [сайт]. – URL: <http://www.nat-geo.ru/nature/498651-goroda-delayut-ptits-agressivnymi> (дата обращения: 10.06.2018).
4. Лосева Д.Ю. Сравнительная экология синантропных птиц в урбанизированной среде: на примере городов Мещерской низменности: автореферат дис. ... канд. биол. наук. М., 2011. 133 с.
5. Резанов А.А. Использование присад естественного и антропогенного происхождения различными цветовыми морфами московского сизого голубя (*Columba livia f. domestica*) // *Вестник Московского городского педагогического университета. Серия: Естественные науки*. 2008. № 2 (24). С. 66–70.
6. Резанов А.А. Эколого-поведенческие аспекты синантропизации и урбанизации птиц: дис. ... канд. биол. наук. М., 2005. 224 с.
7. Резанов А.Г. Исследование кормового поведения птиц, охотящихся с присады: регистрация и анализ информации // *Вестник Московского городского педагогического университета. Серия: Естественные науки*. 2011. № 2 (8). С. 41–52.
8. Резанов А.Г. Кормовое поведение птиц: метод цифрового кодирования и анализ базы данных. М.: Издат-школа, 2000. 224 с.
9. Резанов А.Г. Материалы по птицам и некоторым видам млекопитающих Коломенского и его окрестностей // *Актуальные вопросы биологии, химии и экологии: наука и образование* (Сборник научных трудов биолого-химического факультета Московского государственного открытого педагогического университета им. М.А. Шолохова). Т. 2. М.: РИЦ «Альфа», 2002. С. 42–63.
10. Резанов А.Г. Эволюция антропогенных кормовых методов птиц // *Влияние антропогенных факторов на структуру и функционирование биоценозов и их отдельные компоненты*. М.: МПУ, 1998. С. 5–17.
11. У синиц обнаружены собственные традиции (05.12.2014 г.) // Naked Science [сайт]. – URL: <http://naked-science.ru/article/sci/u-sinits-obnaruzheny-sobstvenn> (дата обращения: 10.06.2018).

REFERENCETS

1. Bardin A.V., Markovets M.Yu. [The rate of plundering of tomtit stocks: an experimental study]. In: *Ekologiya*, 1990, no. 6, pp. 48–53.
2. Blagosklonov K.N. Okhrana i privlechenie ptits. Izd. 5-e, pererab [Protection and attraction of birds. Ed. 5-e, rev.] Moscow, Prosveshchenie Publ., 1972. 240 p.

3. Goroda delayut ptits agressivnymi (28.07.2015 g.) [Cities make birds aggressive (28.07.2015)]. In: *National Geographic Rossiya* [websait]. Available at: <http://www.nat-geo.ru/nature/498651-goroda-delayut-ptits-agressivnymi> (accessed: 10.06.2018).
4. Loseva D.Yu. Sravnitel'naya ekologiya sinantropnykh ptits v urbanizirovannoi srede: na primere gorodov Meshcherskoi nizmennosti: avtoreferat dis. ... kand. biol. nauk [Comparative ecology of synanthropic birds in the urban environment: the example of the Meshchera lowland cities: abstract dis... PhD in Biological Sciences]. Moscow, 2011. 133 p.
5. Rezanov A.A. [Use of roosts of natural and anthropogenic origin by different color morphs of the Moscow rock dove (*Columba livia* f. *domestica*)]. In: *Vestnik Moskovskogo gorodskogo pedagogicheskogo universiteta. Seriya: Estestvennye nauki*, 2008, no. 2 (24), pp. 66–70.
6. Rezanov A.A. Ekologo-povedencheskie aspekty sinantropizatsii i urbanizatsii ptits: dis. ... kand. biol. nauk [Ecological and behavioral aspects of synanthropization and urbanization of birds: dis... PhD in Biological Sciences]. Moscow, 2005. 224 p.
7. Rezanov A.G. [A study of the feeding behavior of birds, hunting from the perch: registration and analysis of information]. In: *Vestnik Moskovskogo gorodskogo pedagogicheskogo universiteta. Seriya: Estestvennye nauki*, 2011, no. 2 (8), pp. 41–52.
8. Rezanov A.G. Kormovoe povedenie ptits: metod tsifrovogo kodirovaniya i analiz bazy danykh [Feeding behavior of birds: a method of digital coding and database analysis]. Moscow, Izdat-shkola Publ., 2000. 224 p.
9. Rezanov A.G. Materialy po ptitsam i nekotorym vidam mlekopitayushchikh Kolomenskogo i ego okrestnostei [Materials on birds and some mammals Kolomenskoe and its surroundings]. In: *Aktual'nye voprosy biologii, khimii i ekologii: nauka i obrazovanie (Sbornik nauchnykh trudov biologo-khimicheskogo fakul'teta Moskovskogo gosudarstvennogo otkrytogo pedagogicheskogo universiteta im. M.A. Sholokhova)*. T. 2 [Topical issues of biology, chemistry and ecology: science and education (Collection of scientific papers of biology-chemical faculty of the M.A. Sholokhov Moscow State Pedagogical University). Vol. 2]. Moscow, RITS «Al'fa» Publ., 2002. pp. 42–63.
10. Rezanov A.G. Evolyutsiya antropogennykh kormovykh metodov ptits [Evolution of anthropogenic feeding methods of birds]. In: *Vliyanie antropogennykh faktorov na strukturu i funktsionirovanie biotsenozov i ikh otdel'nye komponenty* [The influence of anthropogenic factors on the structure and functioning of biocenoses and their individual components]. Moscow, MPU Publ., 1998. pp. 5–17.
11. U sinits obnaruzheny sobstvennye traditsii (05.12.2014 g.) [Tomtits have their own traditions (05.12.2014)]. In: *Naked Science* [websait]. Available at: <http://naked-science.ru/article/sci/u-sinits-obnaruzheny-sobstvenn> (accessed: 10.06.2018).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Кая Эльвира Эрнезовна – аспирант кафедры биологии, экологии и методики обучения биологии Московского городского педагогического университета;
e-mail: kayae@mgpu.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Elvira E. Kaya – post-graduate student of the Department of Biology, Ecology and Methods of Biology Training, Moscow City University;
e-mail: kayae@mgpu.ru

ПРАВИЛЬНАЯ ССЫЛКА НА СТАТЬЮ

Кая Э.Э. Экологические аспекты пластичности кормового поведения птиц в городе// Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2018. № 2. С. 116–124.

DOI: 10.18384/2310-7189-2018-2-116-124

FOR CITATION

Kaya E.E. Ecological environmental aspects of conduct plastic feed birds in the city. In: *Bulletin of Moscow Region State University. Series: Natural sciences*, 2018, no. 2, pp. 116–124.

DOI: 10.18384/2310-7189-2018-2-116-124

РАЗДЕЛ III

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 533.15:536.25

DOI: 10.18384/2310-7189-2018-2-125-133

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ СМЕШЕНИЯ ТРОЙНЫХ ГАЗОВЫХ СМЕСЕЙ НА ГРАНИЦЕ СМЕНЫ РЕЖИМОВ «ДИФФУЗИЯ – КОНЦЕНТРАЦИОННАЯ ГРАВИТАЦИОННАЯ КОНВЕКЦИЯ» В КВАЗИСТАЦИОНАРНЫХ УСЛОВИЯХ

Косов В.Н.¹, Мукамеденкызы В.², Федоренко О.В.²

¹ *Казахский национальный педагогический университет имени Абая
050010, Алматы, проспект Достык, 13, Республика Казахстан*

² *НИИ Экспериментальной и теоретической физики
при Казахском национальном университете имени аль-Фараби
050040, Алматы, проспект аль-Фараби, 71, Республика Казахстан*

Аннотация. В тройных газовых смесях, где за счет различия в коэффициентах диффузии может возникать конвективная неустойчивость, проанализированы концентрационные распределения компонентов смеси. Показано, что в многокомпонентных системах, где проявляются особые диффузионные режимы, возможно возникновение немонотонных изоконцентрационных распределений. Проанализировано влияние содержания самого тяжелого по плотности компонента системы на степень немонотонности распределения плотности смеси. Результаты вычислений сравниваются с опытными данными.

Ключевые слова: диффузия, концентрация, плотность, смеси, квазистационарное смешение.

SOME MIXING FEATURES OF TERNARY GAS MIXTURES ON THE REGIME TRANSITION BOUNDARY BETWEEN TWO MIXING REGIMES – DIFFUSION TO CONCENTRATION GRAVITATIONAL CONVECTION – IN QUASI-STATIONARY CONDITIONS

V. Kossov¹, V. Mukamedenkyzy², O. Fedorenko²

¹ *Abai Kazakh National Pedagogical University
050010, Almaty, Dostyk Ave. 13, Kazakhstan*

² *Institute of Experimental and Theoretical Physics at al-Farabi Kazakh National University
050040, Almaty, al-Farabi Ave. 71, Kazakhstan*

Abstract. Concentration distributions of the mixture's components are analyzed in the ternary gas mixtures, where convective instability may occur due to the difference in the diffusion coefficients. It is shown that non-monotonic isoconcentration distributions are possible in multicomponent systems, where special diffusion regimes appear. The content influence of the system's heaviest component on the degree of nonmonotonicity of the mixture density distribution is analyzed. The calculation results are compared with the experimental data.

Key words: diffusion, concentration, density, mixtures, quasi-stationary mixing.

Введение

Изучение изотермической диффузии в многокомпонентных газовых смесях при различных давлениях [2, с. 179] и составах [4, с. 118; 5, с. 933] показало возможность появления концентрационной конвекции, которая значительно интенсифицирует суммарный массоперенос. Причиной возникновения кинетического перехода «диффузия – конвекция» является сложная взаимосвязь между молекулярной и гидродинамической составляющими парциальных потоков компонентов. При исследовании особенностей перехода от диффузионного состояния к конвективному было установлено, что наиболее ярко смена режимов проявляется в системах, где имеет место существенное различие в коэффициентах переноса [6, с. 84]. Для случая тройных газовых смесей с малым содержанием самого тяжелого по плотности компонента смеси было получено решение системы уравнений диффузии, которое показало возможность нелинейных изоконцентрационных распределений [7, с. 15]. Причем по мере увеличения концентрации компонента с наибольшим молекулярным весом нелинейность распределений в диффузионном канале возрастает. Распространяя подход [8, с. 975; 7, с. 14] на случай произвольного состава в [1,

с. 22], было получено численное решение квазистационарной системы уравнений трехкомпонентной диффузии для системы двух колб, соединенных капилляром. Решение для парциальных значений концентраций содержит экспоненциальные по координате члены, что приводит к нелинейному профилю для систем, где проявляются особые режимы смешения [8, с. 975; 3, с. 2359]. Наконец в [6, с. 105] на основе результатов приведенных в [1, с. 22], было получено выражение для градиента плотности тройной смеси, анализ которого показал возможность возникновения инверсии градиента плотности смеси при многокомпонентном смешении.

Целью настоящей работы является изучение особенностей квазистационарного смешения в системах, где имеет место переход «диффузия – конвекция» на основе результатов, полученных в [1, с. 21; 6, с. 105].

Квазистационарное распределение тройных газовых смесей на границе смены режимов «диффузия – конвекция»

Рассмотрим эквимолярную изотермическую трехкомпонентную диффузию в системе двух колб, соединенных вертикальным цилиндрическим каналом (рис. 1) [1, с. 21; 6, с. 105]:

$$\begin{aligned}
p &= \text{const}, \\
T &= \text{const}, \\
\sum_{i=1}^3 c_i &= 1; \quad n \sum_{i=1}^3 c_i \mathbf{u}_i = 0, \\
\text{div}(n \cdot c_i \cdot \mathbf{u}_i) &= 0, \quad i = 1, 2; \\
\sum_{j \neq i} \frac{c_i \cdot c_j}{D_{ij}} \cdot (\mathbf{u}_i - \mathbf{u}_j) &= -\text{grad}(c_i), \quad i = 1, 2; \quad j = 1, 2, 3;
\end{aligned} \tag{1}$$

где p – давление, T – температура, n – числовая плотность, $\mathbf{u}_i$ – вектор средней скорости молекул i -го компонента; D_{ij} – коэффициенты взаимной диффузии [9, с. 70]. Концентрации компонентов c_i определяются соотношением:

$$c_i = n_i / (n_1 + n_2 + n_3) = n_i / n.$$

Считая, что геометрия канала соответствует условию $d \ll L$ (d – диаметр, L – длина), можно предположить, что газовая смесь в целом остается неподвижной, а поперечным распределе-

нием концентрации и скорости в нем можно пренебречь, то после усреднения (1) по сечению канала в одномерном случае получим:

$$\begin{aligned}
\sum_{i=1}^3 c_i &= 1, \quad p = \text{const}, \quad T = \text{const}; \\
n \cdot \sum_{i=1}^3 c_i \cdot u_i &= 0, \\
n \cdot c_i \cdot u_i &= j_i = \frac{J_i}{S} = \text{const}, \quad i = 1, 2; \\
\sum_{j \neq i} \frac{c_i \cdot c_j}{D_{ij}} \cdot (u_i - u_j) &= -\frac{d}{dz} c_i, \quad i = 1, 2; \quad j = 1, 2, 3;
\end{aligned} \tag{2}$$

где: J – полный числовой поток через капилляр; J_i – полный числовой поток i -го компонента через капилляр; S – площадь поперечного сечения ка-

пилляра; n – числовая плотность газа; j и j_i – полная и парциальные плотности числового потока, соответственно.

Граничные условия имеют вид:

$$\begin{aligned}
z = L, \quad c_1 &= c_{1I}, \quad c_2 = c_{2I}, \quad c_3 = c_{3I}, \\
z = 0, \quad c_1 &= c_{1II}, \quad c_2 = c_{2II}, \quad c_3 = c_{3II}
\end{aligned} \tag{3}$$

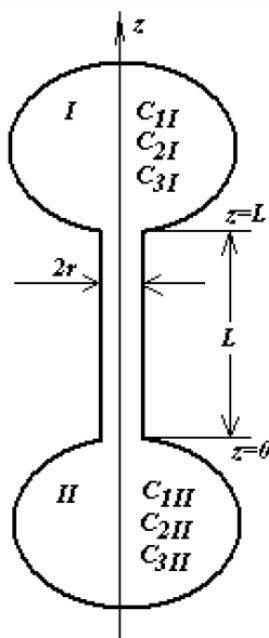


Рис. 1. Система координат в диффузионной ячейке двухколбового аппарата

Решение (2) при учете (3) имеет вид [1, с. 22; 6, с. 108]:

$$\begin{aligned} c_1(z) &= -B \cdot \left[j_1 \cdot \left(X_3 \cdot z - X_1 + \frac{A}{B} \right) - X_2 \cdot K_1 \cdot \exp\left(\frac{z}{B}\right) \right], \\ c_3(z) &= -B \cdot \left[j_3 \cdot \left(X_3 \cdot z - X_1 - \frac{A}{B} \right) + X_2 \cdot K_3 \cdot \exp\left(\frac{z}{B}\right) \right], \\ c_2(z) &= 1 - c_1(z) - c_3(z), \end{aligned} \quad (4)$$

где: K_p , X_p , A , B , j_i – константы, вычисляемые для заданных значений концентраций компонентов.

Соотношения (4) позволяют найти распределение плотности смеси ρ , а также её градиент [6, с. 111]:

$$\begin{aligned} \frac{1}{n} \rho(z) &= m_1 c_1 + m_2 c_2 + m_3 c_3, \\ \frac{1}{n} \frac{d\rho}{dz} &= (m_1 - m_2) \cdot \frac{dc_1}{dz} + (m_3 - m_2) \cdot \frac{dc_3}{dz} = \\ &= -B \cdot X_3 \cdot (\Delta m_1 \cdot j_1 + \Delta m_3 \cdot j_3) + X_2 \cdot e^{\frac{z}{B}} \cdot (\Delta m_1 \cdot K_1 - \Delta m_3 \cdot K_3), \\ \Delta m_i &= m_i - m_2 \end{aligned} \quad (5)$$

В уравнениях (5) m_i обозначает массу молекулы i -го сорта.

Общий анализ уравнений (4) показывает, что содержащиеся в них экспоненциальные по координате члены приводят к существенно нелинейному распределению концентраций при выполнении условий ($D_{23} \ll D_{12}, D_{13}$). Наконец, из соотно-

шения (5) следует, что при определенных составах может возникнуть инверсия градиента плотности, несмотря на начальные условия, определяющие смешение более легкой по плотности смеси с третьим газом большей плотности.

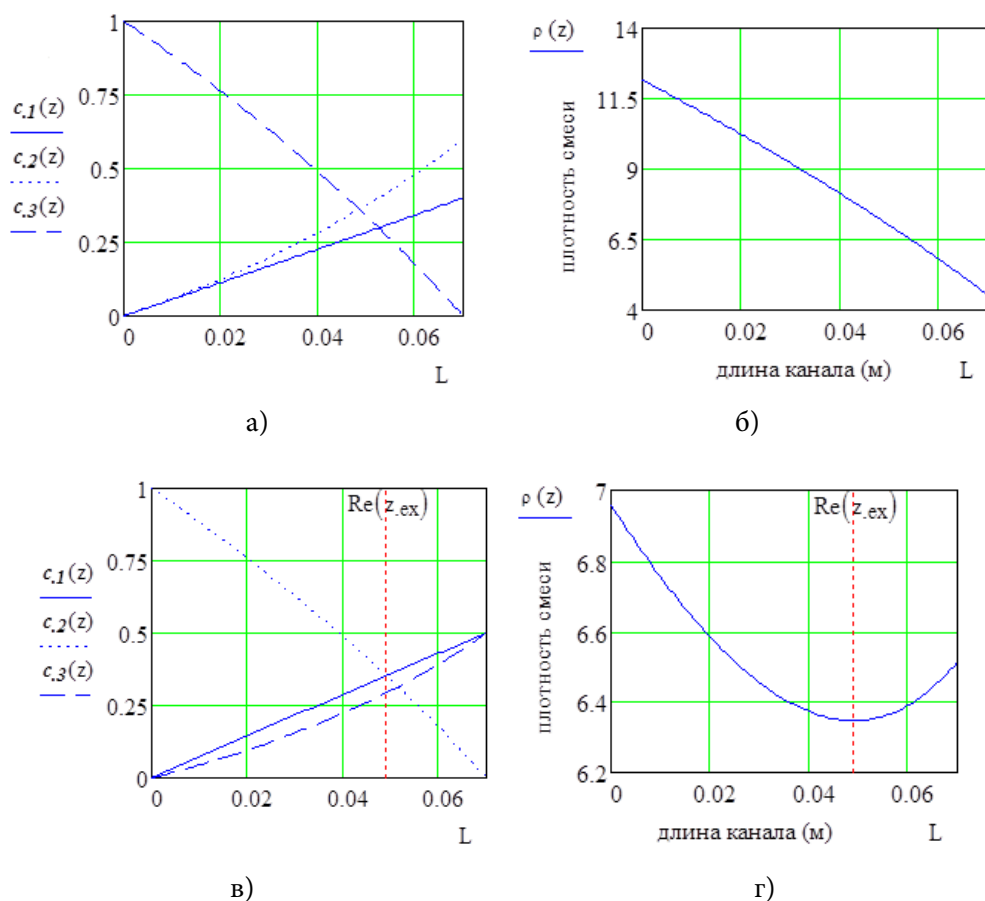


Рис. 2. Распределение концентраций компонентов и плотности трехкомпонентных смесей при $T = 298,0 \text{ K}$, $L = 70,05 \cdot 10^{-3} \text{ м}$, $r = 3 \cdot 10^{-3} \text{ м}$.

Система $0,4 \text{ H}_2 + 0,6 \text{ CH}_4 - \text{N}_2$: а, б

Система $0,5 \text{ H}_2 + 0,5 \text{ N}_2 - \text{CH}_4$: в, г.

На рис. 2 приведены распределения концентрации и плотности смеси для тройной газовой системы $\text{H}_2 + \text{CH}_4 - \text{N}_2$. Как видно из рис. 2а, при смешении смеси водорода и метана с азотом на-

блюдается нелинейное распределение концентрации метана по длине канала. Уменьшение величины парциального потока метана связано с проявлением бароэффекта при диффузии активного

водорода в азот. Наблюдаемая особенность многокомпонентной диффузии не приводит к возникновению гравитационной конвекции. Распределение плотности смеси по длине канала монотонно (рис. 2б).

Однако, если поменять местами относительно диффузионного канала азот и метан, выполняя при этом условие неизменности направления градиента плотности смеси, то наблюдается уже другая картина. Распределения концентраций компонентов, приведенные на рис. 2в, показывают, что в системе, как и для предыдущего случая, проявляются особые режимы [3, с. 2359], а распределение плотности

смеси имеет явно немонотонный характер (рис. 2г). Причем существуют локальные области по координате, при которых градиент плотности меняет знак. Как показали проведенные в условиях квазистационарного смешения опыты [6, с. 41], в такой системе проявляется конвективная неустойчивость с последующим возникновением гравитационной концентрационной конвекции.

С уменьшением концентрации компонента с наибольшим молекулярным весом в системе немонотонность в распределении плотности минимизируется и при определенных составах исчезает (рис. 3).

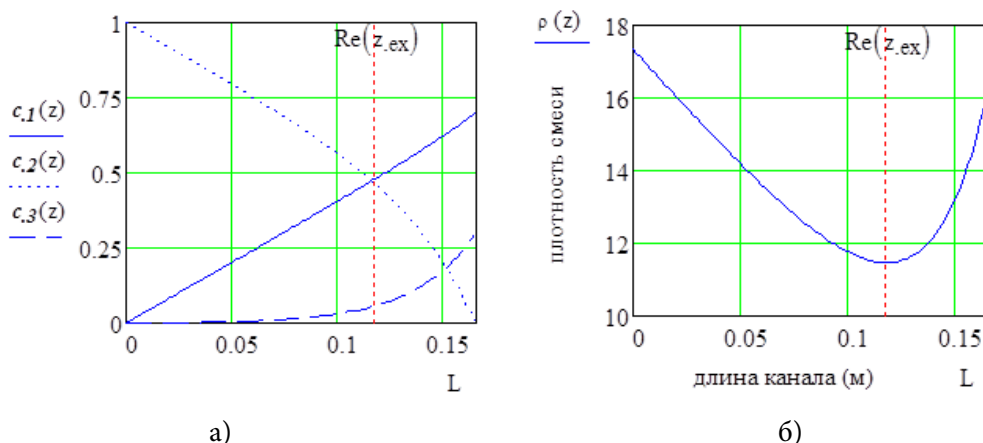


Рис. 3. Распределение концентраций компонентов (а) и плотности (б) тройной смеси $0,7 \text{ H}_2 + 0,3 \text{ N}_2 - \text{CH}_4$ при $T = 298,0 \text{ K}$, $L = 165,00 \cdot 10^{-3} \text{ м}$, $r = 3 \cdot 10^{-3} \text{ м}$

Аналогичная тенденция была ранее установлена опытным путем при изучении квазистационарного смешения в смесях $\text{H}_2 + \text{R12} - \text{Ar}$, $\text{He} + \text{R12} - \text{Ar}$, $\text{CH}_4 + \text{R12} - \text{n-C}_4\text{H}_{10}$ [4, с. 120].

Заключение

Таким образом, проведенный анализ показывает, что особенностью квазистационарной изотермической

многокомпонентной диффузии является возможность существования немонотонного распределения концентраций компонентов. Для частного случая смешения бинарной смеси с третьим компонентом при значительном отличии коэффициентов диффузии величина парциального потока компонента с наибольшим молекулярным весом существенно уменьшается.

Смена режимов «диффузия – конвекция» возможна только в случае немо-

тонного распределения плотности газовой смеси.

Статья поступила в редакцию 14.05.2018

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках проекта №AP05130986 «Особые режимы и возникновение пространственно-временных конвективных формирований при диффузии в многокомпонентных газовых смесях» Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан и гранта «Лучший преподаватель вуза – 2017» Министерства образования и науки Республики Казахстан.

ACKNOWLEDGMENTS

Work is executed within the framework of project №AP05130986 "Particular modes and origin of the spatio-temporal convective forming at diffusion in multicomponent gas mixtures" of The Committee of Science of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan and the grant the "Best teacher of institute of higher education – 2017" of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan.

ЛИТЕРАТУРА

1. Александров О.Е. Точное решение уравнения диффузии через капилляр для трехкомпонентной смеси // Журнал технической физики. 2001. Т. 71. Выпуск 11. С. 21–24.
2. Жаврин Ю.И., Косов В.Н., Федоренко О.В., Акжолова А.А. Некоторые особенности изотермического многокомпонентного массопереноса при конвективной неустойчивости газовой смеси // Теоретические основы химической технологии. 2016. Т. 50. № 2. С. 177–183.
3. Каминский В.А. Особые режимы трехкомпонентной диффузии в газах // Журнал физической химии. 2011. Т. 85. № 12. С. 2359–2364.
4. Косов В.Н., Жаврин Ю.И. Коэффициенты диффузии некоторых бинарных и трехкомпонентных газовых смесей, содержащих фреон-12 // Теплофизические свойства веществ и материалов. Вып. 28. М.: Издательство стандартов. 1989. С. 112–122.
5. Косов В.Н., Кульжанов Д.У., Жаврин Ю.И., Федоренко О.В. Влияние концентрации компонентов смеси на возникновении конвективных режимов смешения при диффузии в тройных газовых смесях // Журнал физической химии. 2017. Т. 91. № 6. С. 931–936.
6. Косов В.Н., Селезнев В.Д. Аномальное возникновение свободной гравитационной конвекции в изотермических тройных газовых смесях. Екатеринбург: УрО РАН, 2004. 149 с.
7. Косов В.Н., Селезнев В.Д., Жаврин Ю.И. Инверсия градиента плотности и диффузионный «затвор» при изотермическом смешении газов // Журнал технической физики. 1998. Т. 68. Выпуск 5. С. 14–17.
8. Селезнев В.Д., Смирнов В.Г. Диффузия трехкомпонентной смеси газов в системе двух колб // Журнал технической физики. 1981. Т. 51. Выпуск 4. С. 975–980.
9. Шервуд Т., Пигфорд Р., Уилки Ч. Массопередача. М.: Химия, 1982. 695 с.

REFERENCES

1. Aleksandrov O.E. Tochnoe reshenie uravneniya diffuzii cherez kapillyar dlya trekhkomponentnoi smesi [Exact solution of the diffusion equation through a capillary for a three-component mixture]. In: *Zhurnal tekhnicheskoi fiziki*, 2001, vol. 71, edition of 11, pp. 21–24.

2. Zhavrin Yu.I., Kosov V.N., Fedorenko O.V., Akzholova A.A. [Some of the features of isothermal multicomponent mass transfer in convective instability of a gas mixture]. In: *Teoreticheskie osnovy khimicheskoi tekhnologii*, 2016, vol. 50, no. 2, pp. 177–183.
3. Kaminskii V.A. [Special modes of three-component diffusion in gases]. In: *Zhurnal fizicheskoi khimii*, 2011, vol. 85, no. 12, pp. 2359–2364.
4. Kosov V.N., Zhavrin Yu.I. [Diffusion coefficients of some binary and ternary gas mixtures containing freon-12]. In: *Teplofizicheskie svoistva veshchestv i materialov* (no 28). M.: Izdatel'stvo standartov, 1989, pp. 112–122.
5. Kosov V.N., Kul'zhanov D.U., Zhavrin Yu.I., Fedorenko O.V. [The effect of the concentration of mixture components on the occurrence of convective regimes of mixing by diffusion in ternary gas mixtures]. In: *Zhurnal fizicheskoi khimii*, 2017, vol. 91, no. 6, pp. 931–936.
6. Kosov V.N., Seleznev V.D. Anomal'noe vozniknovenie svobodnoi gravitatsionnoi konveksii v izotermicheskikh troinykh gazovykh smesyakh [Abnormal appearance of the free gravitational convection in an insulated ternary gas mixtures]. Ekaterinburg, UrO RAN Publ., 2004. 149 p.
7. Kosov V.N., Seleznev V.D., Zhavrin Yu.I. Inversiya gradienta plotnosti i diffuzionnyi «zatvor» pri izotermicheskom smeshenii gazov [Inversion of the density gradient and diffusion "gate" in an isothermal mixture of gases]. In: *Zhurnal tekhnicheskoi fiziki*, 1998, vol. 68, iss. 5, pp. 14–17.
8. Seleznev V.D., Smirnov V.G. Diffuziya trekhkomponentnoi smesi gazov v sisteme dvukh kolb [Diffusion in three component gas mixtures in the two flasks]. In: *Zhurnal tekhnicheskoi fiziki*, 1981, vol. 51, iss. 4, pp. 975–980.
9. Sherwood T.K., Pigford R.L., Wilke Ch.R. Mass transfer. New York, McGraw-Hill Book Company, 1975. 677 p.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Косов Владимир Николаевич – доктор физико-математических наук, профессор, член-корреспондент Национальной академии наук РК, академик Национальной академии наук высшей школы РК, директор центра прикладных исследований и функциональных технологий Казахского национального педагогического университета имени Абая; e-mail: kosov_vlad_nik@list.ru

Мукамеденкызы Венера – кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник НИИ экспериментальной и теоретической физики Казахского национального университета имени аль-Фараби; e-mail: mukameden@inbox.ru

Федоренко Ольга Владимировна – кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник НИИ экспериментальной и теоретической физики Казахского национального университета имени аль-Фараби; e-mail: fedor23.04@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Vladimir N. Kossov – Doctor of Physical and Mathematical Sciences, professor, corresponding member of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, academician of the National Academy of Sciences of the High School of the Republic of Kazakhstan, director of the center of applied research and functional technologies of Abai Kazakh National Pedagogical University; e-mail: kosov_vlad_nik@list.ru

Venera Mukamedenkyzy – PhD in Physical and Mathematical Sciences, senior researcher of the Research Institute of Experimental and Theoretical Physics at al-Farabi Kazakh National University;

e-mai: mukameden@inbox.ru

Olga V. Fedorenko – PhD in Physical and Mathematical Sciences, senior researcher of the Research Institute of Experimental and Theoretical Physics at al-Farabi Kazakh National University;

e-mai: fedor23.04@mail.ru

ПРАВИЛЬНАЯ ССЫЛКА НА СТАТЬЮ

Косов В.Н., Мукамеденкызы В., Федоренко О.В. Некоторые особенности смешения тройных газовых смесей на границе смены режимов «диффузия – концентрационная гравитационная конвекция» в квазистационарных условиях // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2018. № 2. С. 125–133. DOI: 10.18384/2310-7189-2018-2-125-133.

FOR CITATION

Kossov V., Mukamedenkyzy V., Fedorenko O. Some mixing features of ternary gas mixtures on the regime transition boundary between two mixing regimes – diffusion to concentration gravitational convection – in quasi-stationary conditions. In: *Bulletin of Moscow Region State University. Series: Natural sciences*, 2018, no. 2, pp. 125–133.

DOI: 10.18384/2310-7189-2018-2-125-133

УДК 533.15:536.25

DOI: 10.18384/2310-7189-2018-2-134-144

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОЗНИКНОВЕНИЯ КОНВЕКТИВНЫХ ТЕЧЕНИЙ ПРИ КВАЗИСТАЦИОНАРНОМ СМЕШЕНИИ В БИНАРНЫХ ГАЗОВЫХ СМЕСЯХ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УГЛАХ НАКЛОНА ДИФфуЗИОННОГО КАНАЛА

Косов В.Н.¹, Краси́ков С.А.², Фе́доренко О.В.²

¹ *Казахский национальный педагогический университет имени Абая
050010, Алматы, проспект Достык, 13, Казахстан*

² *НИИ Экспериментальной и теоретической физики
при Казахском национальном университете имени аль-Фараби
050040, Алматы, проспект аль-Фараби, 71, Казахстан*

Аннотация. Методами численного моделирования проведено исследование квазистационарного смешения в бинарных смесях, когда более тяжелый по плотности газ находится в верхней части диффузионного канала, а второй – в нижней части. Определены углы наклона, при которых происходит смена режима «диффузия – концентрационная гравитационная конвекция». Проанализирована динамика структурированных конвективных течений при различных углах наклона. Получена зависимость интенсивности конвективных течений от угла диффузионного канала для бинарной смеси $0,15 \text{ Ar} + 0,85 \text{ N}_2 - \text{N}_2$.

Ключевые слова: диффузия, концентрация, конвекция, компонент смеси, массоперенос, угол наклона.

NUMERICAL SIMULATION OF THE OCCURRENCE OF CONVECTIVE FLOWS AT QUASI-STATIONARY MIXING IN BINARY GASEOUS MIXTURES UNDER DIFFERENT SLOPE ANGLES OF THE DIFFUSION CHANNEL

V. Kossov¹, S. Krasikov², O. Fedorenko²

¹ *Abai Kazakh National Pedagogical University
050010, Almaty, Dostyk Ave. 13, Kazakhstan*

² *Institute of Experimental and Theoretical Physics at al-Farabi Kazakh National University
050040, Almaty, al-Farabi Ave. 71, Kazakhstan*

Abstract. Numerical simulation methods are used to study quasi-stationary mixing in binary mixtures when the density heavier gas is located in the upper part of the diffusion channel, and the second one is in the lower part. The slope angles, at which the regime changes from diffusion to concentration gravitational convection, are determined. The dynamics of structured convective flows at various angles of inclination is analyzed. The dependence of the intensity of convective flows on the slope angle of the diffusion channel for a binary mixture $0.15 \text{ Ar} + 0.85 \text{ N}_2 - \text{N}_2$ is obtained.

Key words: diffusion, concentration, convection, mixture component, mass transfer, angle of inclination.

Введение

Разработка подходов, связанных с очисткой газовых смесей, глубокой переработкой отдельных углеводородных фракций в природном газе, разделением одно- и многофазных систем на компоненты с заданными свойствами, является одной из базовых задач развития газотопливного и энергетического комплекса в Республике Казахстан до 2030 [12]. Поэтому инновационные решения, связанные с очисткой, снижением экологической нагрузки на окружающую среду представляются актуальными и соответствуют приоритетам социально-экономического развития современного общества.

Промышленное разделение газовых систем традиционно основано на компрессионном, абсорбционно (адсорбционно)-десорбционном методах разделения, низкотемпературной конденсации и ректификации, термо-гравитационных, мембранных и гибридных подходах [4, с. 188; 10, с. 14; 13, с. 193]. Использование термо-гравитационного метода для промышленного разделения, а также научных целей предполагает наличие информации об особенностях тепловой конвекции и термодиффузионных характеристиках массопереноса. Если для изотопных и бинарных смесей экспериментальные исследования и аналитические решения позволяют получить соответствующие данные [16, с. 69], то в многокомпонентных системах возможно возникновение особых режимов смешения, что не позволяет автоматически распространять на них подходы, апробированные для случая смешения двух компонентов. Примером таковых являются результаты исследований

по изучению конвективной неустойчивости в изотермических тройных газовых смесях [7, с. 600; 8, с. 18]. Неустойчивость вызывает появление концентрационной гравитационной конвекции, которая приводит к синергетическому эффекту, связанному со значительным увеличением скорости смешения компонентов системы. При этом реализуются условия, связанные с приоритетным переносом компонента с наибольшим молекулярным весом [11, с. 139]. Интенсивность суммарного массопереноса возрастает в десятки и сотни раз, что можно использовать для получения смеси, обогащенной тем или иным компонентом.

Исходя из близкого сходства термо-концентрационной и изотермической конвекции, можно предложить более простой и эффективный подход, в котором предполагается, что гидродинамической системой, в которой осуществляется разделение газообразных смесей, может выступать изотермический неоднородный по плотности слой с существенными отличиями в коэффициентах диффузии [14, с. 129; 15, с. 130]. Для прикладных решений разделения газовых смесей это означает не только значительное уменьшение параметров, связанных с термодиффузионным разделением и оценкой влияния тепловой конвекции на парциальный перенос, но и более экономичное технологическое решение разделительных устройств, так как значительно сокращаются расходы, связанные с поддержкой заданных перепадов температур. Как и для случая термо-гравитационной конвекции [5, с. 102; 6, с. 62], изотермическим разделением в газах можно управлять за

счет изменения внешних параметров, например, меняя угол наклона диффузионного канала, в котором происходит изотермическое смешение. В условиях изотермичности регистрация кинетических фазовых переходов, а также сравнение интенсивности надкритических течений происходит не для однородной среды (как для термо-гравитационной конвекции), а для смесей. Предельным случаем многокомпонентных смесей является состав из двух компонентов. Специфика изотермического конвективного смешения в бинарных смесях и его особенности при переходе из диффузионного состояния в конвективное в вертикальных каналах описаны в [1, с. 27; 9, с. 502]. Однако изучение квазистационарного смешения в наклонном канале для двух газов носит эпизодический характер [3, с. 77], а для тройных и многокомпонентных смесей – практически отсутствует. Поэтому для всестороннего изучения особенностей разделения в изотермических газовых смесях в наклонном канале необходимо изучить особенности возникновения структурированных течений для предельного случая, т. е. для смесей, состоящих из двух компонентов, что и является целью данной работы.

Постановка задачи

Тепло-массообмен в устройствах, подобных устройствам для разделения газовых смесей, моделируется с помощью уравнений Навье – Стокса, а также законов, описывающих сохранение массы, импульса и энергии среды. Кроме этого, используются уравнения состояния компонентов текучей среды и эмпирические зависимости вязкости и теплопроводности компонентов среды от температуры. Для моделирования турбулентных течений в уравнении Навье–Стокса используется усредненное по малому масштабу времени влияние турбулентности на параметры потока, а крупномасштабные временные изменения осредненных по малому масштабу времени составляющих газодинамических параметров потока учитываются введением соответствующих производных по времени. В результате уравнения имеют дополнительные члены – напряжения по Рейнольдсу, а для замыкания этой системы уравнений используются уравнения переноса кинетической энергии турбулентности и ее диссипации в рамках $k - \varepsilon$ модели турбулентности.

Эта система уравнений сохранения массы, импульса и энергии нестационарного пространственного течения имеет следующий вид [2, с. 228–231]:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_i} (\rho u_i) = 0, \quad (1)$$

$$\frac{\partial \rho u_i}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_j} (\rho u_i u_j) + \frac{\partial p}{\partial x_i} = \frac{\partial}{\partial x_j} (\tau_{ij} + \tau_{ij}^R) + S_i, \quad i = 1, 2, 3 \quad (2)$$

$$\frac{\partial \rho H}{\partial t} + \frac{\partial \rho u_i H}{\partial x_i} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left(u_j (\tau_{ij} + \tau_{ij}^R) + q_i \right) + \frac{\partial p}{\partial t} - \tau_{ij}^R \frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \rho \varepsilon + S_i u_i, \quad (3)$$

$$H = h + \frac{u^2}{2}, \quad (4)$$

где: t – время, u – скорость текучей среды, ρ – плотность текучей среды, p – давление текучей среды, S_i – внешние массовые силы, действующие на единичную массу текучей среды, в нашем случае $S_i = S_i^{gravity}$, действие гравитации $S_i^{gravity} = -\rho g_i$, g_i – составляющая гравитационного ускорения в координатном направлении x_i .

Для ньютоновских сред тензор вязких сдвиговых напряжений определяется как:

$$\tau_{ij} = \mu \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} + \frac{2}{3} \delta_{ij} \frac{\partial u_k}{\partial x_k} \right) + \frac{2}{3} \rho k \delta_{ij}, \quad (5)$$

где: $\mu = \mu_l + \mu_t$, μ_l – коэффициент динамической вязкости, μ_t – коэффициент турбулентной вязкости, δ_{ij} – дельта функция Кронекера ($\delta_{ij} = 1$ при $i = j$; $\delta_{ij} = 0$ при $i \neq j$), k – кинетическая энергия турбулентности. В соответствии с $k - \varepsilon$ моделью турбулентности, μ определяется через величины кинетической энергии турбулентности k и диссипации этой энергии ε :

$$\mu = f_\mu \frac{c_\mu \rho k^2}{\varepsilon}, \quad (6)$$

где $f_\mu = [1 - \exp(-0,025 R_y)]^2 \left(1 + \frac{20,5}{R_y} \right)$, $R_y = \frac{\rho \sqrt{k} y}{\mu_t}$, $R_\tau = \frac{\rho k^2}{\mu_t \varepsilon}$, y – расстояние от поверхности стенки, $c_\mu = 0,09$.

Кинетическая энергия турбулентности k и диссипация этой энергии ε определяются из следующих уравнений:

$$\frac{\partial \rho k}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_k} (\rho u_k k) = \frac{\partial}{\partial x_k} \left(\left(\mu_l + \frac{\mu_t}{\sigma_k} \right) \frac{\partial k}{\partial x_k} \right) + S_k, \quad (7)$$

$$\frac{\partial \rho \varepsilon}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_k} (\rho u_k \varepsilon) = \frac{\partial}{\partial x_k} \left(\left(\mu_l + \frac{\mu_t}{\sigma_\varepsilon} \right) \frac{\partial \varepsilon}{\partial x_k} \right) + S_\varepsilon, \quad (8)$$

$$\text{где } S_k = \tau_{ij}^R \frac{\partial u_i}{\partial x_j} - \rho \varepsilon + \mu_l P_B, \quad S_\varepsilon = c_{\varepsilon 1} \frac{\varepsilon}{k} \left(f_i \tau_{ij}^R \frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \mu_l c_B P_B \right) - c_{\varepsilon 2} f_2 \frac{\rho \varepsilon^2}{k},$$

$$\tau_{ij}^R = \mu_t \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} + \frac{2}{3} \delta_{ij} \frac{\partial u_l}{\partial x_l} \right) + \frac{2}{3} \rho k \delta_{ij}, \quad P_B = \frac{g_i}{\sigma_B} \frac{1}{\rho} \frac{\partial \rho}{\partial x_i},$$

$$\sigma_B = 0,9, \quad c_B = 1 \text{ при } P_B > 0 \text{ и } c_B = 0 \text{ при } P_B \leq 0, \quad f_1 = 1 + \left(\frac{0,05}{f_\mu} \right)^3, \\ f_2 = 1 - \exp(-R_\tau^2), \quad c_{\varepsilon 1} = 1,44, \quad c_{\varepsilon 2} = 1,92, \quad \sigma_\varepsilon = 1,3, \quad \sigma_k = 1.$$

Влияние угла наклона диффузионного канала учитывается за счет изменения осевой и ортогональных составляющих g_i гравитационного ускорения при изменении угла наклона диффузионного канала к вертикали.

Диффузионный тепловой поток моделируется с помощью уравнения:

$$q_k = - \left(\frac{\mu_l}{Pr} + \frac{\mu_t}{\sigma_c} \right) c_p \frac{\partial T}{\partial x_k}, \quad k = 1, 2, 3 \quad (9)$$

где $\sigma_c = 0,9$, Pr – число Прандтля, c_p – удельная теплоемкость при постоянном давлении, T – температура текущей среды.

Для многокомпонентных газовых

смесей изменение концентраций компонентов смеси в пространстве вследствие диффузии моделируется следующими уравнениями:

$$\frac{\partial \rho y_i}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_k} (\rho u_k y_i) = \frac{\partial}{\partial x_k} \left((D_{ij} + D'_{ij}) \frac{\partial y_i}{\partial x_k} \right), \quad i = 1, 2, \dots, N, \quad (10)$$

где: y_i – концентрация i -го компонента смеси $\left(\sum_{i=1}^N y_i = 1 \right)$, N – число компонентов смеси, D_{ij} , D'_{ij} – коэффициенты молекулярной и турбулентной диффузии, которые подчиняются закону Фика, так что $D_{ij} = D \cdot \delta_{ij}$, $D'_{ij} = \delta_{ij} \cdot \frac{\mu_i}{\sigma}$, где D – коэффициент диффузии, σ – тур-

булентное число Шмидта.

Для решения системы уравнений (1)-(10) была создана, с помощью пакета SolidWorks, виртуальная модель типового двухколбового аппарата для изучения особенностей процессов смешения, диффузионного и конвективного массообмена.

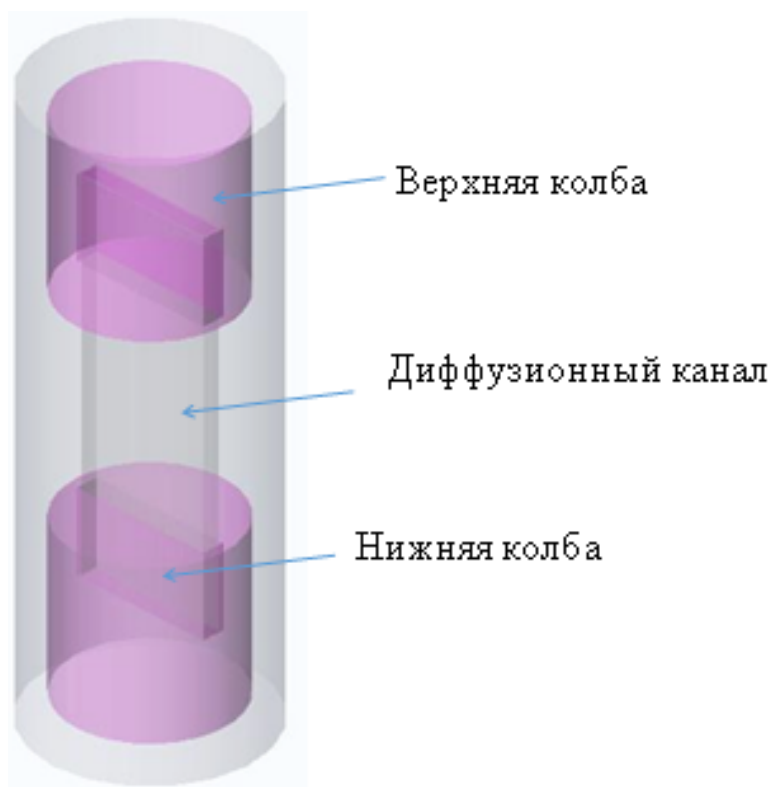


Рис. 1. Виртуальная численная модель двухколбового аппарата.

Особенностью данной конструкции является применение диффузионного канала, который является модельным каналом для разрабатываемой авторами технологии разделения углеводородных газовых смесей.

Система уравнений (1)–(10), описывающая процессы в разделительном диффузионном аппарате, решалась методом конечных объемов для созданной виртуальной численной модели установки с помощью пакета Flow Simulation. Использовались следующие начальные условия: вверху размещалась смесь $0,15 \text{ Ar} + 0,85 \text{ N}_2$, а нижняя колба заполнялась N_2 ; угол наклона от вертикали изменялся от 0 до 90 градусов; давление $p_{\text{абс}} = 0,6 \text{ МПа}$ ($p_{\text{изб}} = 0,5 \text{ МПа}$); время – 180 с. Геометрические параметры тестируемого канала следующие: $a = 6 \cdot 10^{-3} \text{ м}$, $b = 30 \cdot 10^{-3} \text{ м}$, $L = 0,165 \text{ м}$.

Результаты численного расчета приведены на рис. 2 и 3. Анализ полученных результатов позволяет определить следующие особенности конвективного массопереноса, возникающие на границе перехода кинетических режимов при различных углах наклона диффузионного канала. При угле наклона к вертикали в 5° можно наблюдать увеличение структурообразования, что приводит к интенсификации массообмена. Дальнейшее увеличение угла наклона не оказывает влияния на интенсивность массопереноса. Повидимому, в указанном диапазоне $[0^\circ; 40^\circ]$ наблюдается упорядоченное движения тяжелых и легких конвективных структур в диффузионном канале, т. е. более тяжелые структуры смещаются в нижнюю часть канала, а

легкие встречные – в верхнюю часть. Тем самым уменьшается сопротивление массообмену. При дальнейшем увеличении угла наклона наблюдается снижение интенсивности массообмена, вызванное уменьшением проекции вектора гравитации на ось диффузионного канала, т. е. уменьшаются силы, обеспечивающие конвективную транспортировку более тяжелых структур к нижней колбе.

В районе $70\text{--}80^\circ$ наблюдается переход конвективного массопереноса к диффузионному. Происходит уменьшение структурированных формирований в конвективных течениях и возникновение противотоков по стенкам канала.

При горизонтальном расположении канала в нем реализуется классическая диффузия, описание которой можно проводить в рамках традиционных представлений [17, с. 20]. На рис. 2 при $\alpha = 90^\circ$ отчетливо фиксируется монотонное распределение изоконцентрационных линий по длине канала.

На рис. 3 представлена обобщенная зависимость интенсивности переноса аргона в квазистационарном режиме смешения при различных углах наклона. Данные рис. 3 отчетливо показывают характерные этапы смешения: диффузия, переходный режим, установившиеся течения. Приведенные результаты качественно согласуются с данными [1, с. 27; 3, с. 77; 9, с. 502], в которых опытным путем были зарегистрированы границы кинетических фазовых переходов в изотермических бинарных газовых смесях.

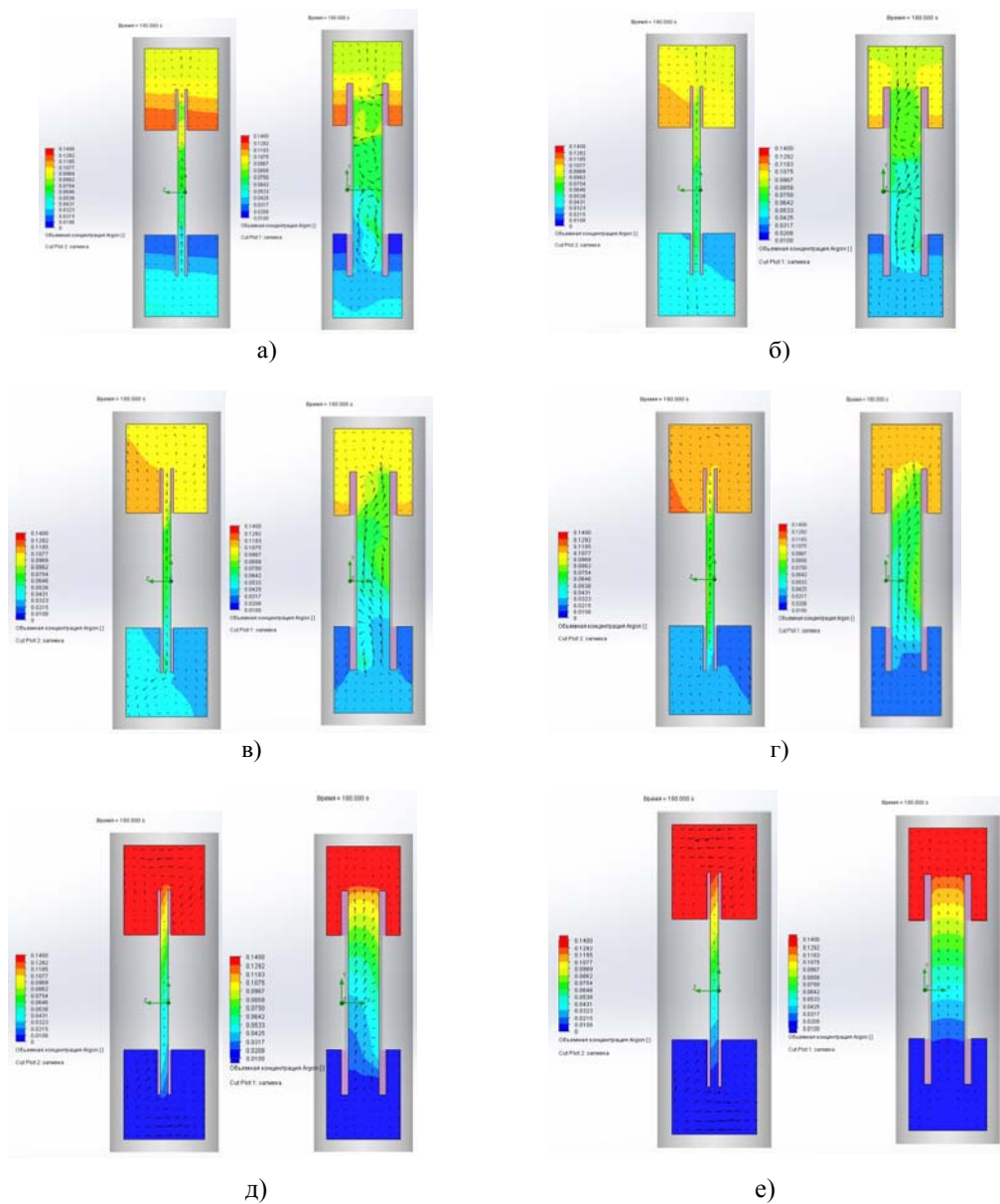


Рис. 2. Численное моделирование массопереноса во фронтальном и поперечном срезе разделительного канала в системе $0,15 \text{ Ar} + 0,85 \text{ N}_2 - \text{N}_2$ при $T = 298,0 \text{ K}$: а) $\alpha = 5^\circ$; б) $\alpha = 40^\circ$; в) $\alpha = 60^\circ$; г) $\alpha = 70^\circ$; д) $\alpha = 80^\circ$; е) $\alpha = 90^\circ$.

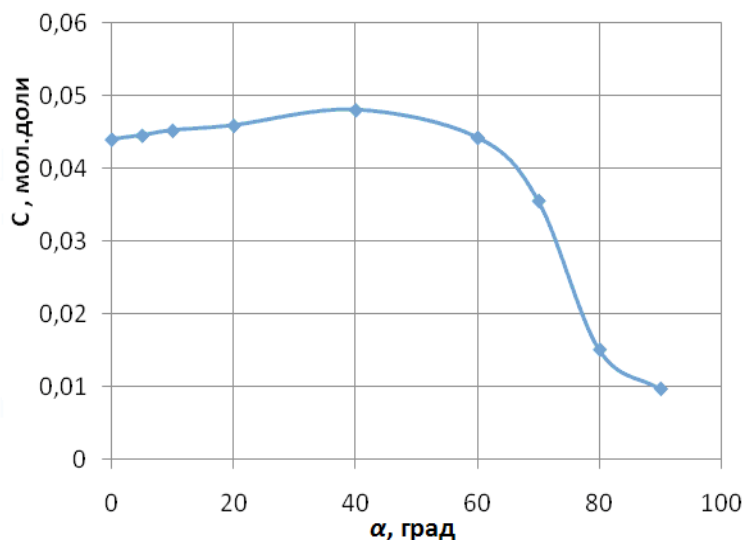


Рис. 3. Зависимость концентрации Ar (перешедшей из верхней колбы) от угла наклона к вертикали.

Таким образом, численные исследования показали, что в предельном для многокомпонентных смесей случае смешения бинарных систем в наклонном канале имеет место специфика возникновения конвективных течений на границе кинетического фазового перехода.

Заключение

Несмотря на кажущуюся очевидность и естественность возникновения концентрационной гравитационной конвекции в изотермических бинарных газовых смесях в наклонных

каналах, установлено, что переход от диффузионного смешения к конвективному возникает при определенном угле наклона. Граничные течения сопровождаются возникновением структурированных формирований, обеспечивающих возникновение противотоков за счет действия концентрационного градиента и наклона слоя. Существует интервал углов наклона, при которых интенсивность граничных течений практически не изменяется.

Статья поступила в редакцию 14.05.2018

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках проекта № AP05132427 «Реализация принципа конвективных сепараторов в наклонных каналах» Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан.

ACKNOWLEDGMENTS

Work is executed within the framework of project № AP05132427 "Realization of principle of convective separators in the sloping channels" of the Committee of Science of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan.

ЛИТЕРАТУРА

1. Александров О.Е., Селезнев В.Д. Зависимость скорости смешения от давления при свободной конвекции бинарной смеси газов в двухколбовом аппарате // Журнал технической физики. 2016. Т. 86. Вып. 7. С. 26–30.
2. Алямовский А.А., Собачкин А.А., Одинцов Е.В., Харитонович А.И., Пономарев Н.Б. SolidWorks 2007/2008. Компьютерное моделирование в инженерной практике. Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2008. 1040 с.
3. Анкушева Н.Б., Косов В.Н., Селезнев В.Д. Влияние наклона диффузионного канала на устойчивость механического равновесия в изотермических бинарных газовых смесях // Прикладная механика и техническая физика. 2010. Т. 51. № 1. С. 75–78.
4. Ахметов С.А. Технология глубокой переработки нефти и газа. Уфа: Гилем, 2002. 672 с.
5. Гершуни Г.З., Жуховицкий Е.М. Конвективная устойчивость несжимаемой жидкости. М.: Наука, 1972. 392 с.
6. Демин В.А. Конвективные сепараторы // Прикладная физика. 2013. № 4. С. 60–67.
7. Дильман В.В., Липатов Д.А., Лотхов В.А., Каминский В.А. Возникновение неустойчивости при нестационарном испарении бинарных растворов в инертный газ // Теоретические основы химической технологии. 2005. Т. 39. № 6. С. 600–606.
8. Косов В.Н., Жаврин Ю.И. Образование структур и концентрационная конвекция при изотермической диффузии в трехкомпонентных газовых смесях через переменное число каналов равной площади // Письма в журнал технической физики. 1993. Т. 19. Вып. 10. С. 18–21.
9. Косов В.Н., Жаврин Ю.И., Анкушева Н.Б. Конвективные режимы смешения в бинарных системах при неустойчивости механического равновесия газовой смеси // Инженерно-физический журнал. 2008. Т. 81. № 3. С. 501–507.
10. Косов В.Н., Кульжанов Д.У., Жаврин Ю.И., Красиков С.А., Федоренко О.В. Особенности разделения углеводородных изотермических газовых смесей при конвективной диффузии / Под ред. чл.- корр. НАН РК, проф. В.Н. Косова. Алматы: MV-Принт, 2014. 144 с.
11. Косов В.Н., Селезнев В.Д., Жаврин Ю.И. Эффект разделения компонентов при изотермическом смешении тройных газовых систем в условиях свободной конвекции // Журнал технической физики. 1997. Т. 67. Вып. 10. С. 139–140.
12. Концепции развития топливно-энергетического комплекса Республики Казахстан до 2030 года. <http://adilet.zan.kz/rus/docs/P1400000724/compare>.
13. Мановян А.К. Технология первичной переработки нефти и природного газа. М.: Химия, 2001. 568 с.
14. Патент Республики Казахстан № 26884. Устройство разделения газовой смеси / Жаврин Ю.И., Косов В.Н., Красиков С.А., Федоренко О.В. // Промышленная собственность. 2013. Бюл. 126. С. 129.
15. Патент Республики Казахстан № 26885. Способ разделения газовой смеси / Жаврин Ю.И., Косов В.Н., Красиков С.А., Федоренко О.В. // Промышленная собственность. 2013. Бюл. 126. С. 129–130.
16. Рыжков И. И. Термодиффузия в смесях: уравнения, симметрии, решения и их устойчивость. Новосибирск: СО РАН, 2013. 200 с.
17. Шервуд Т., Пигфорд Р., Уилки Ч. Массопередача. Пер. с англ. М.: Химия, 1982. 695 с.

REFERENCES

1. Aleksandrov O.E., Seleznev V.D. [The dependence of the rate of mixing on pressure in free convection of a binary mixture of gases in dvuhgorbogo apparatus]. In: *Zhurnal tekhnicheskoi fiziki*, 2016, vol. 86, no. 7, pp. 26–30.

2. SolidWorks 2007/2008. Komp'yuternoe modelirovanie v inzhenernoi praktike [SolidWorks 2007/2008. Computer simulation in engineering practice]. Alyamovskii A.A., Sobachkin A.A., Odintsov E.V., Kharitonovich A.I., Ponomarev N.B. SPb., BKHV-Peterburg Publ., 2008. 1040 p.
3. Ankusheva N.B., Kosov V.N., Seleznev V.D. [The effect of diffusion channel inclination on stability of mechanical equilibrium in isothermal binary gas mixtures]. In: *Prikladnaya mekhanika i tekhnicheskaya fizika*, 2010, vol. 51, no. 1, pp. 75–78.
4. Akhmetov S.A. Tekhnologiya glubokoi pererabotki nefi i gaza [Technology of deep processing of oil and gas]. Ufa, Gilem Publ., 2002. 672 p.
5. Gershuni G.Z., Zhukhovitskii E.M. Konvektivnaya ustoichivost' neszhimaemoi zhidkosti [Convective stability of incompressible fluid]. Moscow, Nauka Publ., 1972. 392 p.
6. Demin V.A. [Convective separators]. In: *Prikladnaya fizika*, 2013, no. 4, pp. 60–67.
7. Dil'man B.B., Lipatov D.A., Lotkhov V.A., Kaminskii V.A. [The occurrence of instabilities in nonstationary evaporation of binary solutions in an inert gas]. In: *Teoreticheskie osnovy khimicheskoi tekhnologii*, 2005, vol. 39, no. 6, pp. 600–606.
8. Kosov V.N., Zhavrin Yu.I. [Formation of structures and concentration convection in isothermal diffusion in ternary gas mixtures through a variable number of channels of equal area]. In: *Pis'ma v zhurnal tekhnicheskoi fiziki*, 1993, vol. 19, no. 10, pp. 18–21.
9. Kosov V.N., Zhavrin Yu.I., Ankusheva N.B. [Convective regimes of mixing in binary systems with the mechanical equilibrium instability of a gas mixture]. In: *Inzhenerno-fizicheskii zhurnal*, 2008, vol. 81, no. 3, pp. 501–507.
10. Osobennosti razdeleniya uglevodorodnykh izotermicheskikh gazovykh smesei pri konvektivnoi diffuzii [Features of the isothermal separation of hydrocarbon gas mixtures in the convective diffusion]. Kosov V.N., Kul'zhanov D.U., Zhavrin Yu.I., Krasikov S.A., Fedorenko O.V. Almaty, MV-Print Publ., 2014. 144 p.
11. Kosov V.N., Seleznev V.D., Zhavrin Yu.I. [The effect of separation of the components in an isothermal mixture of triple gas systems under free convection]. In: *Zhurnal tekhnicheskoi fiziki*, 1997, vol. 67, no. 10, pp. 139–140.
12. Kontseptsii razvitiya toplivno-energeticheskogo kompleksa Respubliki Kazakhstan do 2030 goda [The concept of development of fuel and energy complex of Kazakhstan until 2030]. In: *Informatsionno-pravovaya sistema normativnykh pravovykh aktov Respubliki Kazakhstan* [The legal information system of normative legal acts of the Republic of Kazakhstan [website]. Available at: <http://adilet.zan.kz/rus/docs/P1400000724/compare> (accessed: 10.06.2018).
13. Manovyan A.K. Tekhnologiya pervichnoi pererabotki nefi i prirodnogo gaza [Technology of primary processing of oil and natural gas]. Moscow, Khimiya Publ., 2001. 568 p.
14. [Patent of the Republic of Kazakhstan No. 26884. The device for separation of gas mixtures] Yu. I. Zhavrin, V. N. Kosov, Krasikov S. A., Fedorenko O. V. In: *Promyshlennaya sobstvennost'* [Industrial property], 2013, no. 12b, pp. 129.
15. [Patent of the Republic of Kazakhstan No. 26885. The method for separation of gas mixtures] Yu. I. Zhavrin, V. N. Kosov, Krasikov S. A., Fedorenko O. V. In: *Promyshlennaya sobstvennost'* [Industrial property], 2013, no. 12b, pp. 129–130.
16. Ryzhkov I. I. Termodiffuziya v smesyakh: uravneniya, simmetrii, resheniya i ikh ustoichivost' [Thermal diffusion in mixtures: equations, symmetry of solutions and their stability]. Novosibirsk, SO RAN Publ., 2013. 200 p.
17. Sherwood T.K., Pigford R.L., Wilke Ch.R. Mass transfer. New York, McGraw-Hill Book Company, 1975. 677 p.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Косов Владимир Николаевич – доктор физико-математических наук, профессор, член-корреспондент Национальной академии наук РК, академик Национальной академии наук высшей школы РК, директор центра прикладных исследований и функциональных технологий Казахского национального педагогического университета имени Абая;
e-mail: kosov_vlad_nik@list.ru

Красиков Сергей Анатольевич – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник НИИ экспериментальной и теоретической физики Казахского Национального Университета имени аль-Фараби;
e-mail: sa.krassikov@mail.ru

Федоренко Ольга Владимировна – кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник НИИ экспериментальной и теоретической физики Казахского Национального Университета имени аль-Фараби;
e-mail: fedor23.04@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Vladimir N. Kossov – doctor of physical and mathematical sciences, professor, corresponding member of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, academician of the National Academy of Sciences of the High School of RK, director of the center of applied researches and functional technologies of Abai Kazakh National Pedagogical University;
e-mail: kosov_vlad_nik@list.ru

Sergey A. Krassikov – candidate of technical sciences, head scientist researcher of the Research Institute of Experimental and Theoretical Physics at al-Farabi Kazakh National University;
e-mail: sa.krassikov@mail.ru

Olga V. Fedorenko – candidate of physical and mathematical sciences, senior research scientist of the Research Institute of Experimental and Theoretical Physics at al-Farabi Kazakh National University;
e-mail: fedor23.04@mail.ru

ПРАВИЛЬНАЯ ССЫЛКА НА СТАТЬЮ

Косов В.Н., Красиков С.А., Федоренко О.В. Численное моделирование возникновения конвективных течений при квазистационарном смешении в бинарных газовых смесях при различных углах наклона диффузионного канала // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2018. № 2. С. 134–144.
DOI: 10.18384/2310-7189-2018-2-134-144

FOR CITATION

Kossov V., Krasikov S., Fedorenko O. Numerical simulation of the occurrence of convective flows at quasi-stationary mixing in binary gaseous mixtures under different slope angles of the diffusion channel. In: *Bulletin of Moscow Region State University. Series: Natural sciences*, 2018, no. 2, pp. 134–144.
DOI: 10.18384/2310-7189-2018-2-134-144

К 100-ЛЕТИЮ ИНСТИТУТА ГЕОГРАФИИ РАН

Старейшим и наиболее крупным научно-исследовательским центром нашей страны в области географических наук является Институт географии РАН, основанный в 1918 г.

Д.Н. Анучин еще в 1915 г. предложил организовать в России Центральный географический институт для изучения «внутренних частей нашего отечества».

Институт возник как Промышленно-географический отдел Комиссии по изучению естественных производительных сил. Спустя 10 лет институт был переименован в Географический отдел КЕПС, его первым директором стал академик А.А. Григорьев. В 1934 г. отдел становится Геоморфологическим институтом, затем, после переезда АН СССР в Москву, – Институтом физической географии, а в 1936 г. – Институтом географии АН СССР (ИГАН).

В военный период (1941–1945 гг.) и до середины 1950-х гг. в деятельности Института доминировало страноведческое направление. Оно позволило составить «географический портрет страны».

С академиком И.П. Герасимовым, сменившим в 1951 г. академика А.А. Григорьева на посту директора института, связывают развитие нового направления в отечественной географии – «конструктивной географии».

В 1956 г. в АН СССР была создана Комиссия АН СССР по заповедникам. В 1958 г. усилиями сотрудников института – Д.Л. Арманда, С.В. Кирикова, А.Н. Формозова – был подготовлен план развития заповедной системы СССР.

После проведения 23-го Международного географического конгресса в Москве

в 1976 г., в организации которого институт принял самое деятельное участие, ИГАН выдвинулся в головное географическое учреждение страны. Среди выдающихся ученых, лауреатов государственных и других премий, авторов признанных научных трудов следует назвать Г.А. Авсюка, Б.Л. Дзержевского, Г.М. Лаппо, М.И. Львовича, Ю.А. Мещерякова, А.А. Минца, Г.Д. Рихтера и многих других.

В 1986 г. новым директором института был избран член-корр. В.М. Котляков, впоследствии ставший академиком и проработавший в этой должности почти 30 лет. В эти годы институт занял ведущее положение в Академии наук в области исследования мировых проблем окружающей среды. ИГАН возглавил ряд советов и комитетов Академии наук: Научный совет по изучению Арктики и Антарктики, Национальный комитет по Международной гео-сферно-биосферной программе, Комитет системного анализа РАН, Объединенный научный совет по фундаментальным географическим проблемам, Национальный комитет российских географов и др.

В настоящее время Институт продолжает широкий фронт работ под руководством чл.-корр. РАН О.Н. Соломиной, избранной в 2015 г. его директором.

Коллектив редакции от всей души поздравляет дорогих коллег со столетним юбилеем Института географии, желает дальнейшего процветания головному географическому учреждению Российской академии наук и благополучия его сотрудникам!!!

Редколлегия журнала



ВЕСТНИК МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБЛАСТНОГО УНИВЕРСИТЕТА

Научный журнал «Вестник Московского государственного областного университета» основан в 1998 г. Выпускается десять серий журнала: «История и политические науки», «Экономика», «Юриспруденция», «Философские науки», «Естественные науки», «Русская филология», «Физика-математика», «Лингвистика», «Психологические науки», «Педагогика». Все серии включены в составленный Высшей аттестационной комиссией Перечень ведущих рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертации на соискание ученой степени доктора и кандидата наук по наукам, соответствующим названию серии. Журнал включен в базу данных Российского индекса научного цитирования (РИНЦ).

Печатная версия журнала зарегистрирована в Федеральной службе по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия. Полнотекстовая версия журнала доступна в Интернете на платформе Научной электронной библиотеки (www.elibrary.ru), а также на сайте журнала www.vestnik-mgou.ru.

ВЕСТНИК МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБЛАСТНОГО УНИВЕРСИТЕТА

СЕРИЯ «ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ»

2018. № 2

Над номером работали:

Литературный редактор О.О. Волобуев
Переводчик И.А. Улиткин
Корректор Н.Л. Борисова
Компьютерная вёрстка – А.В. Тетерин

Отдел по изданию научного журнала
«Вестник Московского государственного областного университета»:
105005, г. Москва, ул. Радио, д. 10А, офис 98
тел. (495) 780-09-42 (доб. 6104); (495) 723-56-31
e-mail: vest_mgou@mail.ru
сайт: www.vestnik-mgou.ru

Формат 70х108/₁₆. Бумага офсетная. Печать офсетная. Гарнитура «Minion Pro».

Тираж 500 экз. Уч.-изд. л. 9, усл. п.л. 9,25.

Подписано в печать: 28.06.2018. Выход в свет: 19.07.2018. Заказ № 2018/06-08.

Отпечатано в ИИУ МГОУ
105005, г. Москва, ул. Радио, 10А