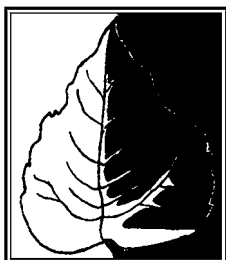


ОБЩЕСТВЕННО-НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ



Проблемы Рациональной Экологии

**REGIONAL
ENVIRONMENTAL
ISSUES**

Журнал издается при поддержке
Института географии Российской академии наук

№ 5
2018 г.

Главный редактор

Ажгиревич А. И.

Кандидат технических наук, президент Общероссийского отраслевого объединения работодателей «Союз предприятий и организаций, обеспечивающих рациональное использование природных ресурсов и защиту окружающей среды «Экосфера»

Зам. главного редактора

Гутенев В. В. Доктор технических наук, профессор, Лауреат Государственной и Правительственных премий РФ. Первый вице-президент Союза машиностроителей России

Кочуров Б. И. Доктор географических наук, профессор, ведущий научный сотрудник, Институт географии РАН

Лобковский В. А. Кандидат географических наук, заведующий отделом физической географии и проблем природопользования Института географии РАН

ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА:

Абдурахманов Г. М. Доктор биологических наук, профессор. ФГБОУ ВПО Дагестанский государственный университет, декан

Бакланов П. Я. Академик РАН, доктор географических наук, профессор. ФГБУН Тихоокеанский институт географии ДВО РАН (ТИГ ДВО РАН), директор

Глазачев С. Н. Доктор географических наук, профессор. Межвузовский центр по разработке технологий эколого-педагогического образования, директор

Ивашкина И. В. Кандидат географических наук. ГУП «НИИПИ Генплана Москвы», зав. сектором

Иманов Н. М. Доктор экономических наук, профессор. Институт экономики Национальной академии наук Азербайджана (НАНА), Азербайджан. Директор

Камнев А. Н. Доктор биологических наук, профессор. МГУ им. М. В. Ломоносова, ведущий научный сотрудник

Касимов Н. С. Академик РАН, доктор географических наук, профессор. МГУ им. М. В. Ломоносова, президент географического факультета

Кирюшин В. И. Академик РАН (РАСХН), доктор биологических наук, профессор. ФГБНУ «Почвенный институт им. В. В. Докучаева», главный научный сотрудник

Котляков В. М. Академик РАН, доктор географических наук, профессор. ФГБУН Институт географии Российской академии наук

Колосов В. А. Доктор географических наук, профессор. ФГБУН Институт географии Российской академии наук (ИГ РАН), заведующий лабораторией

Кузнецов О. Л. Доктор технических наук, профессор. Российская академия естественных наук, президент

Лосев К. С. Доктор географических наук, профессор. Всероссийский институт научно-технической информации РАН, заведующий отделом географии и геофизики

Мазиров М. А. Доктор биологических наук, профессор. ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К. А. Тимирязева», зав. кафедрой

Насименто Юли. Доктор философии (география городов). Institut d'Aménagement et d'Urbanisme de la Région d'île-de-France, Франция. Руководитель исследований

Рахманин Ю. А. Академик РАН (РАМН), доктор медицинских наук, профессор НИИ экологии и гигиены окружающей среды им. А. И. Сысина РАМН, директор

Рогожин К. Л. Доктор физико-математических наук, профессор. НОЧУ ВПО «Столичная Академия малого бизнеса (институт)», проректор по научной работе

Столбовой В. С. Доктор географических наук. ФГБНУ «Почвенный институт им. В. В. Докучаева», зав. лабораторией

Тикунов В. С. Доктор географических наук, профессор. МГУ им. М. В. Ломоносова, зав. лабораторией

Тишков А. А. Доктор географических наук, профессор. ФГБУН Институт географии Российской академии наук, зам. директора

Трифонов Т. А. Доктор биологических наук, профессор. МГУ им. М. В. Ломоносова, ведущий научный сотрудник

Фоменко Г. А. Доктор географических наук, профессор. Научно-исследовательский проектный институт «Кадастр», председатель правления

Ответственный редактор

Н. Е. Караваева

Редактор-переводчик

М. Е. Покровская

EDITOR-IN-CHIEF

Azhgirevich Artem I.

Ph.D. (Engineering), Chairman of the All-Russian branch association of employers ECOSFERA, Russia

DEPUTY EDITORS-IN-CHIEF:

Gutenev Vladimir V., Ph.D. (Engineering), Dr. Habil., Professor, Russia

Kochurov Boris I., Ph.D. (Geography), Dr. Habil., Professor, Russian Academy of Sciences, Institute of Geography, Russia

Lobkovsky Vasily A., Ph.D. (Geography), Head of the Department of Physical geography and environmental management problems

EDITORIAL BOARD MEMBERS:

Abdurakhmanov Gairbeg M., Ph.D. (Biology), Dr. Habil., Professor, Dagestan State University, Russia

Baklanov Petr Ja., Academician, Ph.D. (Geography), Dr. Habil., Professor, Russian Academy of Sciences, Pacific Institute of Geography, Russia

Glazachev Stanislav N., Ph.D. (Geography), Dr. Habil., Professor, Centre for Environmental and Teacher Education, Russia

Ivashkina Irina V., Ph.D. (Geography), Institute of Moscow City Master Plan, Russia

Imanov Nazim M., Ph.D. (Economics), Dr. Habil., Professor, Azerbaijan

Kamnev Alexander N., Ph.D. (Biology), Dr. Habil., Professor, Lomonosov Moscow State University, Russia

Kasimov Nikolay S., Academician, Ph.D. (Geography), Dr. Habil., Professor, Lomonosov Moscow State University, President of the Faculty of Geography, Russia

Kiryushin Valery I., Academician, Ph.D. (Biology), Dr. Habil., Professor, Moscow Agricultural Academy named after K. A. Timiryazev, Russia

Kotlyakov Vladimir M., Academician, Ph.D. (Geography), Dr. Habil., Professor, Russian Academy of Sciences, Institute of Geography, Russia

Kolosov Vladimir A., Ph.D. (Geography), Dr. Habil., Professor, Russian Academy of Sciences, Institute of Geography, Russia

Kuznetsov Oleg L., Ph.D. (Engineering), Dr. Habil., Professor, President of the Russian Academy of Natural Sciences, Russia

Losev Kim S., Ph.D. (Geography), Dr. Habil., Professor, Russian Academy of Sciences, All-Russian Institute for Scientific and Technical Information, Russia

Mazirov Mikhail A., Ph.D. (Biology), Dr. Habil., Professor, Russian State Agrarian University — Timiryazev Moscow Agricultural Academy (RSAU — TMAA or RSAU — MAA named after K.A. Timiryazev), Russia

Nascimento Juli, Ph.D. (Urban Geography), Institute for Urban and Regional Planning of Ile-de-France, France

Rakhmanin Jury A., Academician, Ph.D. (Medicine), Dr. Habil., Professor, Russian Academy of Medical Sciences, Institute of Ecology and Environmental Hygiene named after A. I. Sysin, Russia

Rogozhin Konstantin L., Ph.D. (Physics and Mathematics), Dr. Habil., “Metropolitan Small Business Academy (Institute)”, Vice-Rector, Russia

Stolbovoy Vladimir S., Ph.D. (Geography), Dr. Habil., Russian Academy of Agricultural Sciences, V. V. Dokuchayev Soil Institute, Russia

Tikunov Vladimir S., Ph.D. (Geography), Dr. Habil., Professor, Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Russia

Tishkov Arkady A., Ph.D. (Geography), Dr. Habil., Professor, Russian Academy of Sciences, Institute of Geography, Russia

Trifonova Tatiyana A., Ph.D. (Biology), Dr. Habil., Professor, Lomonosov Moscow State University, Faculty of Soil, Russia

Fomenko George A., Ph.D. (Geography), Dr. Habil., Scientific Research and Design Institute “Cadastr”, Russia

EXECUTIVE EDITOR

Karavaeva Natalia E.

EDITOR-TRANSLATOR

Pokrovskaya Marina E.



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

Подписные индексы 84127 и 20490
в каталоге «Роспечать»

Журнал поступает
в Государственную Думу
Федерального собрания,
Правительство РФ,
аппарат администраций
субъектов Федерации,
ряд управлений
Министерства обороны РФ
и в другие государственные
службы, министерства
и ведомства.

Статьи рецензируются.
Перепечатка без разрешения
редакции запрещена,
ссылки на журнал
при цитировании обязательны.

Редакция не несет ответственности
за достоверность информации,
содержащейся в рекламных
объявлениях.

Отпечатано
в ООО «Авансд солюшнз»
119071, г. Москва,
Ленинский пр-т, д. 19, стр. 1
Тел./факс: (495) 770-36-59
E-mail: om@aov.ru

Подписано в печать 30.10.2018 г.
Формат 60 × 84¹/₈.
Печать офсетная.
Бумага офсетная № 1.
Объем 22,32 п. л.
Тираж 1150 экз.
Заказ № RE518

Автор фото на обложке
А. М. Красильникова

© ООО Издательский дом «Камертон», 2018

СОДЕРЖАНИЕ

Раздел 1. Экология

- О. М. Бедарева, Л. С. Мурачева, Т. Н. Троян.* Сельскохозяйственные культуры как сырье растительного происхождения для производства рыбных комбикормов 6
- М. Ю. Чепрасов, Г. П. Новгородов.* Обзор местонахождений мамонтовой фауны среднего течения реки Колыма 10
- И. В. Кравченко, М. В. Филимонова, Л. Ф. Шенелева, Ю. В. Реутова.* Содержание биологически активных веществ, меди и свинца у *Chamaenerion Angustifolium L.* в условиях антропогенной нагрузки 15
- Я. Л. Вольперт, В. А. Данилов, М. М. Сидоров.* Современное состояние и возможные трансформации населения охотничье-промысловых видов млекопитающих в районе Томторского месторождения редкоземельных металлов 22
- А. В. Корсаков, Э. В. Гегер, Д. Г. Лагеров, Л. И. Пугач, А. В. Силенок, Н. К. Капустина.* Динамика частоты полидактилии, редукционных пороков конечностей и множественных врожденных пороков развития у новорожденных на территориях радиоактивного, химического и сочетанного загрязнения окружающей среды (2000—2017) 27
- Л. Д. Гаврильева.* Сравнительный анализ изменения растительности аласов при увеличении пастбищной нагрузки 32
- В. В. Алексашина, Ле Минь Туан.* Влияние эффекта острова тепла на экологию мегаполиса 36
- Е. В. Пятина, М. А. Булгакова.* Структура сообществ крупных напочвенных беспозвоночных придорожных территорий г. Оренбурга 41
- А. Б. Савинов, Ю. Д. Никитин, Е. А. Ерофеева.* Биоиндикационный аспект изменчивости листьев *Acer negundo L.* при загрязнении городских почв тяжелыми металлами 45
- С. Е. Федоров.* Музей мамонта: страницы истории 48

Раздел 2. Геоэкология

- А. В. Басов, Ю. О. Белоногова, А. З. Ощепкова, Т. Н. Сомова.* Основные принципы создания в Российской Федерации схемы обращения с отходами I—II классов опасности 52
- Ж. Т. Тунгучбекова, Д. А. Самбаева, З. К. Маймеков, А. З. Укелева.* Возможности переработки отвалных кеков как сырья техногенного образования 59
- Д. С. Зиновьев, М. В. Зильберман, М. В. Черепанов, О. В. Морозова.* Оценка эффективности отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к различным категориям в зависимости от их фактического воздействия на окружающую среду 65
- В. Б. Коробов, А. Г. Тутыгин, Л. А. Чижова.* Последовательность принятия стратегических решений в задачах проектирования транспортной инфраструктуры в Арктике 70
- И. Н. Лыков.* Особенности гендерных различий в произведениях Л. Н. Толстого 78

Раздел 3. Физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов

<i>В. С. Макаров, Г. Н. Саввинов.</i> Потенциал почвенной влаги в аласных почвах	83
<i>Н. Е. Рязанова, А. И. Никифоров.</i> Эколого-географическая характеристика приустьевоего участка р. Западный Булганак (п-ов Крым) для возможностей разработки и реализации национальных показателей. Цели в области устойчивого развития (ЦУР) 6 «Чистая вода и санитария»	88
<i>В. С. Боескоров, Г. Н. Саввинов.</i> Позднеплейстоценовая мезофауна почв Янского плоскогорья	97
<i>Р. А. Шарафутдинов, А. В. Гренадерова, П. В. Мандрыка, А. Б. Родионова.</i> Стратиграфия отложений острова Отдыха в среднем течении реки Енисей (г. Красноярск)	100
<i>Н. М. Соломонов, И. Г. Собакина, М. И. Ксенофонтова.</i> Состояние компонентов водной экосистемы верховьев реки Муна до начала промышленного освоения месторождения алмазов	106
<i>А. А. Чибилев.</i> Среднедунайская равнина как западный форпост Степной Евразии	111
<i>А. А. Петров.</i> Восстановление почвенного покрова посттехногенных ландшафтов, сформированных при разработке месторождений золота Северо-Востока Якутии	120
<i>М. И. Ксенофонтова.</i> Основные гидрохимические параметры поверхностных вод верхнего течения р. Яна	123
<i>В. В. Афанасьев.</i> Геоморфологические аспекты проблемы выбора участков для строительства заводов СПГ на побережье дальневосточных морей	128
<i>П. П. Данилов, Г. Н. Саввинов.</i> Сравнительная характеристика техногенных трансформаций почв и почвенных покровов Вилюйского и Приленского плато при алмазодобыче	134
<i>А. П. Бутолин, В. А. Щерба, В. Н. Экзарьян.</i> К проблеме геодинамического и техногенного взаимодействия геологической среды в Оренбургском Приуралье	138
<i>С. И. Миронова.</i> Технологии биологической рекультивации нарушенных техникой земель в условиях криолитозоны	145

Раздел 4. Экономическая, социальная, политическая и рекреационная география

<i>В. В. Величенко.</i> Промышленные объекты в границах охотничьих угодий: эколого-социальные аспекты воздействия	149
<i>Г. А. Фоменко, М. А. Фоменко.</i> Современные тенденции и особенности экологического территориального планирования	154
<i>Г. Д. Мухин.</i> Эффективное использование природного капитала как основа экологической политики региона (на примере Кировской области)	165

Раздел 5. Картография

<i>О. С. Сизов.</i> Дискуссионные вопросы актуализации методики среднемасштабного геоморфологического картографирования (на примере п-ова Ямал)	172
---	-----

Раздел 6. Землеустройство, кадастр и мониторинг земель

<i>А. В. Каверин, Д. Н. Василькина, Г. Р. Резаков, Е. С. Вдовин, М. М. Гераськин.</i> Сельскохозяйственная экология и опыт ее применения в практике земельного ландшафтного планирования в Республике Мордовия	180
--	-----

Раздел 7. Экологическое образование и воспитание

<i>Л. Н. Пронина, И. Н. Лыков.</i> Формирование экологического мировоззрения школьников в условиях реализации федеральных государственных образовательных стандартов	187
--	-----

Раздел 8. К 25-летию НИИ прикладной экологии севера СВФУ им. М. К. Аммосова

<i>Г. Н. Саввинов.</i> НИИ прикладной экологии севера СВФУ им. М. К. Аммосова 25 лет: накопленный опыт, современное состояние и перспективы	190
---	-----

CONTENTS

Section 1. Ecology

<i>O. M. Bedareva, L. S. Muracheva, T. N. Troyan.</i> Agricultural crops as raw materials of plant origin for fish food production	6
<i>M. Yu. Cheprasov, G. P. Novgorodov.</i> Review of mammoth fauna locations of the middle reaches of the Kolyma River	10
<i>I. V. Kravchenko, M. V. Filimonova, L. F. Shepeleva, Yu. V. Reutova.</i> Content of biologically active substances, lead and copper in <i>Chamaenerion Angustifolium</i> L. in conditions of anthropogenic impact	15
<i>Ya. L. Vol'pert, V. A. Danilov, M. M. Sidorov.</i> Current state and possible transformations of the population of commercial and game mammal species in the vicinity of the Tomtor Field of rare-earth metals	22
<i>A. V. Korsakov, E. V. Geger, D. G. Lagerev, L. I. Pugach, A. V. Silenok, N. K. Kapustina.</i> Dynamics of frequency of polydactylity, limbs reduction defects and multiple congenital malformations in the newborns in the territories of radioactive, chemical and combined contamination of the environment, 2000—2017	27

<i>L. D. Gavrilyeva</i> . Comparative analysis of vegetation change of alases due to the increase in pasturable loading	32
<i>V. V. Aleksashina, Le Minh Tuan</i> . Influence of the urban heat island effects on the ecology of a megacity	36
<i>E. V. Pyatina, M. A. Bulgakova</i> . The structure of large ground invertebrates' communities of the roadside territories of the city of Orenburg	41
<i>A. B. Savinov, Yu. D. Nikitin, E. A. Erofeeva</i> . Bioindicative aspect of <i>Acer negundo</i> L. leaf variability under the pollution of urban soils with heavy metals	45
<i>S. E. Fedorov</i> . Mammoth Museum: pages of history	48

Section 2. Geocology

<i>A. V. Basov, Iu. O. Belonogova, A. Z. Oshchepkova, T. N. Somova</i> . The basic principles of making the scheme for management of the waste of the first and the second classes of danger for environment in the Russian Federation	52
<i>Zh. T. Tunguchbekova, D. A. Sambaeva, Z. K. Maimekov, A. Z. Ukeleeva</i> . Possibilities of processing dump slags as raw material of technogenic origin	59
<i>D. S. Zinoviev, M. V. Zilberman, M. V. Cherepanov, O. V. Morozova</i> . Efficiency assessment of referring the facilities that have negative effect on environment to various categories depending of their actual impact	65
<i>V. B. Korobov, A. G. Tutygin, L. A. Chizhova</i> . The sequence of strategic decisions in the design of transport infrastructure in the Arctic	70
<i>I. N. Lykov</i> . Features of gender differences in the works by L. N. Tolstoy	78

Section 3. Physical geography and biogeography, soil geography and landscape geochemistry

<i>V. S. Makarov, G. N. Savvinov</i> . Alas soils moisture potential	83
<i>N. E. Ryazanova, A. I. Nikiforov</i> . Ecological and geographical characteristics of the mouth of the West Bulganak (Crimea) river for the development and implementation of national indicators of the Sustainable Development Goals (SDG) 6 "Clean water and sanitation"	88
<i>V. S. Bosekorov, G. N. Savvinov</i> . Late Pleistocene mesofauna of the soils of the Yansk plateau	97
<i>R. A. Sharafutdinov, A. V. Grenaderova, P. V. Mandryka, A. B. Rodionova</i> . Sediments stratigraphy of Otdykha Island in the Middle Yenisei River (Krasnoyarsk)	100
<i>N. M. Solomonov, I. G. Sobakina, M. I. Ksenophontova</i> . The state of the aquatic ecosystem components in the upper reaches of the Muna River before the industrial development of the diamond mining	106
<i>A. A. Chibilev</i> . The Middle Danube Plain as the western outpost of Steppe Eurasia	111
<i>A. A. Petrov</i> . Restoration of soils of post-technogenic landscapes formed during the development of gold deposits in the North-East of Yakutia	120
<i>M. I. Ksenofontova</i> . Main hydro-chemical parameters of surface waters of the upper flow of the Yana River	123
<i>V. V. Afanasiev</i> . Geomorphological aspects of the issue of selecting sites for the construction of LNG plants along the coastlines of the Far Eastern seas	128
<i>P. P. Danilov, G. N. Savvinov</i> . The comparative characteristic of technogenic transformations of soils and soil covers of the Vilyuysk and Lena Plateaus due to diamond mining	134
<i>A. P. Butolin, V. A. Scherba, V. N. Ekzaryan</i> . On the issue of geodynamic and technogenic interaction of geological environment in the Orenburg Ural Region	138
<i>S. I. Mironova</i> . Biological recultivation technologies of disturbed lands in the cryolithozone	145

Section 4. Economic, social, political and recreational geography

<i>V. V. Velichenko</i> . Industrial objects within the limits of hunting grounds: ecological and social aspects of the impact	149
<i>G. A. Fomenko, M. A. Fomenko</i> . Modern trends and features of environmental spatial planning	154
<i>G. D. Mukhin</i> . Rational use of natural capital as a factor for economic development: a case study of the Kirov Region	165

Section 5. Cartography

<i>O. S. Sizov</i> . Debatable issues of the methodology actualization of medium-scale geomorphological mapping: the Yamal Peninsula case study	172
---	-----

Section 6. Land use, land planning and landscape planning

<i>A. V. Kaverin, D. N. Vasilkina, G. R. Rezakov, E. S. Vdovin, M. M. Geraskin</i> . Agricultural ecology and the practice of its application in agrarian landscape planning in the Republic of Mordovia	180
--	-----

Section 7. Environmental education

<i>L. N. Pronina, I. N. Lykov</i> . Shaping the ecological outlook of schoolchildren in the context of the implementation of the Federal State Educational Standards	187
--	-----

Section 8. To the 25th anniversary of the Institute of Applied Ecology of the North, M. K. Ammosov North-Eastern Federal University

<i>G. N. Savvinov</i> . Institute of Applied Ecology of the North, M. K. Ammosov North-Eastern Federal University celebrates its 25th anniversary: the accumulated experience, the current state and perspectives	190
---	-----



СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ КУЛЬТУРЫ КАК СЫРЬЕ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА РЫБНЫХ КОМБИКОРМОВ

В статье рассмотрен широкий круг вопросов и представлены экспериментальные данные продуктивности, питательности и энергетической ценности кормовых растений. По разнообразию потребляемой пищи рыбы стоят на первом месте среди других групп животных, при этом каждый вид приспособлен к питанию определенным кормом. В качестве компонентов в рыбных комбикормах предложены кормовые культуры: тимopheвка луговая (*Phleum pratense* L.), райграс пастбищный (*Lolium perenne* L.), люцерна изменчивая (*Medicago varia* L.), тыква кормовая (*Cucurbita maxima* Duchesne), свекла кормовая (*Beta vulgaris* L.). Систематизированы сведения по их урожайности и питательности в условиях Калининградской области и выявлены наиболее перспективные из них для производства. Использованы сорта, прошедшие экологические и экотопические испытания, адаптированные к региональным условиям. Широкое распространение многолетних злаковых трав в регионе связано с их высокой урожайностью и кормовой ценностью, долголетием, зимо- и морозостойкостью, способностью к отавности, высокой отзывчивостью на улучшение агротехнических условий, способностью повышать содержание сырого протеина при использовании в достаточных количествах удобрений.

The article deals with a wide range of issues and presents experimental data on the productivity of nutrition and energy value of forage plants. Due to the variety of food consumed, the fish rank first among other groups of animals, with each species adapted to feeding with a particular food. As components in fish feeds, fodder crops are proposed: Timothy grassland (*Phleum pratense* L.), grassland (*Lolium perenne* L.), alfalfa (*Medicago varia* L.), pumpkin fodder (*Cucurbita maxima* Duchesne), beetroot (*Beta vulgaris* L.). The data on their yield and nutrition in the conditions of the Kaliningrad Region are systematized and the most promising of them for the production are revealed. The species that have passed environmental and economic tests, adapted to the regional conditions, were used. A wide distribution of perennial grasses in the region is associated with their high yield and feed value, longevity, winter and frost resistance, regrowing capacity, high responsiveness to improved agricultural conditions, the ability to increase the content of crude protein when sufficient quantities of fertilizers are used.

Ключевые слова: комбикорма, кормовые растения, продуктивность, зоотехнический анализ, энергетическая ценность.

Keywords: feed, fodder plants, productivity, zootechnical analysis, energy value.

О. М. Бедарева, д-р биол. наук, доцент, зав. кафедрой агропочвоведения и агроэкологии ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет», olgabedareva@mail.ru,

Л. С. Мурачева, канд. биол. наук, доцент кафедры агропочвоведения и агроэкологии ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет», muracheva.l@yandex.ru,

Т. Н. Троян, канд. биол. наук, доцент кафедры агропочвоведения и агроэкологии ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет», p-tanik@mail.ru, г. Калининград, Россия

Введение. В настоящее время актуален вопрос о значительной интенсификации производства рыбной продукции [1]. Рост рыбы при промышленном выращивании имеет первостепенное значение и обусловлен как генетически закрепленными адаптациями (генетическим механизмом видо- и формообразования), так и особенностями кормового рациона [2, 3].

Один из способов реализации потенциала роста рыб — разработка эффективных рецептов комбикормов с повышенным уровнем энергии, с включением биологически активных веществ, каротиноидов.

Известно, что ассортимент кормов для рыб довольно велик. Все они могут быть подразделены на корма растительного и животного происхождения. В условиях естественного рыбозаведения в рационе преобладает водная растительность. При выращивании рыбы в установках замкнутого водообеспечения растительные корма компенсируются гранулированными комбикормами, в состав которых входят компоненты растительного происхождения. Чаще всего для производства гранулированных комбикормов используют отходы зерновых (ячмень, рожь, пшеница, кукуруза) и бобовых культур (люпин, соя, чечевица, горох), богатых углеводами и белками соответственно, а также различные виды жмыхов и шротов (подсолнечниковых, гречишных, рапсовых, хлопковых и др.).

При производстве гранулированных комбикормов в условиях региона, составлении эффективных рецептов и плана кормления рыбы рацио-

нально учитывать возможность использования растительных кормов местного происхождения.

В связи с вышеизложенным, исследования направлены на определение перспективных сельскохозяйственных кормовых культур, их урожайности, питательности и энергетической ценности в условиях Калининградской области с целью возможного применения этих объектов в качестве растительных компонентов для использования при производстве рыбных комбикормов. Полученные результаты будут иметь практическую ценность при формировании состава комбикормов, сбалансированных рационов, планов кормления на определенные временные интервалы для различных культивируемых видов рыб.

Объекты и методы исследования. При выборе объектов исследования в качестве растительного сырья для производства гранулированных комбикормов для рыб учитывались высокая продуктивность, рентабельность, экологическая пластичность, а также безопасность получаемой продукции.

Объектами исследования послужили тимopheвка луговая (*Phleum pratense* L.), райграс пастбищный (*Lolium perenne* L.), люцерна изменчивая (*Medicago varia* L.), тыква кормовая (*Cucurbita maxima* Duchesne), свекла кормовая (*Beta vulgaris* L.) (табл. 1) [4–9].

В качестве методической основы использовались «Методические рекомендации по агротехнике возделывания люцерны и амаранта на корм

и семена» (2004); «Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения» (2003); «Методы государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур» (1989).

Качественные показатели полученной продукции определены на основании химического анализа кормов, согласно методическим указаниям, допущенным к применению при выполнении работ в области зоотехнического анализа в сертифицированной агрохимической лаборатории Федерального государственного бюджетного учреждения «Центр агрохимической службы «Калининградский».

Результаты и обсуждения. Для нормального роста и развития рыбы необходимы питательные и биологически активные вещества, поскольку естественная пища не служит основным источником энергии. В процессе исследования изучена продуктивность кормовых культур (табл. 2) и определена питательная ценность кормов (табл. 3) по содержанию основных органических (протеин, жир, клетчатка), неорганических (кальций, фосфор) элементов. Урожайность многолетних трав представлена за три укоса второго-третьего года жизни. Очевидно, что продуктивность объектов исследования различна. Наиболее высокой урожайностью отличается люцерна и свекла кормовая 150,7 и 66,8 ц/га соответственно. Сбор сухого вещества многолетних злаковых трав составляет 35,6–45,6 ц/га. Тыква кормовая уступает

Таблица 1

Характеристика объектов исследования

Культура, сорт	Характеристика объекта исследования
Тимopheвка луговая (<i>Phleum pratense</i> L.), сорт Майская 1	рыхлокустовой верховой злак ярово-озимого типа высотой до 105 см; облиственность 38,6 %; продуктивное долголетие более 10 лет; зимостойкий, требователен к влаге и малотребователен к теплу; выдерживает кратковременные затопления. Произрастает на всех типах почв, кроме песчаных
Райграс пастбищный (<i>Lolium perenne</i> L.), сорт Бармаксима	мезофильный длиннокорневищный низовой рыхлокустовой многолетний злак высотой от 15 до 80 см. Отличается высокой кустистостью (530–555 шт./м ²) и отавностью; узел кушения залегает на 8–13 мм от поверхности почвы, что является причиной невысокой зимостойкости. Листья линейные, заостренные, гладкие, 1–2 мм шириной. Колос узкий, крупный с извилистой гладкой осью от 8 до 15 см длиной. Колоски 5–10-цветковые, сжатые с боков, расположены одиночно на уступах главной оси соцветия, безостые, сидячие [4]
Люцерна изменчивая (<i>Medicago varia</i> L.), сорт Пастбищная 88	форма куста — полупрямостоячая; тип корневой системы — стержнеобразная; зимостойкость очень высокая, засухоустойчивость выше средней; имеет высокую отавность и устойчивую по годам урожайность кормовой массы; повышенная фитогенотическая пластичность в пастбищных и сенокосных агрофитоценозах; слабо поражается корневыми гнилями, отличается высокой конкурентной способностью при возделывании в травосмеси; облиственность 47–52 %, кустистость средняя [6, 7]
Тыква кормовая (<i>Cucurbita maxima</i> Duchesne), сорт Стофунтовая	высокоурожайный крупноплодный среднепоздний (112–138 дней от полных всходов до сбора плодов) сорт; рекомендуется для использования в кормовых целях; плоды шаровидные и короткоовальные. Масса плода 10–20 кг и более. Плоды плоско-округлые с розовой, желтой, оранжевой и серой окраской [7, 8]
Свекла кормовая (<i>Beta vulgaris</i> L.), сорт Эккендорфская	сорт среднеспелый, устойчивый к заболеваниям, высокоурожайный; районирован широко как для зоны неорошаемого земледелия, так и поливного. Продолжительность вегетационного периода до 130 дней. Форма корнеплода мешковидная, цилиндрическая. В почву корнеплод погружен на четверть всей длины корнеплода [9]

Продуктивность кормовых культур [4—9]

	Культура				
	тимopheевка луговая*	райграс пастбищный*	люцерна изменчивая*	тыква кормовая**	свекла кормовая***
Урожайность, ц/га	139,3	167,5	666	22,8	488,2
Сбор сухого вещества, ц/га	35,6	45,6	150,7	1,8	66,8
Содержание в абсолютно сухом веществе					
Перевариваемый протеин, к. ед.	49	65	108	106,8	42,9
Кормовые единицы, г/кг	0,65	0,75	0,71	1,24	0,87
Обменная энергия, МДж/кг	9,6	10,2	10	12,4	10,3
Выход корм. единиц, тыс. к. ед./га	2,314	3,42	10,7	0,223	5,344
ЭКЕ с га	341,76	465,12	1507	22,32	688,04

Таблица 3

Результаты зоотехнического анализа в пробе сухого вещества

	Культура				
	тимopheевка луговая (<i>Phleum pratense</i> L.), сорт Майская 1	райграс пастбищный (<i>Lolium perenne</i> L.), сорт Бармаксима	люцерна изменчивая (<i>Medicago varia</i> L.), сорт Пастбищная 88	тыква кормовая (<i>Cucurbita maxima</i> Duchesne), сорт Стофунтовая	свекла кормовая (<i>Beta vulgaris</i> L.), сорт Экендорфская
Массовая доля влаги, %	74,4	77,9	80,2	92,1	86,3
Массовая доля сухого вещества, %	25,6	22,1	19,8	7,9	13,7
Массовая доля кальция, %	0,48	0,52	1,34	0,82	0,56
Массовая доля фосфора, %	0,26	0,32	0,25	0,79	0,34
Массовая доля жира, %	2,8	2,53	2,23	12,6	1,12
Массовая доля сырого протеина, %	9,5	10,49	14,8	14	6,1
Массовая доля сырой клетчатки, %	29,5	27,5	28,3	18,8	4,62
Содержание каротина, мг/кг	53	62	18	56	1

всем объектам исследования. Это объясняется высокой обводненностью свежих плодов. Однако по химическому составу корма по ряду показателей (массовая доля жира, фосфора и каротина) эта культура демонстрирует высокие значения — 12,6 %, 0,79 % 56 мг/кг.

Количество сырой клетчатки в объектах исследования варьирует от 4,62 до 29,5 % и не является критическим. Больше содержание клетчатки отмечено в сырье из грубых кормов (многолетние травы — 27,5—29,5 %), меньше в сырье из сочных кормов (тыква, свекла — 4,62—18,8 %).

Энергетическая ценность корма является важнейшей характеристикой, отражающей его способность не только удовлетворить потребность организма в энергии для поддержания жизни, но и для синтеза продукции, откладываемой или выделяемой в виде органического вещества. В рамках исследования определены значения энергетической ценности — кормовая (КЕ) и энергетическая кормовая (ЭКЕ) единицы. За энергетическую кормовую единицу принято 10 МДж обменной энергии. Максимальный выход КЕ и ЭКЕ с одного гектара обеспечивают такие культуры как люцерна и свекла кормовая — по 10,7 и 5,3 тыс. к. ед.

и по 1507,0 и 688,04 МДж/га соответственно. Злаковые травы по сбору ЭКЕ уступают бобовой культуре на 22,67—30,86 %, но превышают тыкву кормовую на 91,5—95,2 %. Таким образом, тыкву рационально включать в состав рыбных комбикормов лишь как источник фосфора, каротина и жира.

Выводы. Исследуемые кормовые культуры высокоурожайны в условиях Калининградской области и рекомендуются для использования при производстве гранулированных рыбных комбикормов в качестве растительных компонентов.

Сухое вещество люцерны изменчивой и тыквы кормовой являются отличными источниками сырого и перевариваемого протеина и кальция. Тыквины, райграс пастбищный и тимopheевка луговая при соблюдении сроков уборки трав высокообеспечены каротином. Кормовая свекла не отличается питательными характеристиками, но за счет высокой урожайности корнеплодов обеспечивает высокий уровень энергетической ценности.

Для определения переваримости кормов и их процентного участия в комбикормах (рецептах) требуются дополнительные исследования для изучения действия кормов на организм рыбы.

Библиографический список

1. Есавкин Ю. И., Гришкас С. А., Шеховцов Д. С., Дроздов А. А. Методы повышения эффективности откорма радужной форели в условиях тепловодных рыбоводных хозяйств // Рыбоводство и рыбное хозяйство. — 2017. — № 8. — С. 42—51.
2. Пономарев С. В., Болонина Н. В., Чалов В. В., Сариев Б. Т., Туменов А. Н. Рост осетровых рыб при использовании технологии интенсивного выращивания // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия Рыбное хозяйство. — 2010. — № 1. — С. 77—85.
3. Артамонова Т. И., Федорченко Ф. Г., Трубникова М. К., Мамонтова Р. П. Использование высокобелковых трав для кормления двухлеток белого амурского карпа // Рыбоводство и рыбное хозяйство. — 2013. — № 11. — С. 43—48.
4. Мурачева Л. С., Иванова Е. С. Оценка агроэкологических условий возделывания райграса пастбищного *Lolium perenne* L. в Калининградской области // Инновации в науке и образовании: VI Междунар. Балтийский форум (3—6 сентября): материалы. — Калининград, 2018. — С. 89—93.
5. Троян Т. Н. Эффективность применения растительно-микробных систем на посевах люцерны (*Medicago L.*) // Аграрный вестник Урала. — 2009. — № 1. — С. 53—55.
6. Троян Т. Н. Эффективность влияния бактериальных препаратов на урожайность люцерны сорта «Пастбищная 88» // Известия КГТУ. — 2008. — № 14. — С. 60—63.
7. Троян Т. Н., Новожилова Э. С. Рост и развитие тыквы крупноплодной (*Cucurbita maxima* Duchesne) при возделывании в кормовых целях // Известия КГТУ, 2018. — № 49. — С. 228—235.
8. Троян Т. Н., Новожилова Э. С. Тыква крупноплодная (*Cucurbita maxima* Duchesne) в фуражных целях // Инновации в науке и образовании: VI Междунар. Балтийский форум (3—6 сентября): материалы. — Калининград, 2018. — С. 100—105.
9. Троян Т. Н., Шульга И. М. Урожайность кормовой свеклы на дерново-подзолистых почвах // Известия КГТУ, 2018. — № 49. — С. 236—243.

AGRICULTURAL CROPS AS RAW MATERIALS OF PLANT ORIGIN FOR FISH FOOD PRODUCTION

O. M. Bedareva, Ph. D. (Biology), Dr. Habil., Associate Professor, Head. Department of Agrarian Soil Science and Agroecology, Kaliningrad State Technical University, olgabedareva@mail.ru;

L. S. Muracheva, Ph. D. (Biology), Associate Professor of the Department of Agrarian Soil Science and Agroecology, Kaliningrad State Technical University, muracheva.l@yandex.ru;

T. N. Troyan, Ph. D. (Biology), Associate Professor of the Department of Agrarian Soil Science and Agroecology, Kaliningrad State Technical University, p-tanik@mail.ru; Kaliningrad, Russia

References

1. Esavkin J. I., Grishkas S. A., Shekhovtsov D. S., Drozdov A. A. Metody povysheniya ehffektivnosti otkorma raduzhnoy foreli v usloviyakh teplovodnykh rybovodnykh hozyajstv. *Rybovodstvo i rybnoe hozyajstvo*. [Methods to improve the efficiency of fattening rainbow trout in conditions of warm-water fish farms. *Fish farming and fisheries*.] 2017. No. 8. P. 42—51. [in Russian]
2. Ponomarev S. V., Bolonina N. V., Chalov V. V., Sariev B. T., Tumenov A. N. Rost osetrovyyh ryb pri ispol'zovanii tekhnologii intensivnogo vyrashchivaniya. *Vestnik Astrahanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya Rybnoe hozyajstvo* [Sturgeon growth using intensive rearing. *Newspaper of Astrakhan State Technical University. Series Fisheries*. 2010. No. 1. P. 77—85. [in Russian]
3. Artamonova T. I., Fedorchenko F. G., Trubnikova M. K., Mamontova R. P. Ispol'zovanie vysokobelkovykh trav dlya kormleniya dvuhletok belogo amura. *Rybovodstvo i rybnoe hozyajstvo* [The use of high-protein herbs for feeding the two-year-old grass carp. *Fish farming and fisheries*.] 2013. No. 11. P. 43—48. [in Russian]
4. Muracheva L. S., Ivanova E. S. Ocenka agroekologicheskikh usloviy vozdelvaniya rajgrasa pastbishchnogo *Lolium perenne* L. v Kaliningradskoj oblasti. *Innovacii v nauke i obrazovanii: VI Mezhdunar. Baltijskij forum (3—6 sentyabrya): materialy*. [Assessment of agroecological conditions of cultivation of ryegrass of pasture *Lolium perenne* L. in the Kaliningrad Region. *Innovations in science and education: VI International. Baltic Forum (September 3—6): Proceedings*.] Kaliningrad, 2018. P. 89—93. [in Russian]
5. Troyan T. N. Effektivnost' primeneniya rastitel'no-mikrobnyyh sistem na posevakh lyucerny (*Medicago L.*). *Agrarnyj vestnik Urala* [The effectiveness of the use of plant-microbial systems on alfalfa (*Medicago L.*). *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2009. No. 1. P. 53—55. [in Russian]
6. Troyan T. N. Effektivnost' vliyaniya bakterial'nykh preparatov na urozhajnost' lyucerny sorta "Pastbishchnaya 88". *Izvestiya KGTU*. [The effectiveness of the influence of bacterial preparations on the yield of alfalfa cultivar "Pasture 88". *Izvestiya KSTU*.] 2008. No. 14. P. 60—63. [in Russian]
7. Troyan T. N., Novozhilova E. S. Rost i razvitie tykvy krupnoplodnoj (*Cucurbita maxima* Duchesne) pri vozdelivanii v kormovykh celyakh. *Izvestiya KGTU* [Growth and development of large-fruited pumpkin (*Cucurbita maxima* Duchesne) in fodder cultivation. *Izvestiya KSTU*.] 2018. No. 49. P. 228—235. [in Russian]
8. Troyan T. N., Novozhilova E. S. Tykva krupnoplodnaya (*Cucurbita maxima* Duchesne) v furazhnykh celyakh. *Innovacii v nauke i obrazovanii: VI Mezhdunar. Baltijskij forum (3—6 sentyabrya): materialy*. [Large-fruited pumpkin (*Cucurbita maxima* Duchesne) for fodder purposes. *Innovations in science and education: VI International. Baltic Forum (September 3—6): proceedings*.] Kaliningrad, 2018. P. 100—105. [in Russian]
9. Troyan T. N., Shulga I. M. Urozhajnost' kormovoy svekly na dernovo-podzolistykh pochvah. *Izvestiya KGTU* [The yield of fodder beet on sod-podzolic soils. *Izvestiya KSTU*.] 2018. No. 49. P. 236—243. [in Russian]

ОБЗОР МЕСТОНАХОЖДЕНИЙ МАМОНТОВОЙ ФАУНЫ СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ КОЛЫМА

М. Ю. Чепрасов, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Научно-исследовательский институт прикладной экологии Севера Северо-Восточного федерального университета им. М. К. Аммосова, pohsho@mail.ru, Якутск, Россия,
Г. П. Новгородов, инженер-исследователь, Научно-исследовательский институт прикладной экологии Севера Северо-Восточного федерального университета им. М. К. Аммосова, novgorodovgavril@mail.ru, Якутск, Россия

В статье приводятся данные по местонахождениям мамонтовой фауны бассейна среднего течения р. Колыма. С 2013 г. по настоящее время выявлено и обследовано 8 наиболее перспективных местонахождений мамонтовой фауны с устья р. Березовка (Среднеколымский район) выше по течению Колымы до границы с Магаданской областью. Стационарные полевые исследования проведены на Ирилях-Сиене, где по костным остаткам наиболее полно прослеживается эволюционная линия *Mammuthus intermedius* — *Mammuthus primigenius fraasi* — *Mammuthus primigenius primigenius*. На основе анализа остеологического материала установлен видовой состав ископаемой фауны региона.

The article presents the data on the locations of the mammoth fauna of the middle reaches of the Kolyma River basin. Since 2013, eight promising locations of mammoth fauna from the Berezovka River (the Srednekolymsky Region) upstream of the Kolyma River to the border with the Magadan District have been identified and examined. The stationary field research is conducted on the Irel'yakh-Siene River. There the bone remains help the most fully trace the evolutionary line *Mammuthus intermedius* — *Mammuthus primigenius fraasi* — *Mammuthus primigenius primigenius*. The species composition of the fossil fauna in the region is selected due to osteological material analysis.

Ключевые слова: бассейн р. Колыма, мамонтовая фауна, шерстистый мамонт, местонахождения, ископаемые остатки.

Keywords: the Kolyma River basin, the mammoth fauna, the woolly mammoth, location, fossils remains.

Введение. На территории Якутии, благодаря широкому развитию позднекайнозойских отложений и размыву их реками и другими водными потоками, имеется множество местонахождений мамонтовой фауны. Особенно это характерно для арктических районов республики, чему способствует распространение едомных (ледовых комплексов) горизонтов. На подобных местонахождениях ежегодно вытаивают останки ископаемых животных: мамонтов, шерстистых носорогов, бизонов, лошадей и т. д., многие из которых (особенно скелеты и трупы или их части с мягкими тканями) представляют огромную научную и музейную ценность. Но зачастую в силу различных факторов они безвозвратно исчезают.

Бассейн р. Колыма издавна известен как мамонтовый регион. Еще в 1900 г. здесь в среднем ее течении была обнаружена первая и до сих пор единственная практически целая туша взрослого шерстистого мамонта (*M. primigenius*) с частично сохранившимися мягкими тканями [1]. Уникальная находка получила название Березовский мамонт, по названию правого притока Колымы р. Березовка, на которой мамонт был найден. В результате проведенных исследований этого мамонта было опубликовано несколько научных трудов [2–4].

Наиболее известным местонахождением мамонтовой фауны на Колыме является Дуванный Яр, которое располагается в нижнем течении бассейна на правом берегу в 36–45 км от п. Колымское. В качестве опорного разреза едомной свиты это местонахождение наиболее полно описали А. В. Шер [5], П. А. Лазарев и А. И. Томская [6]. На этом местонахождении были обнаружены остатки большинства представителей мамонтовой фауны позднего неоплейстоцена на Севере Якутии: *Mammuthus primigenius*, *Coelodonta antiquitatis*, *Equus orientalis*, *E. lenensis*, *Bison priscus crassicornis*, *B. p. occidentalis*, *Ovibos palantianus*, *Alces alces*, *Rangifer tarandus*, *Cervus elaphus*, *Ursus arctos*, *Panthera spelaea*, *Canis lupus*, *Alopex lagopus*, *Lepus sp.*, *Spermophilus cf. parryi*, *Lemmus sibiricus*.

В 2007 г. в окрестностях пос. Черский была сделана одна из самых уникальных палеонтологических находок современности — замороженная туша Колымского шерстистого носорога (*C. antiquitatis*) (рис. 1). Она является первой в мире находкой этого ископаемого животного в замороженном со-



Рис. 1. Колымский шерстистый носорог

стоянии и значение ее трудно переоценить. Согласно данным ряда авторов [7, 8] полная длина находки составляет около 2 м (длина живого носорога, по-видимому, превышала 3 м). Вес мумифицированного животного — около 900 кг. Голова животного была довольно сильно повреждена и отделена от тула. Она представляет собой череп с частью мягких тканей, на котором сохранилось ухо длиной 12 см, одна из глазниц и рога. Правый бок носорога поврежден еще со времен захоронения. Полностью сохранились три ноги и хвост длиной около 40 см. Шерсть на животном не сохранилась — отдельные ее пряди остались только на ногах. Датировка тканей, проведенная в лаборатории хронологии университета Оксфорда (Великобритания), показала, что он жил около 40 тыс. лет назад ($39\ 140 \pm 390$).

Результаты. Несмотря на большую перспективность палеонтологических исследований в данном регионе, бассейн р. Колыма до сих пор остается весьма слабоизученным. В верхнем и

среднем течении бассейна р. Колыма палеонтологические исследования не проводились. Первая рекогносцировочная экспедиция в бассейн среднего течения р. Колыма по выявлению перспективных местонахождений мамонтовой фауны была проведена в июле—августе 2013 г. Начиная с 2014 г. палеонтологические исследования проводятся здесь ежегодно и всего было обнаружено и обследовано 8 местонахождений (рис. 2).

Среди открытых местонахождений мамонтовой фауны особенный интерес представляет местонахождение Ирелях-Сиене, расположенное на правом берегу р. Колымы приблизительно в 3 км ниже по течению от устья одноименной реки, и представляет собой участок размытого берега протяженностью более 150 м. В 2015 г. здесь была обнаружена прослойка с раковинами пресноводных моллюсков, позже определенных как прудовик ушковый (*Radix auricularia* Linnaeus). Радиоуглеродный анализ моллюсков показал абсолютный возраст в $10\ 000 \pm 50$ лет (Poz-91685). Видимо это делювиально-озерные отложения, осадки которых накапливались и подвергались переотложениям на протяжении десятков тысяч лет. Соответственно ожидаемые нами результаты дополнительных датировок должны дать более точный временной интервал отложений.

Среди открытых местонахождений мамонтовой фауны особенный интерес представляет местонахождение Ирелях-Сиене, расположенное на правом берегу р. Колымы приблизительно в 3 км ниже по течению от устья одноименной реки и представляет собой участок размытого берега протяженностью более 150 м. В 2015 г. здесь была

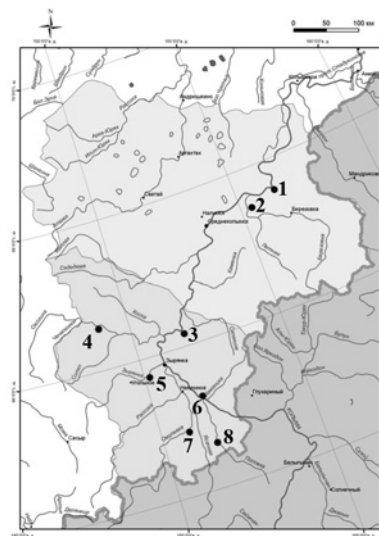


Рис. 2. Места проведения экспедиционных работ в бассейне р. Колыма:

1 — ручей Маячный; 2 — р. Березовка; 3 — местонахождение Ирелях-Сиене; 4 — р. Ожогина; 5 — р. Зырянка; 6 — Прабоколымская протока; 7 — р. Омудевка; 8 — р. Поповка



Рис. 3. Череп «ранней формы» мамонта — *Mammuthus primigenius fraasi* (с МЗ sin. и dex.)

обнаружена прослойка с раковинами пресноводных моллюсков, позже определенных как прудовик ушковый (*Radix auricularia* Linnaeus). Радиоуглеродный анализ моллюсков показал абсолютный возраст в $10\ 000 \pm 50$ лет (Poz-91685). Видимо это делювиально-озерные отложения, осадки которых накапливались и подвергались переотложениям на протяжении десятков тысяч лет. Соответственно ожидаемые нами результаты дополнительных датировок должны дать более точный временной интервал отложений.

Из этого местонахождения определены: *Mammuthus intermedius* (= *Mammuthus «trogontherii chosaricus»*, «хозарский» мамонт); *Mammuthus primigenius fraasi* (= «ранняя форма» мамонта); *Mammuthus primigenius primigenius* (= «поздняя форма» мамонта); *Mammuthus sp.*; *Equus sp.*; *Cervus elaphus*; *Ovis sp.*; *Bison sp.*; *Rangifer tarandus*; *Coelodonta antiquitatis* [9], *Ursus arctos*, *Canis lupus*, *Lepus sp.*, *Dicrostonyx sp.*, *Aves gen et sp. indet.* В 2018 г. список ископаемых хищников этого местонахождения

удалось дополнить пещерным львом (*Panthera leo spelaea*).

Наиболее ценной находкой в Ирелях-Сиене является полный череп (рис. 3) и нижняя челюсть (с МЗ и m3 sin. и dex.), принадлежащие одной особи *Mammuthus primigenius fraasi* (= «ранняя форма» мамонта).

Здесь же в 2013 г. был найден бивень шерстистого мамонта с болезненными разрастаниями [10]. Это третья подобная находка в мире. До этого, так же с территории Якутии, были известны два мамонтовых бивня с похожими аномалиями: бивень с о. Большой Ляховский (ZIN, Nr. 30), и бивень мамонта, обнаруженный 16.02.1916 г. Артамоновым В. В. на острове Котельный, экспонирующийся в Якутском государственном музее истории и культуры народов Севера им. Ем. Ярославского (МУаг, Nr. КР 7433, Р 167).

На р. Зырянка был собран палеонтологический материал на различных участках в различных стратиграфических уровнях. Так, по промерам последних моляров слоновых удалось определить: *Mammuthus trogontherii* (= *Mammuthus trogontherii «trogontherii»*, трогонтериевый слон); *Mammuthus intermedius* (= *Mammuthus «trogontherii chosaricus»*, «хозарский» мамонт); *Mammuthus primigenius fraasi* (= «ранняя форма» мамонта).

Кроме остатков мамонтов нами здесь были зарегистрированы костные остатки *Equus sp.*; *Bison sp.*; *Rangifer tarandus*; *Alces sp.*; *Coelodonta antiquitatis*. Впервые для этого местонахождения отмечены и собраны в 2018 г. фрагменты костей *Canis lupus* и *Panthera leo spelaea*.

Остальные обследованные нами местонахождения в Верхнеколымском районе имеют относительно бедный состав ископаемой фауны: Правоколымская протока — *Mammuthus primigenius*;



А)



Б)

Рис. 4. Остатки мамонта с частично сохранившимися мягкими тканями в бассейне р. Березовка: А — снятие промеров передней конечности; Б — промеры стопы с сохранившимися роговыми копытцами

Coelodonta antiquitatis; *Bison* sp.; *Equus* sp.; река Омуревка — *Mammuthus primigenius*; *Bison* sp.; *Alces* sp.; река Поповка — *Mammuthus primigenius*; *Coelodonta antiquitatis*; *Bison* sp.; река Ожогина — *Mammuthus primigenius*; *Coelodonta antiquitatis*.

В Среднеколымском районе в бассейне р. Березовка местными жителями были обнаружены останки мамонта, вытаявающие из берега безымянного ручья. Фрагменты скелета и мягких тканей залегают в аллювиальных отложениях берегового оползня (длина оползневого участка составляет несколько десятков метров), в крупнозернистом песке темно-желтого цвета, с очень мелкой галькой. Во время первичного обследования находки нами были частично раскопаны вытаявшие его части (рис. 4).

Полностью вытаяла передняя левая нога, длина которой от кончика лопатки до стопы составляет 280 см. Стопа с сохранившимися мягкими тканями диаметром 38 см и шерсть были доставлены в Музей мамонта в Якутск.

В этом же районе на ручье Маячный нами были обнаружены костные остатки следующих представителей мамонтовой фауны: *Mammuthus primigenius primigenius*, *Rangifer tarandus*, *Bison* sp., *Equus* sp., *Coelodonta antiquitatis*, *Panthera leo spelaea*, *Vulpes vulpes*.

На основных местонахождениях были проведены тафономические и биостратиграфические исследования, которые позволили выделить не-

сколько разновозрастных горизонтов с остатками мамонтовой фауны и флоры. Отобраны образцы на радиоуглеродное датирование, пыльцевые и минералогические составы.

Заключение. Проведенные полевые исследования в бассейне среднего течения р. Колыма указывают на большую перспективность региона в изучении фауны четвертичного периода. Обнаруженные остатки большинства крупных животных четвертичного периода и многочисленные остатки мамонтов, включая его эволюционную линию конца среднего до позднего плейстоцена (*Mammuthus intermedius* — *Mammuthus primigenius primigenius*), свидетельствует о многолетних благоприятных местобитаниях животных в этой географической крайней и климатически резко-континентальной зоне северной Евразии. Дальнейшие работы на этой реке и ее притоках смогут дать больше информации о палеоландшафтах этого региона в различные геохронологические интервалы и позволят более полно описать видовой состав мамонтовой фауны исследуемого региона.

Статья подготовлена в рамках выполнения Государственного задания Минобрнауки РФ № 5.8169.2017/БЧ на выполнение проекта «Исследование сукцессий экосистем Севера под воздействием антропогенных факторов».

Библиографический список

1. Лазарев П. А. Крупные млекопитающие антропогена Якутии / П. А. Лазарев // Новосибирск: Наука, 2008. — 160 с.
2. Зеленский В. В. Остеологические и одонтографические исследования над мамонтом (*Elephas primigenius* Blum) и слонами (*El. indicus* и *El. africanus* Blum) / В. В. Зеленский // Научные результаты экспедиции, снаряженной Академией наук для раскопки мамонта, найденного на реке Березовке в 1901 г. — Пб., 1903 г. — Т. 1. — С. 1–124.
3. Бялыницкий-Бируля Ф. А. Гистологические и микрохимические наблюдения над тканями Березовского мамонта / Ф. А. Бялыницкий-Бируля // Научные результаты экспедиции, снаряженной Императорской Академией наук для раскопки мамонта, найденного на реке Березовке в 1901 г. — СПб., 1903. — Т. 2. — С. 1–20.
4. Сукачев В. Н. Исследования растительных остатков из пищи мамонта, найденного на р. Березовка Якутской области / В. Н. Сукачев // Науч. результаты экспедиции, снаряженной Академией наук для раскопки мамонта, найденного на реке Березовке в 1901 г. — 1914 г. — Т. 3. — С. 1–18.
5. Шер А. В. Млекопитающие и стратиграфия плейстоцена Крайнего Северо-Востока СССР и Северной Америки. — М., 1971. — 310 с.
6. Лазарев П. А., Томская А. И. Млекопитающие и биостратиграфия позднего кайнозоя Северной Якутии. — Якутск, 1987. — 169 с.
7. Боесков Г. Г. Предварительные данные о находке мумифицированного трупа ископаемого шерстистого носорога в низовьях реки Колымы / Г. Г. Боесков, П. А. Лазарев, Н. Т. Бакулина, М. В. Щелчкова, С. П. Давыдов, Н. Г. Соколомонов // Доклады РАН. — 2009. — Т. 424. № 4. — С. 570–573.
8. Boeskorov G. G. Some Specific Morphological and Ecological Features of the Fossil Woolly Rhinoceros (*Coelodonta antiquitatis* Blumenbach 1799) / G. G. Boeskorov // Biology Bulletin, 2012, Vol. 39, No. 8, pp. 692–707.
9. Cheprasov M. New localities of the mammoth fauna in the basin of the Kolyma River (Northeastern Russia) / M. Cheprasov, T. Obada, S. Grigoriev, G. Novgorodov // Annual Zoological Congress of “Grigore Antipa” Museum, 20–23 november 2013, Bucharest, România, Book of Abstracts (Edited by D. Murariu, C. Adam, G. Chişamera, Elena Iorgu, L. O. Popa, Oana Paula Popa), “Editura Medialux”, Bucharest, 2013, p. 83–84.
10. Cheprasov M. Tusks of woolly mammoth (*Mammuthus primigenius*) with abnormal growth found in Yakutia / M. Cheprasov, T. Obada, A. Tikhonov, S. Grigoriev, D. Fisher, G. Novgorodov, G. Savvinov, S. Vasilev, E. Shishigin // 2014. Abstract Book of the VIth International Conference on Mammoths and their Relatives. S. A. S. G., Special Volume 102: 39–40.

REVIEW OF MAMMOTH FAUNA LOCATIONS OF THE MIDDLE REACHES OF THE KOLYMA RIVER

M. Yu. Cheprasov, Ph. D. (Biology), research scientist Research Institute of Applied Ecology of the North, North-Eastern Federal University named after M. K. Ammosov. E-mail: nohsho@mail.ru, Yakutsk, Russia;

G. P. Novgorodov, research engineer, Research Institute of Applied Ecology of the North, North-Eastern Federal University named after M. K. Ammosov. E-mail: novgorodovgavril@mail.ru, Yakutsk, Russia

Reference

1. Lazarev P. A. Krupnye mlekopitayushchie antropogena Yakutii. [Large mammals of Yakutia] Novosibirsk, Nauka, 2008. 160 p. [in Russian]
2. Zelenskij V. V. Osteologicheskie i odontograficheskie issledovaniya nad mamontom (*Elephas primigenius* Blum) i slonami (*El. indicus* i *El. africanus* Blum). *Nauchnye rezul'taty ehkspedicii, snaryazhennoj Akademiej nauk dlya raskopki mamonta, najdenogo na reke Berezovke v 1901 g.* [Osteological and odontographic studies on mammoth (*Elephas primigenius* Blum) and elephants (*El. indicus* and *El. africanus* Blum). *Scientific results of the expedition, equipped by the Academy of Sciences for the excavation of mammoth, found on the river Berezovka in 1901*] SPb., 1903. Vol. 1. P. 1–124 [in Russian]
3. Byalynickij-Birulya F. A. Gistologicheskie i mikrohimicheskie nablyudeniya nad tkanyami Berezovskogo mamonta. *Nauchnye rezul'taty ehkspedicii, snaryazhennoj Imp. Akad. nauk dlya raskopki mamonta, najdenogo na reke Berezovke v 1901 g.* [Histological and microchemical observations on the tissues of Berezovsky mammoth. *Scientific results of the expedition, equipped Imperial Akad. Sciences for the excavation of a mammoth found on the river Berezovka in 1901*] SPb., 1903. Vol. 2. P. 1–20. [in Russian]
4. Sukachev V. N. Issledovaniya rastitel'nyh ostatkov iz pishchi mamonta, najdenogo na r. Berezovka Yakutskoj oblasti. *Nauch. rezul'taty ehkspedicii, snaryazhennoj Akademiej nauk dlya raskopki mamonta, najdenogo na reke Berezovke v 1901 g.* [Studies of plant residues from mammoth food found on the Berezovka River of the Yakut Region. *Nauch. the results of the expedition, equipped with the Academy of Sciences for the excavation of mammoth, found on the river Berezovka in 1901–1914*] Pb., 1914. Vol. 3. P. 1–18 [in Russian]
5. Sher A. V. Mlekopitayushchie i stratigrafiya plejstocena Krajnego Severo-Vostoka SSSR i Severnoj Ameriki. [Mammals and stratigraphy of the Pleistocene of the Extreme North-East of the USSR and North America]. Moscow, 1971. 310 p. [in Russian]
6. Lazarev P. A., Tomskaya A. I. Mlekopitayushchie i biostratigrafiya pozdnego kajnozoya Severnoj Yakutii. [Mammals and biostratigraphy of the late Cenozoic of Northern Yakutia] Yakutsk, 1987. 169 p. (in Russian)
7. Boeskorov G. G. Predvaritel'nye dannye o nahodke mumificirovannogo trupa iskopaemogo sherstistogo nosoroga v nizov'yah reki Kolymy / G. G. Boeskorov, P. A. Lazarev, N. T. Bakulina, M. V. Shchelchkova, S. P. Davydov, N. G. Solomonov. *Doklady RAN.* [] 2009. Vol. 424. No. 4. P. 570–573. [in Russian]
8. Boeskorov G. G. Some Specific Morphological and Ecological Features of the Fossil Woolly Rhinoceros (*Coelodonta antiquitatis* Blumenbach 1799) / G. G. Boeskorov. *Biology Bulletin*, 2012, Vol. 39, No. 8. P. 692–707.
9. Cheprasov M. New localities of the mammoth fauna in the basin of the Kolyma River (Northeastern Russia) / M. Cheprasov, T. Obada, S. Grigoriev, G. Novgorodov. *Annual Zoological Congress of "Grigore Antipa" Museum, 20–23 november 2013, Bucharest, Romania, Book of Abstracts (Edited by D. Murariu, C. Adam, G. Chişamera, Elena Iorgu, L. O. Popa, Oana Paula Popa)*. "Editura Medialux", Bucharest, 2013. P. 83–84.
10. Sheprasov M. Tusks of woolly mammoth (*Mammuthus primigenius*) with abnormal growth found in Yakutia / M. Sheprasov, T. Obadă, A. Tikhonov, S. Grigoriev, D. Fisher, G. Novgorodov, G. Savvinov, S. Vasilev, E. Shishigin. [Preliminary data on the mummified corpse of a fossil woolly rhinoceros found in the lower reaches of the Kolyma river. *Reports of RAS*] *Abstract Book of the VIth International Conference on Mammoths and their Relatives. S. A. S. G. Special Vol. 102.* 2014. P. 39–40.

СОДЕРЖАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ, МЕДИ И СВИНЦА У *CHAMAENERION ANGUSTIFOLIUM* L. В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ

И. В. Кравченко, к. б. н., ведущий научный сотрудник Научно-образовательного центра Сургутского государственного университета, kravinessa@mail.ru, Сургут, Россия,
М. В. Филимонова, к. б. н., старший научный сотрудник Научно-образовательного центра Сургутского государственного университета, felis75@mail.ru, Сургут, Россия,
Л. Ф. Шепелева, д. б. н., профессор кафедры биологии и биотехнологии Сургутского государственного университета, shepelevalf@mail.ru, Сургут, Россия,
Ю. В. Реутова, учитель химии муниципального бюджетного общеобразовательного учреждения «Средняя общеобразовательная школа № 9» yliia_reutova@mail.ru, Нефтеюганск, Россия

Исследованы пробы листьев иван-чая узколистного (*Chamaenerion angustifolium* L.) г. Сургута и Сургутского района Ханты-Мансийского автономного округа — Югры (ХМАО), собранных на территориях с различной антропогенной нагрузкой, и его аптечного сырья (ЗАО «Иван-Чай», Московская область) на предмет состояния пигментного аппарата и суммарного содержания показателей флавоноидных соединений, родственных рутину. Проведен анализ содержания тяжелых металлов свинца (Pb) и меди (Cu) в приготовленных водных извлечениях из листьев растений *Chamaenerion angustifolium*. Определение подвижных форм свинца и меди в зеленой фитомассе *Chamaenerion angustifolium* проводили атомно-абсорбционным методом на спектрометре МГА-915 МД.

В результате исследований было установлено более высокое содержание пигментов фотосинтеза и флавоноидных соединений в образцах иван-чая узколистного из ХМАО по сравнению с контрольным аптечным эталоном. Выявлено значительное варьирование элементного состава водных извлечений из растительного сырья *Chamaenerion angustifolium* и изменение содержания пигментов фотосинтеза и показателей флавоноидных соединений в зависимости от условий местообитаний. Проведенные исследования свидетельствуют о перспективности заготовок растительного сырья иван-чая узколистного для лечебных и пищевых целей за исключением территорий с высокой антропогенной нагрузкой.

The samples of fireweed leaves (*Chamaenerion angustifolium* L.) growing in Surgut and the Surgut Region, Khanty-Mansi Autonomous Okrug (KhMAO) collected in the territories with various anthropogenic impact and fireweed pharmaceutical raw material (CJSC "Ivan-Chay", the Moscow Region) were examined in order to analyze the state of pigmentary apparatus and the total content of flavonoid compounds indicators, related to routine. The analysis of heavy metals content of lead (Pb) and copper (Cu) in the prepared aqueous extracts from *Chamaenerion angustifolium* was conducted. The determination of mobile forms of lead and copper in the green phytomass of *Chamaenerion angustifolium* was carried out by atomic and absorbing methods on MGA-915 MD spectrometer.

As a result of the research, the higher content of photosynthesis pigments and flavonoid compounds in the fireweed samples from KhMAO in comparison with reference pharmaceutical standard was established. The considerable variation of aqueous extracts element structure from *Chamaenerion angustifolium* raw material and the change of the content of photosynthesis pigments and indicators of flavonoid compounds depending on the conditions of habitats were revealed. The conducted research works demonstrate the prospects for procuring the fireweed raw material for medical and nutrition purposes save for the territories with high anthropogenic impact.

Ключевые слова: *Chamaenerion angustifolium* L., тяжелые металлы, медь, свинец, аккумуляция, лекарственные растения.

Keywords: *Chamaenerion angustifolium* L., heavy metals, copper, lead, accumulation, medical plants.

Введение. Исследования лекарственного растительного сырья на территории Ханты-Мансийского автономного округа — Югры (ХМАО) приобретают особую значимость в связи с постоянным антропогенным воздействием на северные экосистемы.

ХМАО представляет собой крупный центр развития нефтегазодобывающей промышленности, в связи с этим на территории округа сосредоточены различные источники загрязнения среды [1]. Переход к более надежному экологическому контролю качества окружающей среды возможен только при условии расширения показателей загрязнения [2], что довольно актуально не только для ХМАО, но и для России в целом, где информация о нормах содержания тяжелых металлов в дикорастущем ценном лекарственном сырье недостаточно полная. Кроме того, общеизвестны низкая экологическая емкость и крайне слабая восстановительная способность экосистем Севера [3], а данные о загрязнении растительного сырья позволят вовремя прогнозировать и нейтрализовать неблагоприятное воздействие источников загрязнения.

Широко известны такие свойства тяжелых металлов, как токсические и канцерогенные, а также способность включаться в биологический круговорот веществ, аккумулироваться в тканях растений, проникать в человеческие ткани и органы [4–6], при этом накопление поллютантов зависит от особенностей экосистем и имеет тенденцию к постоянному изменению [7, 8]. Высокие концентрации тяжелых металлов (Cu, Pb,) способны вызывать видимые изменения у растений, такие как раннее опадение листьев, хлорозы, некрозы,

снижение содержания фотосинтетических пигментов [1, 9—11], что негативно влияет на продуктивность хозяйственно-ценных видов [12].

Медь (Cu) является токсичным металлом для растений, где она входит в состав пластоцианина, участвующего в фотосинтезе, а также некоторых других медьсодержащих белков и окислительных ферментов. Она повышает устойчивость растений к неблагоприятным факторам среды [13]. Однако интервал концентраций Cu, при которых этот металл не проявляет своего токсического действия, очень небольшой. Даже двукратное превышение оптимальных концентраций Cu может вызвать негативное действие. Известны случаи снижения токсического действия свинца в присутствии ионов меди [14].

Свинец имеет особое значение, так как является более токсичным элементом для растительных и животных организмов. Свинец ингибирует ферментативные реакции, вступая в химическое взаимодействие с белками и осажая их. Аккумуляция свинца в пищевых цепях приводит к повышению концентраций свинца в продуктах питания и представляет угрозу для здоровья человека [5, 15].

Мировое производство свинца постоянно возрастает, причем выбросы свинца в атмосферу достигают $4300 \cdot 10^3$ т в год и его антропогенное поступление значительно превышает природное. При сжигании нефти и бензина в окружающую среду поступает не менее 50 % всего антропогенного свинца, что является важной составляющей в глобальном цикле элемента. Автомобильные выхлопы дают около 50 % общего неорганического свинца, попадающего в организм человека [15].

Пигментный аппарат растений способен чутко реагировать на воздействие как физических, так и химических факторов среды, что часто используется для оценки состояния растений и уровня воздействия факторов среды [1, 9—11, 16].

Задачей особой важности для оценки экологических условий региона и его экономического развития является активизация исследований в области анализа элементного состава ценного растительного сырья, определения возможности использования растений в качестве биологически активных добавок (чаев, настоев, отваров), повышающих уровень здоровья и качество жизни населения. В настоящее время сбор населением растительного сырья не имеет научной основы и ведется беспорядочно, в связи с чем становится актуальным поиск «фоновых территорий» для заготовки лекарственных растений, ягод и грибов.

Цель исследования. Изучение содержания пигментов фотосинтеза (хлорофилла *a*, хлорофилла *b*, каротиноидов), флавоноидных соединений,

родственных рутины, в листьях иван-чая узколистного — *Chamaenerion angustifolium* L., произрастающего на территории Сургутского района в условиях техногенной нагрузки, в зависимости от содержания тяжелых металлов (Cu, Pb) в настоях из листьев этого растения.

Материалы и методы исследования. *Chamaenerion angustifolium* повсеместно встречается на территории Ханты-Мансийского автономного округа, имеет ценное хозяйственное значение и является удобным объектом для рассмотрения воздействия поллютантов по причине широкой распространенности, неприхотливости и произрастания в довольно разнообразных условиях.

Chamaenerion angustifolium семейства кипрейных (Oenotheraceae) называют в народе «копорским чаем» по названию деревни Копоры в Ленинградской области, где его впервые в России стали использовать вместо китайского чая. В настоящее время многие производители оценили по достоинству иван-чай как дешевое и доступное сырье для производства отечественного чая, ничем не уступающего зарубежным аналогам [17]. Кроме того, проведенные в последнее время многочисленные исследования химического состава позволили разработать проекты фармакопейных статей «Трава иван-чая узколистного» и «Экстракт иван-чая узколистного сухой» [18].

О разнообразной биологической активности экстрактов иван-чая в традиционной медицине известно давно: антиоксидантное, противовоспалительное, антиандрогенное, противогрибковое, антимикробное, витаминное, общеукрепляющее, анаболическое [19], противоопухолевое [20] действие, а также иммуностимулирующую активность [21].

Хозяйственное значение *Chamaenerion angustifolium* на этом не исчерпывается, его относят к крахмалоносным и инулиноносным пищевым растениям, напиточным, кормовым [22, 23].

Содержание хлорофиллов *a*, *b*, каротиноидов и показателей суммы флавоноидных соединений (в пересчете на рутин) определяли на спектрофотометре СФ-56 спектрофотометрическим методом. Оптическую плотность растительного экстракта определяли при разных длинах волн (λ): 665 нм (хлорофилл *a*), 649 нм (хлорофилл *b*), 470 нм (каротиноиды) [24], 410 нм (флавоноиды) [25]. Определение содержания тяжелых металлов (Cu, Pb) проводили на атомно-абсорбционном спектрометре МГА-915 МД в напитках из надземной части иван-чая [26].

Сбор дикорастущих растений производился летом 2017 г. с пробных площадок (ПП) методом конверта (рис. 1, табл. 1). Статистическую обра-

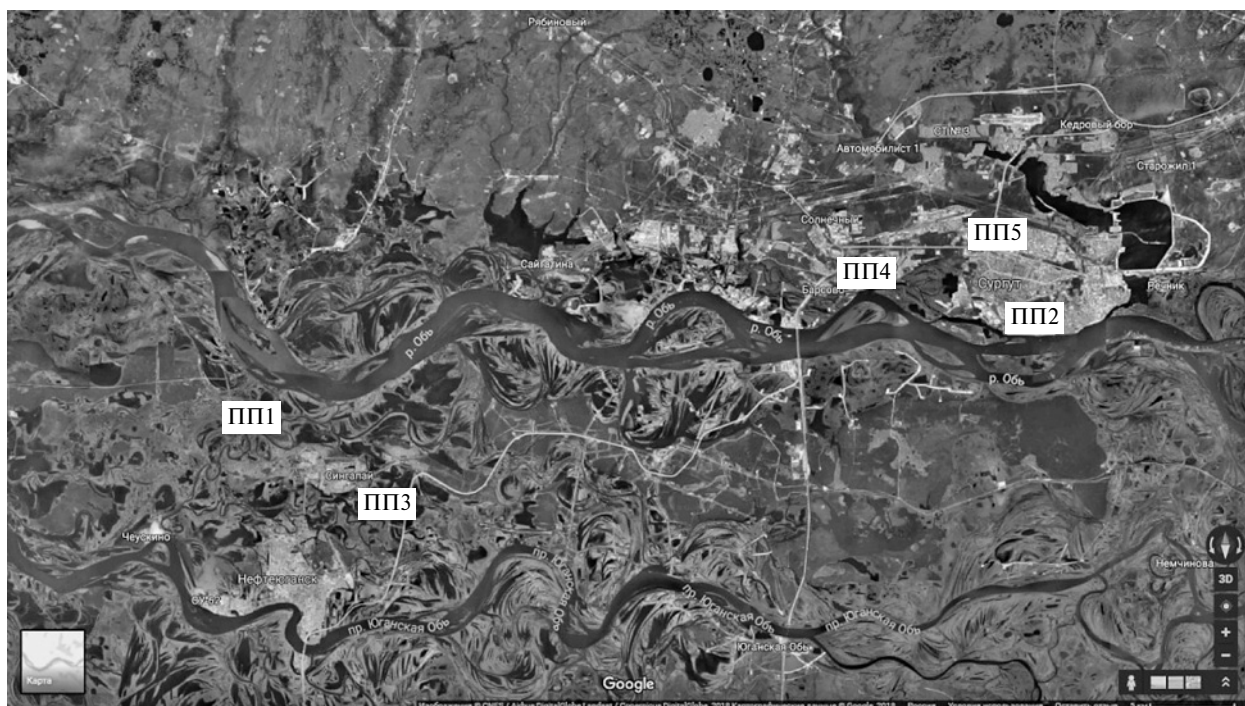


Рис. 1. Карта-схема отбора проб иван-чая узколистного

ботку данных осуществляли с помощью стандартных статистических методов.

Результаты и обсуждение. В результате проведенного анализа содержания пигментов фотосинтеза в листьях *Chamaenerion angustifolium* обнаружено среднее содержание общего хлорофилла на уровне $1,83 \pm 0,2$ мг/г сухого вещества, из которого $1,33 \pm 0,1$ мг/г приходилось на хлорофилл *a* и $0,49 \pm 0,05$ мг/г приходилось на хлорофилл *b*. Количественное содержание хлорофиллов отличается средней вариативностью признака ($V = 12-15\%$) в отличие от среднего содержания каротиноидов ($0,35 \pm 0,03$ мг/г), где данные отличались большей вариативностью ($V = 22\%$) (табл. 2).

По сравнению с контрольным эталоном содержание хлорофилла и каротиноидов у растений Сургутского района имело более высокие значения и отличалось в 1,5–2,4 раза по содержанию хлорофилла *a*, в 1,4–2 раза по содержанию хлорофилла *b* и в 2,9–4,7 раза по содержанию каротиноидов, что, вероятно, объясняется высокой биохимической активностью растений в условиях северного региона [16, 27].

Наибольшее количество общего хлорофилла накапливалось в растениях иван-чая ПП2 в центре г. Сургута, хотя наблюдалось повышенное отношение хлорофилла *a* к хлорофиллу *b* ($K_{a/b}$) как по сравнению с контрольным эталоном, так и по сравнению с данными по другим пробным площадкам, что свидетельствует о действии компен-

саторных механизмов в связи с рекреационной и техногенной нагрузкой на эту территорию. Повышение коэффициента $K_{a/b}$ является неблагоприятным диагностическим признаком физиологического состояния растений (табл. 2).

Другим информативным показателем состояния пигментного аппарата растений является отношение общего хлорофилла к каротиноидам — $K_{a+b/car}$, снижение которого по сравнению с контрольными цифрами, также является неблагоприятным признаком. Наименьшие показатели $K_{a+b/car}$ выявлены у растений *Chamaenerion angustifolium* с пробных площадок ПП2 и ПП3. Рас-

Таблица 1
Характеристика пробных площадок

Пробная площадка	Характеристика территории
ПП1	Санаторий «Юган», 17-й км автодороги Нефтеюганск — Тундрино, 300 м от дороги, 150 м от протоки Юганская Обь
ПП2	г. Сургут. Территория с рекреационной нагрузкой, сквер «Старожилов Сургута»
ПП3	п. Сингапай. 300 м от протоки Чеускиной, 200 м от дороги. Нарушенный светлохвойный лес
ПП4	п. Барсово. 200 м от трассы Нефтеюганское шоссе, просека
ПП5	г. Сургут. 37-й мкр. Лес светлохвойный, просека, 200 м от трассы Нефтеюганское шоссе

Содержание флавоноидов и пигментов фотосинтеза в сырье *Chamaenerion angustifolium*

	Флавоноиды, мг/100 г, М ± m	Хлорофилл а, мг/г, М ± m	Хлорофилл b, мг/г, М ± m	Хлорофилл сумма a + b, М ± m	Каротиноиды, мг/г, М ± m	K _{a/b}	K _{a+b/car}
ПП1	7,59 ± 0,03	1,14 ± 0,02	0,42 ± 0,01	1,56 ± 0,02	0,29 ± 0,01	2,7	5,4
ПП2	8,89 ± 0,03	1,78 ± 0,008	0,62 ± 0,03	2,4 ± 0,03	0,47 ± 0,02	2,9	5,1
ПП3	8,78 ± 0,01	1,41 ± 0,02	0,52 ± 0,01	1,93 ± 0,04	0,38 ± 0,01	2,8	5,1
ПП4	7,31 ± 0,03	1,5 ± 0,02	0,58 ± 0,01	2,08 ± 0,03	0,29 ± 0,01	2,6	7,1
ПП5	9,9 ± 0,2	1,42 ± 0,04	0,52 ± 0,02	1,94 ± 0,03	0,3 ± 0,01	2,7	6,4
Среднее содержание М ± m	8,5 ± 0,5	1,45 ± 0,1	0,53 ± 0,03	1,98 ± 0,1	0,35 ± 0,03	2,7 ± 0,05	5,82 ± 0,4
Коэффициент вариации V, %	12	16	14	15	22	4	15
Контрольный эталон	4,93 ± 0,2	0,74 ± 0,07	0,3 ± 0,02	1,04 ± 0,04	0,1 ± 0,01	2,5	10,4

тения всех пробных площадок, при сравнении этого коэффициента с контрольным эталоном, показали более низкие результаты, которые отличались в 1,5–2 раза. Более приближенными к эталону значениями ($K_{a+b/car} = 7,1$) отличались растения ПП4, в районе п. Барсово. В целом, критичного варьирования коэффициентов $K_{a/b}$ и $K_{a+b/car}$ не выявлено и ситуацию по этим показателям можно охарактеризовать как стабильную (табл. 2).

Анализ количественного содержания флавоноидных соединений, родственных рутину, показал значительное увеличение накопления этих продуктов у растений ХМАО (в 1,5–2 раза) на фоне среднего варьирования значений ($V = 12\%$). Наибольшее накопление флавоноидных соединений наблюдалось для растений ПП5, что объясняется неблагоприятным влиянием городской среды и близости автотрассы, а также для растений ПП2 в центре г. Сургута. Более низкими показателями содержания флавоноидов харак-

теризуются растения, собранные с ПП4 и ПП1 (табл. 2).

Определение количественного содержания меди и свинца было проведено в приготовленных настоях из высушенного сырья *Chamaenerion angustifolium* Сургутского района и контрольного аптечного эталона (мкг/л).

Содержание меди и свинца в настоях из иван-чая, собранного с разных пробных площадок, значительно варьировало ($V_{Cu} = 43\%$, $V_{Pb} = 63\%$), что свидетельствует о неоднородности выборочных значений и разной степени загрязненности среды. Среднее содержание меди в напитках соответствовало $29,5 \pm 5,6$ мкг/л, и среднее содержание свинца имело значение $21,1 \pm 6$ мкг/л (табл. 3).

При сравнении концентрации Cu в настоях иван-чая Сургутского района с аптечным контролем обнаружены достоверные различия ($p < 0,05$) для всех пробных площадок (превышение в 1,2–2,8 раза), кроме ПП2. Наибольшим содержанием меди отличались водные извлечения из *Chamaenerion angustifolium*, собранного с пробных площадок ПП3 и ПП5 (табл. 3).

Сравнительный анализ концентрации свинца в водных извлечениях из *Chamaenerion angustifolium* с его содержанием в водных извлечениях из аптечного контроля также показал наличие достоверных различий для сырья, собранного со всех пробных площадок. Однако повышенные значения обнаружены только для извлечений из растений ПП5 (в 1,8 раза), остальные образцы показали заниженные результаты, по сравнению с контролем (табл. 3).

Критических превышений показателей содержания как меди, так и свинца в водных извлечениях не наблюдалось, что может быть связано с биологическими особенностями иван-чая. Ранее, в публикациях других авторов отмечалось, что иван-чай менее подвержен переходу загрязняю-

Таблица 3

Содержание меди и свинца в водных извлечениях из сырья *Chamaenerion angustifolium*

Пробная площадка	Cu (мкг/л), М ± m	Pb (мкг/л), М ± m
ПП1	21,2 ± 0,3*	13,2 ± 0,2*
ПП2	18,9 ± 0,2*	20,3 ± 0,2*
ПП3	33,1 ± 0,3*	14,6 ± 0,2*
ПП4	24,4 ± 0,4*	13,0 ± 0,5*
ПП5	49,8 ± 0,4*	44,4 ± 0,7*
Среднее значение	29,5 ± 5,6	21,1 ± 6
V%	43	63
Контрольный эталон	17,8 ± 0,4	24,4 ± 0,4

Примечание: *достоверность различий $p < 0,05$.

щих веществ из почвы в фитомассу [28], отмечалось также, что *Chamaenerion angustifolium* отличается бедным элементным составом [29].

В нормативных источниках имеются сведения о допустимых уровнях содержания свинца в безалкогольных напитках (0,3 мг/кг), что значительно ниже его концентрации в исследованных нами образцах. Допустимые уровни содержания меди не указаны [30].

Анализ корреляционных зависимостей показал сильную связь между показателями содержания меди и свинца в проанализированных настояях ($r = 0,7$), что можно объяснить синергическим эффектом [9]. Также сильная корреляционная зависимость обнаружена между показателями флавоноидных соединений в сырье и содержанием меди в водных извлечениях ($r = 0,7$), с содержанием свинца в водных извлечениях установлена корреляционная связь средней силы ($r = 0,4$).

Заключение. Установлено, что содержание хлорофиллов, каротиноидов и флавоноидных соединений у растений ХМАО имеет более высокие значения по сравнению с контрольным аптечным эталоном, что можно объяснить более высоким содержанием биологически активных веществ у

растений Севера. Состояние пигментного аппарата, в целом, характеризуется, как стабильное.

Обнаружено превышение содержания меди в водных вытяжках растений *Chamaenerion angustifolium*, собранного с большинства пробных площадок, в 1,2–2,8 раза по сравнению с водными извлечениями из контрольного аптечного сырья. Содержание свинца в водных вытяжках растений *Chamaenerion angustifolium*, собранных с большинства пробных площадок, не превышало контрольные цифры, кроме вытяжек из растений, собранных вблизи оживленной трассы «Сургут-Нефтеюганск» (ПП5).

Проведенные исследования содержания биологически активных веществ и содержания Cu и Pb в растительном сырье *Chamaenerion angustifolium* свидетельствуют о перспективности заготовок растений этого вида для лечебных и пищевых целей за исключением территорий с высокой антропогенной нагрузкой.

Работа выполнена на базе Научно-образовательного центра и Центра коллективного пользования Сургутского государственного университета ХМАО—Югры.

Библиографический список

1. Варлам И. И., Русак С. Н. Биоиндикационная оценка состояния сосны сибирской (*Pinus sibirica*) в условиях урбанизированной северной территории (на примере г. Сургута) // Север России: стратегии и перспективы развития: материалы III Всерос. науч.-практ. конф. (г. Сургут, 26 мая 2017 г.): в 3 т. — Сургут. гос. ун-т. — Сургут: ИЦ СурГУ, 2017. — Т. II. С. 238–242.
2. Рувинова Л. Г., Сверчкова А. Н., Хамитова С. М., Авдеев Ю. М. Биологический мониторинг загрязнения почвенной и водной среды в условиях урбанизации // Вестник КрасГАУ. Биологические науки. — 2016. — № 6. — С. 14–20.
3. Свириденко Б. Ф., Стариков В. П., Мурашко Ю. А., Фахрутдинов А. И., Турбина И. Н., Бордей Р. Х. Перспективы участия научно-исследовательского института экологии Севера Сургутского государственного университета в выполнении государственной программы «Социально-экономическое развитие арктической зоны Российской Федерации на период до 2020 года» // Северный регион. Наука, образование, культура. Сургут, 2015. № 2 (32). С. 131–141.
4. Древесные растения и биологическая консервация промышленных загрязнителей / Отв. ред. Г. С. Розенберг. — М.: Наука, 2005. — 190 с.
5. Ильин В. Б. Тяжелые металлы в системе почва — растение. — Новосибирск: Наука, 1991. — 151 с.
6. Ярмишко Т. В. Сосна обыкновенная и атмосферное загрязнение на Европейском Севере. Учебное пособие. — С.-Пб.: НИИХ СПбГУ, 1997. — 210 с.
7. Бахнов В. К. Почвообразование: Взгляд в прошлое и настоящее (биосферные аспекты). — Новосибирск: СО РАН, 2002. — 117 с.
8. Казанцева М. Н., Зенкова Е. Л. Влияние техногенного загрязнения г. Тюмени на репродуктивную способность сосны обыкновенной // Урбоэкология: проблемы и перспективы развития. — 2008. — С. 94–95.
9. Коротченко И. С. Влияние тяжелых металлов на содержание фотосинтетических пигментов в листьях моркови // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. — 2011. — № 4. — С. 86–91.
10. Турбина И. Н., Мантрова М. В., Вдовкин Р. С. Содержание фотосинтетических пигментов у бадана толстолистного при интродукции в условиях Ханты-Мансийского автономного округа — Югры // Материалы IV Международной конференции «Проблемы промышленной ботаники индустриально развитых регионов». Кемерово, 1–2 октября 2015. С. 57–59.
11. Филимонова М. В., Кравченко И. В., Русак С. Н. Пигментный аппарат *Pinus sylvestris* L. Барсовой горы в зависимости от загрязнения среды обитания // Хвойные бореальной зоны. — 2013. — Т. 31. — № 3–4. — С. 82–88.
12. Корнилов А. Л., Петухова Г. А. Влияние накопления тяжелых металлов на содержание пигментов фотосинтеза растений из прибрежной зоны водоемов г. Тюмени // Вестник Тюменского государственного университета. — 2012. — № 12. — С. 189–194.
13. Школьник М. Я. Микроэлементы в жизни растений. — М.: Наука, 1974. — 324 с.
14. Семенова И. Н., Семенова И. Н., Сингизова Г. Ш., Зулкарнаев А. Б., Ильбулова Г. Ш. Влияние меди и свинца на рост и развитие растений на примере *Anethum graveolens* L. // Современные проблемы науки и образования. — 2015. — № 3. [Электронный ресурс]: / Режим доступа: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=19568>.

15. Гусакова Н. В. «Техносферная безопасность: физико-химические процессы в техносфере». Учебное пособие, 2014. — 180 с.
16. Филимонова М. В. Влияние экологических факторов на синтез низкомолекулярных антиоксидантов и накопление микроэлементов в лекарственных растениях подзоны Средней тайги. Автореф. дисс. к. биол. н. Сургут, 2006. — 21 с.
17. Тимошенко А. Ю., Мардарьева Н. В. Возможность применения иван-чая узколистного (*Chamaenerion angustifolium* (L.)) в производстве чая // Молодежь и инновации: Материалы XIV Всеросс. науч.-практ. конф. (г. Чебоксары, 21–22 марта 2018 г.). — Чувашская ГСХА. — С. 65–70.
18. Валов Р. И. Фармакогностическое исследование надземной части *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop. Дис. канд. фарм. наук. Улан-Удэ, 2012. 192 с.
19. Бушуева Г. Р., Сыроешкин А. В., Максимова Т. В., Скальный А. В. Кипрей узколистный — перспективный источник биологически активных соединений // Микроэлементы в медицине. — 2016. — № 17 (2). — С. 15–23.
20. Царев В. Н., Базарнова Н. Г., Дубенский М. М. Кипрей узколистный (*Chamaenerion angustifolium* L.): химический состав, биологическая активность (обзор). // Химия растительного сырья. — 2016. — № 4. — С. 15–26.
21. Суркова О. В. Противолучевые и иммуномодулирующие свойства звездчатки средней (*Stellaria media*) и кипрея узколистного (*Chamaenerion angustifolium*). Автореф. дисс. к. б. наук. Покров, 2009. — 23 с.
22. Демьянова Е. И. Ботаническое ресурсосведение: учеб. пособие по спецкурсу. Перм. гос. ун-т. — Пермь, 2007. — 172 с.
23. Старковский Б. Н. Разработка агроприемов при возделывании кипрея узколистного на кормовые цели. Дис. канд. с-х. наук. Вологда, 2003. — 157 с.
24. Русак С. Н., Кравченко И. В., Филимонова М. В., Башкатова Ю. В. Экологическая биохимия растений: химические и биохимические методы анализа: Метод. рекомендации. — Сургут: ИЦ СурГУ, 2012. — 24 с.
25. Государственная фармакопея Российской Федерации; XII изд. М.: Медицина, 2015. Т. III. С. 428–436.
26. ГОСТ 30178–96. Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов. [Электронный ресурс]: / Режим доступа: http://docload.spb.ru/Pages_gost/9123.htm. — Загл. с экрана.
27. Егоров А. Д. Витамин С и каротин в растительности Якутии. — М.: Изд-во АН СССР, 1954. — 248 с.
28. Шашурин М. М., Журавская А. Н. Изучение адаптивных возможностей растений в зоне техногенного воздействия // Экология. — 2007. — № 2. — С. 93–98.
29. Московченко Д. В., Моисеева И. Н., Хозяинова Н. В. Элементный состав растений Уренгойских тундр // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. — 2012. — С. 130–136.
30. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011 О безопасности пищевой продукции. [Электронный ресурс]: / Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/902320560>.

CONTENT OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES, LEAD AND COPPER IN *CHAMAENERION ANGUSTIFOLIUM* L. IN CONDITIONS OF ANTHROPOGENIC IMPACT

I. V. Kravchenko, Ph. D. (Biology), Leading Research Associate, Scientific and Educational Center, Surgut State University, kravinessa@mail.ru, Surgut, Russia;

M. V. Filimonova, Ph. D. (Biology), Senior Research Associate, Scientific and Educational Center, Surgut State University, felis75@mail.ru, Surgut, Russia;

L. F. Shepeleva, Ph. D. (Biology), Dr. Habil., Professor of the Department of Biology and Biotechnology, Surgut State University, shepelevalf@mail.ru, Surgut, Russia;

Yu. V. Reutova, teacher of Chemistry, Local Budgetary Educational Institution “Comprehensive School No. 9” yliia_reutova@mail.ru, Nefteyugansk, Russia.

References

1. Varlam I. I., Rusak S. N. Bioindikacionnaya ocenka sostoyaniya sosny sibirskoj (*Pinus sibirica*) v usloviyah urbanizirovannoj severnoj territorii (na primere g. Surguta) [Bioindicator assessment of the state of Siberian pine (*Pinus sibirica*) in conditions of the urbanized northern territory: a case study of Surgut] *Sever Rossii: strategii i perspektivy razvitiya: materialy III Vseros. nauch.-prakt. konf. (g. Surgut, 26 maya 2017 g.): v 3 t.* Surgut State University: SSU Publishing House, 2017. Vol. II. P. 238–242. [in Russian].
2. Ruvina L. G., Sverchkova A. N., Khamitova S. M., Avdeev Yu. M. Biologicheskij monitoring zagryazneniya pochvennoj i vodnoj sredy v usloviyah urbanizacii [Biological monitoring of soil and water environment pollution in conditions of urbanization] *Bulletin of KrasSAU. Biological sciences.* 2016. No. 6. P. 14–20. [in Russian].
3. Sviridenko B. F., Starikov V. P., Murashko Yu. A., Fakhrutdinov A. I., Turbina I. N., Bordey R. H. Perspektivy uchastiya nauchno-issledovatel'skogo instituta ekologii Severa Surgutskogo gosudarstvennogo universiteta v vypolnenii gosudarstvennoj programmy “Social'no-ekonomicheskoe razvitiye arkticheskoy zony Rossijskoj Federacii na period do 2020 goda” [Prospects of participation of Scientific Institute of Ecology of the North, Surgut State University in accomplishment of the state program “Social and economic development of the Arctic zone of the Russian Federation until 2020”] *Northern region. Science, education, culture.* Surgut, 2015. No. 2 (32). P. 131–141. [in Russian].
4. Drevesnye rasteniya i biologicheskaya konservaciya promyshlennyh zagryaznitelej [Wood plants and biological preservation of industrial pollutants] Chief editor G. S. Rosenberg. Moscow, Nauka. 2005. 190 p. [in Russian].
5. Ilyin V. B. Tyazhelye metally v sisteme pochva — rastenie. [Heavy metals in the system soil — plant]. Novosibirsk, Nauka. 1991. 151 p. [in Russian].
6. Yarmishko T. V. Sosna obyknovennaya i atmosfernoje zagryaznenie na Evropejskom Severe. [Scotch pine and atmospheric pollution in the European North]. Learning aid. St. Petersburg—NIIH SSU, 1997. 210 p. [in Russian].

7. Bakhnov V. K. Pochvoobrazovanie: Vzgl'yad v proshloe i nastoyashchee (biosfernye aspekty) [Soil formation: Glimpse into the past and present (biospheric aspects)]. Novosibirsk, SO RAN, 2002. 117 p. [in Russian].
8. Kazantseva M. N., Zenkova E. L. Vliyaniye tekhnogennogo zagryazneniya g. Tyumeni na reproduktivnyuyu sposobnost' sosny obyknovennoy [Influence of technogenic pollution of Tyumen on the reproductive capability of ordinary pine] Urban ecosystem: problems and prospects of development. 2008. P. 94–95. [in Russian].
9. Korotchenko I. S. Vliyaniye tyazhelykh metallov na sodержaniye fotosinteticheskikh pigmentov v list'yah morkovi [Influence of heavy metals on the content of photosynthetic pigments in carrot leaves. *Bulletin of Krasnoyarsk State Agricultural University*. 2011. No. 4. P. 86–91. [in Russian].
10. Turbina I. N., Mantrova M. V., Vdovkin R. S. Soderzhanie fotosinteticheskikh pigmentov u badana tolstolistnogo pri introdukcii v usloviyakh Hanty-Mansijskogo avtonomnogo okruga — Yugry [Content of photosynthetic pigments in *bergenia crassifolia* during introduction in conditions of Khanty-Mansi Autonomous Okrug — Yugra] *Proc. of IVth International conference "Problems of Industrial Botany of Industrially Developed Regions"*. Kemerovo, October 1–2, 2015. P. 57–59. [in Russian].
11. Filimonova M. V., Kravchenko I. V., Rusak S. N. Pigmentnyy apparat *Pinus sylvestris* L. Barsovoy gory v zavisimosti ot zagryazneniya srede obitaniya [Pigment apparatus *Pinus sylvestris* L. of Barsov mountain depending on pollution of the habitat] *Coniferous boreal zones*. 2013. Vol. 31. No. 3–4. P. 82–88. [in Russian].
12. Kornilov A. L., Petukhova G. A. Vliyaniye nakopleniya tyazhelykh metallov na sodержaniye pigmentov fotosinteza rasteniy iz pribrezhnoy zony vodoemov g. Tyumeni [Influence of heavy metals accumulation in the content of photosynthesis pigments of plants from the Tyumen reservoirs coastal area] *Bulletin of Tyumen State University*. 2012. No. 12. P. 189–194. [in Russian].
13. Shkolnik M. Ya. Mikroelementy v zhizni rasteniy. [Microelements in the life of plants]. Moscow, Nauka. 1974. 324 p. [in Russian].
14. Semyonova I. N., Semyonova I. N., Singizova G. Sh., Zulkaranayev A. B., Ilbulova G. Sh. Vliyaniye medi i svinca na rost i razvitiye rasteniy na primere *Anethum graveolens* L. [Influence of copper and lead on the growth and development of plants on the example of *Anethum graveolens* L.] *Contemporary problems of science and education*. 2015. No. 3. [Electronic resource]: / Access mode: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=19568>. [in Russian].
15. Gusakov N. V. Tekhnosfernaya bezopasnost': fiziko-himicheskie processy v tekhnosfere [Technosphere safety: physical and chemical processes in technosphere]. Learning aid. 2014. 180 p. [in Russian].
16. Filimonova M. V. Vliyaniye ekologicheskikh faktorov na sintez nizkomolekulyarnykh antioksidantov i nakopleniye mikroelementov v lekarstvennykh rasteniyakh podzony Srednej tajgi. [Influence of ecological factors on the synthesis of low-molecular antioxidants and accumulation of minerals in herbs of the Middle Taiga sub area]. *Synopsis of Ph. D. dissertation in Biology*. Surgut, 2006. 21 p. [in Russian].
17. Tymoshenko A. Yu., Mardaryeva N. V. Vozmozhnost' primeneniya ivan-chaya uzkolistnogo (*Chamaenerion angustifolium* (L.)) v proizvodstve chaya [Possibilities of fireweed (*Chamaenerion angustifolium* (L.)) application in production of tea] *Youth and innovations: Proc. of the Fourteenth International scientific and practical conference (Cheboksary, March 21–22, 2018)*. Chuvash GSHA. P. 65–70. [in Russian].
18. Valov R. I. Farmakognosticheskoe issledovanie nadzemnoy chasti *Chamaenerion angustifolium* (L.) [Pharmacognostic research of the aerial portion of *Chamaenerion angustifolium* (L.)] *Synopsis of Ph. D. Diss. in Pharmacology*. Ulan-Ude, 2012. 192 p. [in Russian].
19. Bushuyeva G. R., Syroyeshkin A. V., Maximova T. V., Skalny A. V. Kiprej uzkolistnyy — perspektivnyy istochnik biologicheskii aktivnykh soedineniy [Willow herb — a perspective source of biologically active connections] *Microelements in medicine*. 2016. No. 17 (2). P. 15–23. [in Russian].
20. Tsaryov V. N., Bazarnova N. G., Dubenskii M. M. Kiprej uzkolistnyy (*Chamaenerion angustifolium* L.) himicheskij sostav, biologicheskaya aktivnost' (obzor) [Willow herb (*Chamaenerion angustifolium* L.) chemical composition, biological activity (overview)] *Chemistry of vegetable raw materials*. 2016. No. 4. P. 15–26. [in Russian].
21. Surkova O. V. Protivoluchevye i immunotropnye svoystva zvezchatki srednej (*Stellaria media*) i kipreya uzkolistnogo (*Chamaenerion angustifolium*). [Antibeam and immunotrophic properties of stella medium (*Stellaria media*) and willow-herb narrow-leaved (*Chamaenerion angustifolium*)]. *Synopsis of Ph. D. dissertation in Biology*. Pokrov, 2009. 23 p. [in Russian].
22. Demyanova E. I. Botanicheskoe resursovedenie: ucheb. posobie po speckursu. Botanical resource studies: learning aid for a special course. Perm State University. Perm, 2007. 172 p. [in Russian].
23. Starkovsky B. N. Razrabotka agropriemov pri vozdeylivanii kipreya uzkolistnogo na kormovye celi. [Development of agromomic practices in willow-herb narrow-leaved cultivation for feeding purposes]. *Ph. D. dissertation in agricultural sciences*. Volzha, 2003. 157 p. [in Russian].
24. Rusak S. N., Kravchenko I. V., Filimonova M. V., Bashkatova Yu. V. Ekologicheskaya biokhimiya rasteniy: himicheskie i biohimicheskie metody analiza [Ecological biochemistry of plants: chemical and biochemical methods of analysis]: Learning aid. Surgut: Publishing House of Surgut State University, 2012. 24 p. [in Russian].
25. Gosudarstvennaya farmakopeya Rossijskoj Federacii [State pharmacopeia of the Russian Federation]; XII edition. Moscow, Medicine, 2015. Vol. III. P. 428–436. [in Russian].
26. GOST 30178–96. Syr'e i produkty pishchevye. Atomno-absorbicionnyy metod opredeleniya toksichnykh elementov. [GOST 30178–96. Raw materials and foodstuff. Atomic and absorbing method of toxic elements determination]. [Electronic resource]: Access mode: http://docload.spb.ru/Pages_gost/9123.htm. — Title from the screen. [in Russian].
27. Egorov A. D. Vitamin S i karotin v rastitel'nosti Yakutii. [Vitamin C and carotene in Yakutia vegetation]. Moscow, Publishing House Academy of Sciences of the USSR, 1954. 248 p. [in Russian].
28. Shashurin M. M., Zhuravskaya A. N. Izuchenie adaptivnykh vozmozhnostey rasteniy v zone tekhnogennogo vozdeystviya [Research of adaptive features of plants in the technogenic impact area] *Ecology*. 2007. No. 2. P. 93–98. [in Russian].
29. Moskovchenko D. V., Moiseeva I. N., Hozyainova N. V. Elementnyy sostav rasteniy Urengojkskih tundr [Element structure of the Urengoy tundra plants]. *Bulletin of Ecology, Agroforestry and Landscape Science*. 2012. P. 130–136. [in Russian].
30. Tekhnicheskij reglament Tamozhennogo soyuza TR TS 021/2011 O bezopasnosti pishchevoj produkcii. [Technical regulation of the Customs union of TR TC 021/2011 On the safety of food products]. [Electronic resource]: Access mode: <http://docs.cntd.ru/document/902320560>. [in Russian].

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ВОЗМОЖНЫЕ ТРАНСФОРМАЦИИ НАСЕЛЕНИЯ ОХОТНИЧЬЕ-ПРОМЫСЛОВЫХ ВИДОВ МЛЕКОПИТАЮЩИХ В РАЙОНЕ ТОМТОРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ

Я. Л. Вольперт, д. б. н.,
Научно-исследовательский институт
прикладной экологии Севера,
Северо-Восточный Федеральный университет
имени М. К. Аммосова, ylv52@mail.ru,
г. Якутск, Россия,
В. А. Данилов, Научно-исследовательский
институт прикладной экологии Севера,
Северо-Восточный Федеральный университет
имени М. К. Аммосова,
vasiliy_danilov01@mail.ru, г. Якутск, Россия,
М. М. Сидоров, к. б. н., Институт
биологических проблем криолитозоны СО РАН,
sidorov_michail86@mail.ru, г. Якутск, Россия

В течение 2015—2016 гг. проводилось изучение промысловых видов млекопитающих на Анабаро-Оленском междуречье в районе Томторского месторождения редкоземельных металлов. Основным методом сбора являлось проведение зимних маршрутных учетов. Основным охотничье-промысловым видом региона является ДСО, из пушно-промысловых видов песец и соболь. У всех охотничье-промысловых видов животных в районе исследований плотность населения достаточно низкая, что является следствием географического положения региона. В районе расположения проектируемого предприятия проходят миграционные пути диких северных оленей, добычи редкоземельных металлов и в особенности связанное с этим развитие дорожной сети, может оказать негативное влияние на состояние стада, если не будут приняты специальные меры по минимизации негативного воздействия. В частности предлагается:

Полностью запретить отстрел ДСО в окрестностях дороги всем природопользователям; разрешить проезд по дороге только специального транспорта; организовать мониторинг за миграцией ДСО в районе дороги с помощью радиощейников; на период активной миграции полностью закрывать дорогу для всех видов транспорта, особое внимание обратить на то, чтобы в этот период на дороге не проводился отстрел ДСО; с целью недопущения повышения радиационного фона мясной продукции, ограничить проникновение ДСО в санитарно-защитную зону предприятия путем возведения легкой изгороди.

During the period of 2015—2016 a study of commercial and game mammal species in the inter-riverine region of the Anabar and Olenyok Rivers was carried out in the area of the Tomtor Field of rare-earth metals. The main method used for material collection was winter route censuses. The main commercial and game species of the region is the wild reindeer, and among the fur-producing species there is the arctic fox and sable. All commercial and game species in the area of the research have rather low population density, which is a consequence of the geographic location of the region. The area of the designed enterprise is crossed by migration routes of the wild reindeer. Mining for rare-earth metals and, in particular, the development of the road network associated with it can have a negative impact on the herd, unless special measures are taken to minimize the negative impact. In particular, the following is proposed: complete prohibition of hunting the reindeer in the vicinity of the road; closing the road except for special transport; organizing monitoring of the reindeer migration in the road area with radio transmitters; during the periods of active migration, closing the road completely for any transport, with special attention towards preventing the hunting of the reindeer near the road in this period; to prevent the increase of the radiation background of meat products, limiting the penetration of the reindeer into the sanitary protection zone of the enterprise by fencing it off.

Ключевые слова: р. Анабар, плотность, промысловые млекопитающие, ДСО, Томторское месторождение редкоземельных металлов, минимизация негативного воздействия.

Keywords: the Anabar River, density, commercial and game mammals, wild reindeer, the Tomtor Field of rare-earth metals, minimization of the negative impact.

Введение. В существовании коренных народов Севера охотничий промысел традиционно играет значительную роль, до сих пор в некоторых регионах Республики, охота, наряду с рыболовством, является основной формой хозяйственной деятельности. В то же время в последние годы четко проявилась тенденция расширения масштабов и географии горнодобывающей промышленности. В частности, в ближайшее время планируется разработка Томторского месторождения редкоземельных металлов, одного из крупнейших в мире.

Развитие промышленности наряду с выигрышем в социальной сфере, приводит к усилению воздействия на окружающую среду, в частности на животный мир, причем в первую очередь на охотничьи виды животных [1]. Особую тревогу вызывает состояние популяций на территориях компактного проживания КМНС, так как эта часть населения Республики в наибольшей степени зависит от охотничьих ресурсов. Именно к таким районам относится территория Томторского месторождения редкоземельных металлов.

Первые сведения по млекопитающим Анабарского бассейна приводятся в сводке «Птицы и млекопитающие Якутии» [2] и монографии А. А. Романова «Пушные звери Ленско-Хатангского края и их промысел» [3], а также в монографии «Млекопитающие Якутии» [4].

Наиболее крупной работой по млекопитающим Западной Якутии является монография И. И. Мордосова [5], кроме того, имеется целый ряд работ, посвященных данному региону [1; 6—12]. Состоянию тундро-

вых ДСО, основному охотничье-промысловому виду региона, посвящен ряд работ [13—15].

Сведений о населении млекопитающих в бассейне р. Анабар значительно меньше [5; 8—11; 17]. При этом Томторское месторождение находится достаточно далеко от долины р. Анабар, фактически на Анабар-Оленекском междуречье, что делает данные по составу и структуре населения особенно интересными.

Цель исследований — изучить население промысловых видов млекопитающих в районе Томторского месторождения редкоземельных металлов и дать предварительный прогноз возможных трансформаций.

Методы и объем собранного материала. Учет охотничье-промысловых видов проводился на ленточных маршрутах, всего пройдено на лыжах с учетом 57,7 км (2015) и 95,5 км (2016). В процессе работ охвачены все основные охотничьи угодья района исследований. Маршруты наносились на карту (масштаб 1:100 000), протяженность определялась с GPS-навигатора. Учеты проводились в апреле 2015 и 2016 гг.

Результаты и обсуждение. В районе Томторского месторождения редкоземельных металлов обитает 23 вида млекопитающих, охотфауна представлена 14 видами: дикий северный олень (ДСО), лось, бурый медведь, россомаха, волк, рысь, песец, лисица обыкновенная, соболь, горностай, ласка, заяц-беляк, белка, бурундук.

Основным охотничье-промысловым видом региона является ДСО, из пушно-промысловых видов — песец и соболь. Соболь достигает в районе исследований относительно высокой плотности. Песец в основном встречается здесь в период зимних миграций, численность его в районе исследований была довольно низкой (рис. 1).

Сравнение изменения плотности видов по годам показало, что в 2016 г., по сравнению с 2015 г. у всех отмеченных животных показатели снизились. В то же время по данным ДОХ (рис. 2) по Оленекскому улусу РС (Я) наблюдается обратная картина. На основе двухлетних данных трудно четко определить причину расхождения временных трендов. Наиболее простой вариант, объяснить влиянием геологоразведки, в то же время, наш опыт работы в этой области [1; 18] указывает, что столь незначительные воздействия не должны так сильно сказываться на животных. Возможен вариант некорректности данных ДОХ, так как они получаются путем привлечения охотников, среди которых много профессионально не подготовленных людей.

На данном этапе исследований мы не считаем возможным делать определенные выводы. Совершенно однозначно, что необходимо продолжить

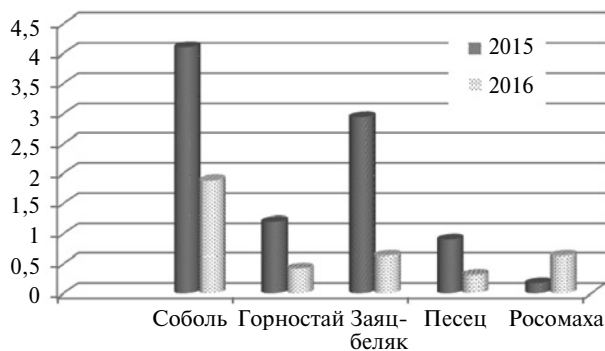


Рис. 1. Изменения обилия (на 10 км маршрута) охотничье-промысловых видов в районе месторождения (наши данные)

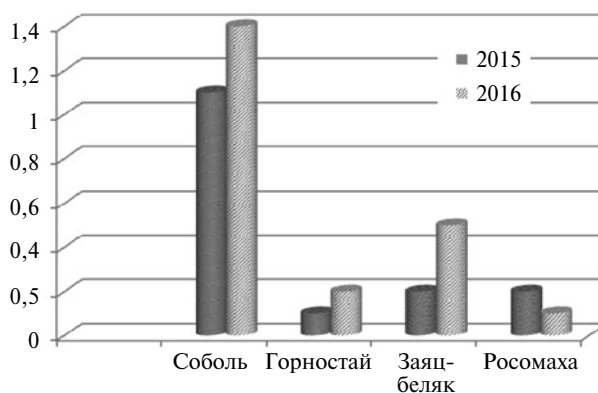


Рис. 2. Изменения обилия (на 10 км маршрута) охотничье-промысловых видов в Оленекском районе РС (Я) по данным ДОХ МОП РС (Я)

работы с более широким охватом территории, чем практиковалось в 2015—2016 гг., для того чтобы сделать однозначные выводы о роли проведенных работ в изменении численности охотничье-промысловых видов животных в конкретном районе.

Миграционные потоки. В районе расположения проектируемого предприятия проходят миграционные пути диких северных оленей (ДСО). Часть ДСО, периодически находящаяся на территории Анабарского улуса, относится к лено-оленекской популяции, часть к попигайской (Таймыр) группировке [13; 14].

В конце 80-х годов, по данным указанных авторов, главный «коридор» осенне-зимней миграции отклонился с правобережья р. Оленек в левобережный бассейн этой реки. Кроме того, те же авторы отмечают увеличение притока оленей из таймырской популяции. В 60-х годах они только эпизодически заходили осенью на правобережье рек Анабар и Малая Куонамка [4].

С 1974 г. наблюдается массовая экспансия таймырских оленей в северо-западные районы Якутии. Попигайская группировка с 1988 г. ре-

гулярно зимует в Анабарском и Оленекском районах [14].

По опросным сведениям и нашим наблюдениям стада ДСО на момент летних исследований (вторая половина августа) уже проходят интересующий нас участок, в годы работ в это время переловые олени уже подходили к р. Оленек. В апреле ДСО в районе работ не наблюдалось, согласно опросным сведениям они подходят к району исследований в конце мая.

Численность лено-оленьской популяции, по данным ДОХ МОП РС (Я), оценивается в 90—95 тыс. голов, какая часть этой популяции проходит по территории месторождения, в рамках территориально локальной работы, выяснить, к сожалению, невозможно. Для решения этой проблемы необходимо изучение миграции стад ДСО на Таймыре и в Западной Якутии в целом.

Прогноз воздействия на охотничьи виды млекопитающих от планируемой деятельности и возможные методы минимизации. Как показано нами ранее (на примере других предприятий горнодобывающей промышленности), на охотничьи виды животных основное воздействие оказывает фактор прямого преследования. При освоении девственных территорий обычно достаточно значительна роль фактора беспокойства, но сам по себе фактор беспокойства оказывает реальное воздействие на самые антропобные виды в полосе шириной 3,5 км от источника, а для большинства видов этот показатель еще меньше [18]. Кроме того, на млекопитающих, как имеющих так и не имеющих потребительской ценности, влияет отторжение территории природного ландшафта [1].

В нашем случае площадь территории, на которой планируется добыча руды, невелика и ее изъятие не может оказать определяющего влияния на состояние популяций охотничьих млекопитающих. Фактор прямого преследования достаточно эффективно ликвидируется, в случае вахтового способа освоения, полным запретом для работников на занятие охотой и запрета наличия охотничьего снаряжения при нахождении на лицензионном участке. Еще лучше если существует полный запрет на выход работников за пределы определенного периметра [18]. Если указанные методы минимизации будут внедрены на предприятии, то ущерб населению охотничьих видов животных от работ непосредственно на лицензионном участке будет минимален.

Гораздо сложнее вопрос с воздействием на миграционные потоки. Так как добыча полезных ископаемых вызовет необходимость развития транспортной сети. Появление дорог, даже в виде зимников, окажет влияние на миграционный процесс. Масштабы влияния в очень высо-

кой степени зависят, насколько оперативно будут приняты меры по минимизации негативного воздействия, насколько они будут соответствовать реальной ситуации и, насколько, будут строго соблюдаться.

В свое время нами были предложены приемы снижения негативного воздействия транспортного проезда г. Удачный — месторождение алмазов Верхне-Мунское на миграцию ДСО. В качестве мер по снижению негативного воздействия на мигрирующие стада нами предлагались следующие мероприятия: 1. Полностью запретить отстрел ДСО в окрестностях дороги всем природопользователям; 2. Разрешить проезд по дороге только специального транспорта, для чего организовать контрольно-пропускные пункты; 3. Организовать мониторинг за миграцией ДСО в районе дороги с помощью радиоошейников; 4. Согласно получаемой оперативной информации на период миграции закрывать дорогу для всех видов транспорта.

Согласно имеющимся у нас сведениям предложенные меры на настоящий момент себя оправдывают. Подобные ограничения будут необходимо предусмотреть и при проектировании транспортной сети предприятия по добыче редкоземельных металлов на Томторском месторождении. Совместно с мерами минимизации ущерба, предложенными выше, эти мероприятия обеспечат минимальные объемы негативного воздействия на охотничьи виды млекопитающих и соответственно разработка месторождения нанесет меньший ущерб интересам местных жителей.

При разработке Томторского месторождения редкоземельных металлов необходимо учитывать определенную радиационную опасность, которую представляет руда данного месторождения. Атмосферный перенос пыли, неизбежный для открытого способа добычи, может привести к радиационному загрязнению растительности в зоне техногенного шлейфа. Повышение радиационного фона растительности может негативно отразиться на качестве продукции, получаемой при отстреле ДСО. Для избегания последнего рекомендуем ограничить проникновение ДСО, по крайней мере, в санитарно-защитную зону предприятия путем возведения легкой изгороди.

Заключение. Из состава териофауны всего несколько видов имеют промысловую ценность, это в первую очередь ДСО и в значительно меньшей степени соболь и песец.

В районе расположения планируемого горнодобывающего предприятия проходят миграционные пути диких северных оленей. Разработка Томторского месторождения редкоземельных металлов, и в особенности развитие дорожной сети,

связанное с реализацией проекта, может оказать серьезное негативное влияние на состояние стада, если не будут приняты специальные меры по минимизации негативного воздействия, подобные предложенных нами для Верне-Мунского месторождения алмазов.

Для снижения негативного воздействия на всех представителей фауны, имеющих потребительскую ценность, необходимо запретить персоналу горнодобывающего предприятия иметь оружие и другие орудия для ведения охотничьего

промысла, рыболовства и выход персонала за определенный периметр вокруг предприятия, а по границе санитарно-защитной зоны возвести легкую изгородь.

Статья подготовлена в рамках выполнения Государственного задания Минобрнауки РФ № 5.8169.2017/БЧ на выполнение проекта «Исследование сукцессий экосистем Севера под воздействием антропогенных факторов» и гранта РГНФ № 17-402-00214.

Библиографический список

1. Вольперт Я. Л. Трансформации населения млекопитающих при промышленном освоении девственных территорий Севера // *Фундаментальные исследования*, 2012, № 4, ч. 1, стр. 186–199.
2. Тугаринов А. Я., Смирнов Н. А., Иванов А. И. Птицы и млекопитающие Якутии / А. Я., / К десятилетию ЯАССР / Тр. СОНС. — Л.: изд-ние АН СССР. — Ленингр. отд-ние, 1934. — 134 с.
3. Романов А. А. Пушные звери Ленско-Хатангского края и их промысел // *Труды науч. ин-та полярн. землед. животновод. и промыс. хоз-ва. Серия «Промыс. хоз-во».* — Вып. 17. — Л.: Изд-во Главсевпути, 1941. — 139 с.
4. Млекопитающие Якутии / Под редакцией В. А. Тавровского. — М.: Наука, 1971. — 657 с.
5. Мордосов И. И. Млекопитающие таежной части Западной Якутии. — Якутск: Изд-во ЯНЦ СО РАН, 1997. — 220 с.
6. Мордосов И. И. Фауна млекопитающих таежной части Западной Якутии // *Фауна и экология позвоночных таежной Якутии.* — Якутск, 1980. — С. 3–27.
7. Мордосов И. И., Винокуров В. Н. Фаунистические комплексы млекопитающих таежной части Западной Якутии // *Фауна и экология наземных позвоночных таежной Якутии.* — Якутск: Изд-во ЯГУ, 1980. — С. 28–34.
8. Прокопьев Н. П. Население мелких млекопитающих в районе добычи россыпных месторождений алмазов (среднее течение ручья Биллях) // *Экологическая безопасность при разработке россыпных месторождений алмазов.* — Якутск — Сахаполиграфиздат — 2004. — С. 203–207.
9. Прокопьев Н. П. Териофауна и структура населения мелких млекопитающих бассейна р. Маркагор (Северо-Западная Якутия) // *Наука и образование*, 2009, вып. 1. С. 84–90.
10. Прокопьев Н. П. Фауна млекопитающих бассейна среднего течения реки Анабар // *Экологическая безопасность Якутии. Матер. науч.-практ. конф., посвященной 15-летию ФГНУ «ИПЭС».* — Якутск: Изд-во ЯНЦ СО РАН, 2008. — С. 455–462.
11. Вольперт Я. Л., Величенко В. В., Прокопьев Н. П., Шадрин Е. Г. Воздействие разработки россыпных месторождений алмазов на млекопитающих // *Экологическая безопасность при разработке россыпных месторождений алмазов, Якутск, 2004.* С. 92–99.
12. Величенко В. В. Состояние охотничье-промысловых ресурсов верхнего течения р. Анабар // *Наука и образование*, 2003. — Вып. 1. — С. 11–14.
13. Сафронов В. М. Динамика численности лено-оленьской популяции дикого северного оленя (*Rangifer tarandus*) // *Вестник северо-восточного научного центра ДВО РАН. Издательство: Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт им. Н. А. Шило Дальневосточного отделения Российской академии наук (СВКНИИ ДВО РАН) (Магадан)*, 2014. С. 88–94.
14. Сафронов В. М. Экология и использование дикого северного оленя в Якутии. — Якутск: ЯФ ГУ Изд-во СО РАН, 2005. — 177 с.
15. Сафронов В. М., Решетников И. С., Ахрименко А. К., и др. Северный олень Якутии: экология, морфология, использование. — Новосибирск, 1999. — 219 с.
16. Докучаев Н. Е., Захаров Е. С., Сафронов В. М., Пестрякова Л. А. Бурозубки (*Sorex*, *Mammalia*) низовьев р. Анабар (северо-западная Якутия) // *Вестник СВНЦ ДВО РАН.* — 2014. — № 4. — С. 66–70.
17. Вольперт Я. Л., Данилов В. А. Население мелких млекопитающих Анабар-Оленекского междуречья // *Вестник Иргсха издательство: Иркутский государственный аграрный университет им. А. А. Ежовского.* № 83, 2017 г. С. 17–24.
18. Вольперт Я. Л., Величенко В. В., Аргунов А. В. Роль антропогенных факторов в существовании охотничье-промысловых видов млекопитающих Якутии. *Прикладная экология Севера (опыт проведенных исследований, современное состояние и перспективы)*, Якутск, 2003. — С. 184–192.

CURRENT STATE AND POSSIBLE TRANSFORMATIONS OF THE POPULATION OF COMMERCIAL AND GAME MAMMAL SPECIES IN THE VICINITY OF THE TOMTOR FIELD OF RARE-EARTH METALS

Ya. L. Vol'pert, Ph. D. (Biology), Dr. Habil, Head Scientist Researcher, Research Institute for Applied Ecology of the North, Ammosov North-Eastern Federal University, ylv52@mail.ru, Yakutsk, Russia;

V. A. Danilov, Junior Scientist Researcher, Research Institute for Applied Ecology of the North, Ammosov North-Eastern Federal University, vasily_danilov01@mail.ru, Yakutsk, Russia;

M. M. Sidorov, Ph. D. (Biology), Scientist Researcher of the Institute for Biological Problems of Cryolithozone, SB RAS, sidorov_michail86@mail.ru Yakutsk, Russia

References

1. Volpert Ya. L. Transformacii naseleniya mlekopitayushih pri promyshlennom osvoenii devstvennyh territorij Severa *Fundamentalnye issledovaniya* [Transformation of the mammalian population in the industrial development of the virgin territories of the North. *Fundamental research*], 2012, No. 4, Part 1. P. 186—199. [in Russian]
2. Tugarinov A. Ya., Smirnov N. A., Ivanov A. I. Pticy i mlekopitayushie Yakutii. A. Ya. K desyatiletiyu YaASSR. Tr. SONS [On the tenth anniversary of the Yakut Autonomous Soviet Socialist Republic. Papers ed. — Academy of Sciences of the USSR]. Leningrad, AN SSSR — Leningr. Otd-nie, 1934. 134 p. [in Russian]
3. Romanov A. A. Pushnye zveri Lensko-Hatangского kraja i ih promysel. *Trudy nauch. issl. in-ta polyarn. zemled zhivotnovod. i promys. hoz-va. Seriya "Promys. hoz-vo"* [Fur-bearing animals of Lena-Khatanga territory and hunting. *Papers of the Scientific Institution of polar cattle breeder. and trade. Series "Commercial farms"*]. No. 17. Leningrad, Izd-vo Glavsevputi. 1941. 139 p. [in Russian]
4. Mlekopitayushie Yakutii. Pod redakciej V. A. Tavrovskogo [Mammals of Yakutia edited by V. A. Tavrovsky]. Moscow, Nauka. 1971. 657 p. [in Russian]
5. Mordosov I. I. Mlekopitayushie taezhnoj chasti Zapadnoj Yakutii. [Mammals of the taiga part of Western Yakutia] Yakutsk, Izd-vo YaNC SO RAN, 1997. 220 p. [in Russian]
6. Mordosov I. I. Fauna mlekopitayushih taezhnoj chasti Zapadnoj Yakutii. Fauna i ekologiya pozvonochnyh taezhnoj Yakutii [Fauna and ecology of vertebrates in the taiga of Yakutia]. Yakutsk, 1980. P. 3—27. [in Russian]
7. Mordosov I. I., Vinokurov V. N. Faunisticheskie komplekxy mlekopitayushih taezhnoj chasti Zapadnoj Yakutii. Fauna i ekologiya nazemnyh pozvonochnyh taezhnoj Yakutii [Fauna and ecology of terrestrial vertebrates in the taiga of Yakutia]. Yakutsk, Izd-vo YaGU, 1980. P. 28—34. [in Russian]
8. Prokopev N. P. Naselenie melkih mlekopitayushih v rajone dobychi rossypnyh mestorozhdenij almazov (srednee techenie ruchya Billyah). *Ekologicheskaya bezopasnost pri razrabotke rossypnyh mestorozhdenij almazov* [Population of small mammals in the area of mining alluvial diamond deposits (the midflow of the stream Billyakh). *Environmental safety in the development of placer diamond deposits.*]. Yakutsk, Sahapoligrafizdat. 2004. P. 203—207. [in Russian]
9. Prokopev N. P. Teriofauna i struktura naseleniya melkih mlekopitayushih bassejna r. Markagor (Severo-zapadnaya Yakutiya). *Nauka i obrazovanie* [Mammalian fauna and population structure of small mammals in the basin of the river Markager (North-West Yakutia) *Science and Education*], 2009. No. 1. P. 84—90. [in Russian]
10. Prokopev N. P. Fauna mlekopitayushih bassejna srednego techeniya reki Anabar. *Ekologicheskaya bezopasnost Yakutii. Mater. nauch.-prakt. konf., posvyashennoj 15-letiyu FGNU "IPES"* [Environmental safety of Yakutia. *Proc. of the scientific-practical conf., dedicated to the 15th anniversary of FGNU "IPES"*]. Yakutsk: Izd-vo YaNC SO RAN, 2008. P. 455—462. [in Russian]
11. Volpert Ya. L., Velichenko V. V., Prokopev N. P., Shadrina E. G. Vozdejstvie razrabotki rassypnyh mestorozhdenij almazov na mlekopitayushih. *Ekologicheskaya bezopasnost pri razrabotki rassypnyh mestorozhdenij almazov* [The impact of the development of placer deposits of diamonds in mammals. *Environmental safety in the development of loose diamond deposits*], Yakutsk, 2004. P. 92—99. [in Russian]
12. Velichenko V. V. Sostoyanie ohotniche-promyslovyh resursov verhnego techeniya r. Anabar. *Nauka i obrazovanie* [State of hunting and fishing resources of the upper reaches of the Anabar river. *Science and Education*], 2003. No. 1. P. 11—14. [in Russian]
13. Safronov V. M. Dinamika chislennosti leno-olenekskoj populyacii dikogo severnogo olenya (*Rangifer tarandus*). *Vestnik severo-vostochnogo nauchnogo centra DVO RAN*. Izdatelstvo: Severo-Vostochnyj kompleksnyj nauchno-issledovatel'skij institut im. N. A. Shilo Dalnevostochnogo otdeleniya Rossijskoj akademii nauk (SVKNII DVO RAN) [Dynamics of the number of the Lena-Olenek population of wild reindeer (*Rangifer tarandus*). *Bulletin of the North-Eastern Scientific Center of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences*]. N. A. Shilo. North-Eastern Integrated Research Institute. Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences (SVKNII Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences)]. Magadan, 2014. P. 88—94. [in Russian]
14. Safronov V. M. Ekologiya i ispolzovanie dikogo severnogo olenya v Yakutii. Yakutsk: YaF GU Izd-vo SO RAN [Ecology and use of wild reindeer in Yakutia]. Yakutsk, YF GU Publishing House of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 2005. 177 p. [in Russian]
15. Safronov V. M., Reshetnikov I. S., Ahrimenko A. K., et al. Severnyj olen Yakutii: ekologiya, morfologiya, ispolzovanie [Reindeer of Yakutia: ecology, morphology, use]. Novosibirsk, 1999. 219 p. [in Russian]
16. Dokuchaev N. E., Zaharov E. S., Safronov V. M., Pestryakova L. A. Burozubki (*Sorex, Mammalia*) nizovev r. Anabar (severo-zapadnaya Yakutiya). *Vestnik SVNC DVO RAN* [Shrews (*Sorex, Mammalia*) in the lower reaches of the Anabar River (North-West Yakutia). *Bulletin of the NSC of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences*] 2014. No. 4. P. 66—70. [in Russian]
17. Volpert Ya. L., Danilov V. A. Naselenie melkih mlekopitayushih Anabar-Oleneksgo mezhdurechya. Vestnik Irgsha izdatelstvo: Irkutskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet im. A. A. Ezhevskogo [Population of small mammals of the Anabar-Olenek interfluvium. *Bulletin of Irgsha publishing House: Irkutsk State Agrarian University named after A. A. Ezhevsky*]. No. 83. 2017. P. 17—24. [in Russian]
18. Volpert Ya. L., Velichenko V. V., Argunov A. V. Rol antropogennyh faktorov v sushestvovanii ohotniche-promyslovyh vidov mlekopitayushih Yakutii. *Prikladnaya ekologiya Severa (opyt provedennyh issledovanij, sovremennoe sostoyanie i perspektivy)* [The role of anthropogenic factors in the existence of hunting species of mammals in Yakutia. *Applied ecology of the North (the experience of research, current state and prospects)*], Yakutsk, 2003. P. 184—192. [in Russian]

ДИНАМИКА ЧАСТОТЫ ПОЛИДАКТИЛИИ, РЕДУКЦИОННЫХ ПОРОКОВ КОНЕЧНОСТЕЙ И МНОЖЕСТВЕННЫХ ВРОЖДЕННЫХ ПОРОКОВ РАЗВИТИЯ У НОВОРОЖДЕННЫХ НА ТЕРРИТОРИЯХ РАДИОАКТИВНОГО, ХИМИЧЕСКОГО И СОЧЕТАННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ (2000—2017)

А. В. Корсаков, доктор биологических наук, профессор, Брянский государственный технический университет (БГТУ), *korsakov_anton@mail.ru*,
Э. В. Гегерь, доктор биологических наук, профессор, БГТУ, *emiliya_geger@mail.ru*,
Д. Г. Лагереv, кандидат технических наук, доцент, БГТУ, *LagerevDG@mail.ru*,
Л. И. Пугач, кандидат физико-математических наук, доцент, БГТУ, *lip58@mail.ru*,
А. В. Силенок, кандидат биологических наук, главный врач, Брянский клиничко-диагностический центр (БКДЦ), *center@bkdc.ru*,
Н. К. Капустина, заведующая медико-генетической консультацией БКДЦ, *center@bkdc.ru*,
 г. Брянск, Россия

На основании официальных статистических данных за 2000—2017 гг. проведена оценка динамики частоты полидактилии, редукционных пороков конечностей (РПК) и множественных врожденных пороков развития (МВПР) у новорожденных Брянской области на территориях с различным уровнем радиоактивного, химического и сочетанного загрязнения окружающей среды. Результаты исследования выявляют статистически значимые различия частоты МВПР в условиях сочетанного загрязнения окружающей среды в сопоставлении с аналогичными показателями на территориях радиоактивного и химического загрязнения, что, возможно, указывает на синергетический характер действия радиационного и химического фактора. В результате проведенного исследования не было установлено существенных различий частоты встречаемости полидактилии и РПК у новорожденных на территориях радиационного, химического и сочетанного радиационно-химического загрязнения окружающей среды.

Due to the official statistical data for 2000—2017, the dynamics of the frequency of polydactylity, limbs reduction defects and multiple congenital malformations in the newborns of the Bryansk Region in the territories with different levels of radioactive, chemical and combined contamination of the environment was assessed. The results of the study reveal statistically significant differences in the incidence of multiple congenital malformations in the conditions of combined contamination of the environment in comparison with similar indicators in the areas of radioactive and chemical contamination, which may indicate a synergistic effect of radiation and chemical factors. The results of the study have not revealed significant differences in the dynamics of the frequency of polydactylity and limbs reduction defects in the newborns in the areas of radiation, chemical and combined (radiation and chemical) pollution.

Ключевые слова: полидактилия, редукционные пороки конечностей, множественные ВПР, Чернобыльская катастрофа, радиоактивное загрязнение, химическое загрязнение, сочетанное загрязнение.

Keywords: polydactylity, limbs reduction defects, multiple congenital malformations, the Chernobyl disaster, radioactive contamination, chemical pollution, combined contamination.

Введение. Дополнительное ионизирующее облучение может нарушать нормальное эмбриональное развитие и приводить как к гибели плода, так и к возникновению врожденных пороков развития (ВПР) — физических аномалий, нарушений метаболизма и генетическим дефектам. Эти нарушения зависят от уровня облучения и стадии эмбрионального развития (на которое пришлось облучение). Ионизирующая радиация вызывает мутации в половых клетках родителей и является фактором, нарушающим процессы внутриутробного развития на его ранних стадиях. Инкорпорированные в материнском организме радионуклиды могут вызывать эмбриональную дисплазию, структурные и функциональные изменения в развивающихся органах и тканях эмбриона и плода, что может привести как к мертворождению плода (в случае более высокого уровня облучения), так и к различным неонатальным патологиям [1, 2].

Частота ВПР строгого учета увеличилась в Республике Беларусь в целом за 15 лет после катастрофы в 1,7 раза, а на Украине — в 5,7 раза [3]. Число ВПР среди новорожденных радиоактивно-загрязненных юго-западных территорий (ЮЗТ) с плотностью радиоактивного загрязнения (ПРЗ) цезием — 137 555 кБк/м² и более возросла через 15 лет после 1986 г. в три — пять раз [3]. Установлено статистически значимое превышение общей и первичной заболеваемости ВПР у детей радиоактивно-загрязненных ЮЗТ по сравнению с аналогичными показателями экологически благополучных территорий Брянской области за 1990—2009 гг. [4]. Спустя 32 года после Чернобыльской катастрофы в Брянской области на радиоактивно-загрязненных территориях проживает 316 тыс. чел. в 749 населенных пунктах [5]. Мониторинг радиационной обстановки в течение 30 лет после катастрофы показывает, что процессы самоочищения почв от долго-

живущих радионуклидов идут медленно. ПРЗ почв цезием-137 (^{137}Cs) и стронцием-90 (^{90}Sr) на юго-западных территориях (ЮЗТ) в 2015 г. превышала установленные пределы в десятки раз (до 2116 кБк/м² по ^{137}Cs , до 60 кБк/м² по ^{90}Sr) [6].

Химическое загрязнение (ХЗ) окружающей среды (ОС) так же как и радиоактивное может нарушать эмбриональное развитие и приводить к формированию ВПР [7, 8]. В результате анализа данных экологического мониторинга по загрязнению атмосферного воздуха и почвы различными поллютантами установлено их негативное влияние на частоту формирования ВПР [7, 9]. В Брянской области, помимо территорий с интенсивным радиационным загрязнением после Чернобыльской катастрофы, сформировались территории сочетанного радиационно-химического загрязнения ОС [10, 11]. Следует отметить, что в 2016 г. в Брянской области общий объем выбросов газообразных химических веществ в атмосферу составил 199,9 тыс. т, в водоемы сброшено 57,6 млн м³ неочищенных сточных вод, количество образовавшихся отходов производства и потребления превысило 1,3 млн т, объем применения гербицидов увеличился по сравнению с 2015 г. на 23 %, а минеральных удобрений — на 30 % [12]. Вместе с тем, несмотря на известность географии распределения радиационных загрязнений Брянской области, исследование последствий Чернобыльской катастрофы по-прежнему рассматривается без учета химического загрязнения и, соответственно, без учета возможных аддитивных и синергетических эффектов при сочетанном воздействии физических и химических факторов окружающей среды [10, 11]. Изучение частоты ВПР у новорожденных в таких условиях предоставляется крайне важным не только для оценки низкоуровневого Чернобыльского радиоактивного загрязнения, но и для оценки эффективности вклада сопутствующего химического загрязнения среды на частоту ВПР на радиоактивно-загрязненных территориях, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы. Частота полидактилии, редукционных пороков конечностей (РПК) и МВПР у новорожденных при такой многофакторной загрязненности среды не исследована и является основным вопросом настоящей статьи.

Модели и методы. Статистические данные за период 2000—2017 гг. по частотам полидактилии (Q69), РПК (Q71 — Q73) и МВПР (Q89.7) у новорожденных на территориях экологического неблагополучия с различным уровнем радиоактивного, химического и сочетанного загрязнения ОС, сравнивались с данными по экологически благополучным (контрольным) районам — Клет-

нянскому и Мглинскому. Статистические данные по встречаемости ВПР получены из официальных материалов распространенности ВПР у населения Брянской области (формы статистической отчетности № 60, № 025-11/у-98) на базе медико-генетической консультации БКДЦ. Последующий расчет абсолютных величин частоты полидактилии, РПК и МВПР проводился путем пересчета на число живорожденных [13]. Всего за период 2000—2017 гг. в Брянской области было зарегистрировано 476 ВПР, из них 187 случаев полидактилии, 73 случая РПК и 216 случаев МВПР. ПРЗ территорий ^{137}Cs и ^{90}Sr вследствие Чернобыльской катастрофы оценивалась по данным [6], химического загрязнения ХЗ — по данным отчетов выбросов в атмосферу химических веществ от стационарных источников, тонн в год (2ТП-воздух). Пересчет количества валовых выбросов химических веществ в атмосферу (тонн/год) на площадь района (км²) осуществлялся в (г/м²) по данным [13].

Статистический анализ полученных данных проводился с использованием средств пакета MS Excel 2016. Полученные данные обработаны с помощью следующих методов статистического анализа: расчета среднего значения M , стандартной ошибки среднего m . Для проверки статистической значимости отклонений использован t -критерий Стьюдента.

Результаты. Данные по ПРЗ ^{137}Cs , ^{90}Sr и уровню ХЗ основными газообразными поллютантами колеблются в широких пределах (табл. 1). По ^{137}Cs — от 5,5 до 466,3 кБк/м², по ^{90}Sr — от 0,5 до 16,7 кБк/м² [6]. По валовым выбросам в атмосферный воздух газообразных поллютантов на площадь района (г/м²) — от 22,6 до 29 622,2, из них: по оксиду углерода — от 2,3 до 12 614,8, оксидам азота — от 0,5 до 10 717,8, диоксиду серы — от 0,0 до 2665,2 и летучим органическим соединениям — от 0,7 до 3624,3 [13].

Частота полидактилии, РПК и МВПР у новорожденных экологически различных территорий Брянской области в период 2000—2017 гг. представлена в табл. 2. Также в табл. 2 указаны средние объемы выборок по числу живорожденных (n) за период 2000—2017 гг.

Данные табл. 2 свидетельствуют, что в контрольной группе частота полидактилии, МВПР и суммы ВПР у новорожденных статистически значимо ниже, чем на территориях радиационного, химического и сочетанного загрязнения. По полидактилии — в 4,7—7,4 раза, по МВПР — в 2,5—6,8 раза, по сумме ВПР — в 3,5—4,6 раза. Количество РПК также ниже в контрольной группе по сравнению с экологически неблагополучными территориями (в 1,5—1,8 раза), но различия

не достигают статистически значимого уровня. Не выявлено существенных различий частоты полидактилии, РПК и суммы ВПР у новорожденных на территориях радиационного, химического и сочетанного загрязнения ОС. Однако установлены статистически значимые различия встречаемости МВПР в условиях сочетанного загрязнения ОС ($1,48 \pm 0,30$), превышая показатели как территорий радиоактивного (на 54,7 %), так и химического (на 47,3 %) загрязнения (табл. 2).

При воздействии различных факторов экологического неблагополучия установлены определенные закономерности. Так, частота встречаемости полидактилии, РПК и МВПР на экологически неблагополучных территориях колеблется в большей степени по МВПР (0,67—1,48) и поли-

дактилии (0,68—1,01). Максимальная встречаемость МВПР выявляется в условиях сочетанного загрязнения ($1,48 \pm 0,30$), полидактилии — в условиях радиоактивного загрязнения ($1,01 \pm 0,27$). Частота РПК практически одинакова как на территориях радиоактивного, так химического и сочетанного загрязнения, составляя 0,40—0,44.

Обсуждение. Оценивая приведенные выше данные, нужно отметить, что тенденция роста заболеваемости ВПР прослеживается не только в Брянской области, но и в целом по стране, и может отражать какие-то общие тенденции, аналогичные тем, которые вызывают глобальный рост онкологической заболеваемости (например [14], увеличение генетического груза в популяциях человека в связи с ростом химического и радиаци-

Таблица 1

Ранжирование территорий Брянской области по ПРЗ и ХЗ окружающей среды (2000—2017 гг.) [по данным 6, 13]

№	Районы Брянской области	Основные газообразные загрязнители атмосферного воздуха					ПРЗ ^{137}Cs , кБк/м ²	ПРЗ ^{90}Sr , кБк/м ²
		Всего	Из них					
			ЛОС	NO _x	SO ₂	CO		
Валовые выбросы газообразных поллютантов на площадь района, г/м ²								
Экологически благополучные территории (контроль)								
Клетнянский	22,6	0,7	6,6	7,2	8,0	5,5	0,5	
Мглинский	28,6	5,4	8,8	1,9	12,4	6,8	0,6	
Территории химического загрязнения								
Дятьковский	9460,2	346,7	3792,6	2000,7	3313,0	39,3	1,1	
г. Брянск	29 622,2	3624,3	10 717,8	2665,2	12 614,8	9,0	6,1	
Территории радиоактивного загрязнения								
Новозыбковский	9,0	5,0	0,5	0,0	2,3	470,5	8,6	
Красногорский	18,0	0,7	7,5	0,7	9,1	309,9	9,5	
Гордеевский	39,6	3,0	16,8	0,0	19,8	335,7	5,1	
Злынковский	56,2	4,1	17,3	7,2	27,6	421,3	16,7	
Климовский	66,1	1,1	10,6	20,5	33,9	142,6	6,5	
Территории сочетанного радиационно-химического загрязнения								
г. Клинцы	8171,9	1334,4	3648,4	165,6	3023,4	199,9	3,0	
г. Новозыбков	8222,2	1082,5	3184,1	771,4	3184,1	466,3	10,0	

Таблица 2

Частота полидактилии, РПК и МВПР у новорожденных экологически различных территорий Брянской области (на 1000 живорожденных, $M \pm m$) в период 2000—2017 гг.

Территории	ВПР, $M \pm m$			
	Полидактилия	РПК	МВПР	Сумма ВПР
Химического загрязнения ($n = 5115$)	$0,86 \pm 0,08^*$	$0,43 \pm 0,10$	$0,78 \pm 0,17^*$	$2,07 \pm 0,20^*$
Радиоактивного загрязнения ($n = 903$)	$1,01 \pm 0,27^*$	$0,44 \pm 0,22$	$0,67 \pm 0,18^*$	$2,13 \pm 0,41^*$
Сочетанного загрязнения ($n = 1147$)	$0,68 \pm 0,18^*$	$0,40 \pm 0,17$	$1,48 \pm 0,30^*$	$2,56 \pm 0,43^*$
Экологически благополучные (контроль) ($n = 369$)	$0,12 \pm 0,12$	$0,16 \pm 0,11$	$0,19 \pm 0,13$	$0,46 \pm 0,19$

*Различия с контролем $p < 0,05$. ¹Различия частоты МВПР между территориями радиационного, химического и сочетанного загрязнения, $p < 0,05$.

онного загрязнения биосферы «глобальными» и «вечными» поллютантами).

Следует отметить, что результаты исследования выявляют не только существенно меньшую встречаемость полидактилии и МВПР на контрольных территориях, но и статистически значимые различия частоты МВПР в условиях сочетанного загрязнения окружающей среды в сопоставлении с аналогичными показателями на территориях радиоактивного и химического загрязнения, что, возможно, указывает на синергетический характер действия радиационного и химического фактора.

В 2019 г. в рамках работы по гранту РФФИ 18-413-320002 р_а планируется:

— выявить ведущие экологические факторы риска формирования ВПР (полидактилии, РПК и МВПР) в зависимости от уровня радиационного, химического и сочетанного загрязнения окружающей среды с использованием корреляционного, регрессионного анализа, многофакторного дисперсионного и кластерного анализа;

— разработать математическую модель оценки риска возникновения полидактилии, РПК и МВПР в зависимости от уровня радиационного, химического и сочетанного загрязнения окружающей среды и дать прогноз частоты ВПР на предстоящее пятилетие (2018—2022 гг.).

Заключение. В результате проведенного исследования:

1. Установлены статистически значимые различия частоты встречаемости полидактилии и МВПР у новорожденных на территориях радиоактивного, химического и сочетанного загрязнения окружающей среды по сравнению с экологически благополучными (контрольными) территориями. При этом частота встречаемости РПК также выше на экологически неблагополучных территориях по сравнению с контролем, но различия, тем не менее, не достигают статистически значимого уровня.

2. Не выявлено существенных различий частоты встречаемости полидактилии и РПК у новорожденных на территориях радиационного, химического и сочетанного загрязнения окружающей среды.

3. Установлены статистически значимые различия частоты встречаемости МВПР в условиях сочетанного загрязнения окружающей среды, превышая показатели как территорий радиоактивного (на 54,7 %), так и химического (на 47,3 %) загрязнения, что, возможно, указывает на синергетический характер действия радиационного и химического фактора.

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта РФФИ 18-413-320002 р_а.

Библиографический список

1. ICRP. 2003. Dosimetric Significance of the ICRP's Updated Guidance and Models (1989—2003) and Implications for U. S. Federal Guidance / edited by R. W. Leggett and K. F. Eckerman. — Oak Ridge, Tennessee, 2003. — 89 p.
2. BEIR VII Phase 2. 2006. Health Risks from Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation: Committee to Assess Health Risks from Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation, National Research Council. The National Academies Press. 423 p.
3. Яблоков А. В., Нестеренко В. Б., Нестеренко А. В. и др. Чернобыль: последствия катастрофы для человека и природы (6-е издание, доп. и перераб.). — Москва, товарищество научных изданий КМК, 2016. — 826 с.
4. Корсаков А. В., Яблоков А. В., Пугач Л. И. и др. Динамика частоты врожденных пороков развития у детского населения Брянской области, проживающего в условиях радиационного загрязнения (1991—2012) // Здравоохранение Российской Федерации, 2014. — № 6. С. — 49—53.
5. Постановление Правительства РФ от 08.10.2015 № 1074. Перечень населенных пунктов, находящихся в границах зон радиоактивного загрязнения вследствие катастрофы на ЧАЭС. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://legalacts.ru/doc/postanovlenie-pravitelstva-rf-ot-08102015-n-1074/> (дата обращения 28.08.2108).
6. Данные по радиоактивному загрязнению территории населенных пунктов РФ цезием-137, стронцием-90 и плутонием-239 + 240 / под ред. С. М. Вакуловского. — Обнинск, Федеральное государственное бюджетное учреждение научно-производственное объединение «Тайфун», 2015. — 225 с.
7. Антонов О. В., Ширинский В. А., Антонова И. В. Гигиенические факторы риска формирования врожденных пороков развития // Гигиена и санитария, 2008. — № 5. — С. 20—22.
8. Антонова И. В., Богачева Е. В., Китаева Ю. Ю. Роль экзогенных факторов в формировании врожденных пороков развития // Экология человека, 2010. — № 6. — С. 30—35.
9. Верзилина И. Н., Агарков Н. М., Чурносков М. И. Воздействие антропогенных атмосферных загрязнений на частоту врожденных аномалий развития // Гигиена и санитария, 2008. — № 2. — С. 17—20.
10. Корсаков А. В., Михалев В. П. Комплексная эколого-гигиеническая оценка состояния окружающей среды как фактора риска для здоровья // Проблемы региональной экологии, 2010. — № 2. — С. 172—181.
11. Гегерь Э. В. Методическая основа для оценки интегральных показателей техногенной загрязненности районов Брянской области // Проблемы региональной экологии, 2012. — № 1. — С. 163—170.
12. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды РФ в 2016 году». — М.: Минприроды России; НИИ-Природа, 2017. — 760 с.
13. Муратова Н. А. Города и районы Брянской области (статистический сборник). Брянск: управление ФГСС по Брянской области, 2018. — 252 с.
14. Яблоков А. В. О концепции популяционного груза (обзор) // Гигиена и санитария, 2015. — № 6. — С. 11—14.

DYNAMICS OF FREQUENCY OF POLYDACTILITY, LIMBS REDUCTION DEFECTS AND MULTIPLE CONGENITAL MALFORMATIONS IN THE NEWBORNS IN THE TERRITORIES OF RADIOACTIVE, CHEMICAL AND COMBINED CONTAMINATION OF THE ENVIRONMENT, 2000—2017

A. V. Korsakov, Ph. D. (Ecology), Dr. Habil., Professor, Bryansk State Technical University, korsakov_anton@mail.ru;
E. V. Geger, Ph. D. (Ecology), Dr. Habil., Professor, Bryansk State Technical University, emiliya_geger@mail.ru;
D. G. Lagerev, Ph. D. (Computer Science), Associate Professor, Bryansk State Technical University, LagerevDG@mail.ru;
L. I. Pugach, Ph. D. (Mathematics), Associate Professor, Bryansk State Technical University, lip58@mail.ru;
A. V. Silenok, Ph. D. (Ecology), Chief Physician of the Bryansk Clinical and Diagnostic Center;
N. K. Kapustina, Head of the Medical Genetic Consultation Department of the Bryansk Clinical and Diagnostic Center, center@bkdc.ru. Bryansk, Russia

References

1. ICRP. 2003. Dosimetric Significance of the ICRP's Updated Guidance and Models (1989—2003) and Implications for U. S. Federal Guidance / edited by R. W. Leggett and K. F. Eckerman. Oak Ridge, Tennessee, 2003. 89 p.
2. BEIR VII Phase 2. 2006. Health Risks from Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation: Committee to Assess Health Risks from Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation, National Research Council. The National Academies Press. 423 p.
3. Yablokov A. V., Nesterenko V. B., Nesterenko A. V. i dr. Chernobyl': posledstviya Katastrofy dlya cheloveka i prirody (6 izdanie, dopolnennoe i pererabotannoe) [Chernobyl: consequences of the Catastrophe for people and nature (sixth edition, revised and supplemented)] Moscow, tovarishchestvo nauchnyh izdaniy KMK, 2016. 826 p. [in Russian]
4. Korsakov A. V., Yablokov A. V., Pugach L. I. i dr. Dinamika chastoty vrozhdennyh porokov razvitiya u detskogo naseleniya Bryanskoj oblasti, prozhivayushchego v usloviyah radiacionnogo zagryazneniya (1991—2012) [The dynamics of the frequency of congenital malformations In the children's population of the Bryansk region, living in conditions of radiation pollution (1991—2012)] Zdravoohranenie Rossijskoj Federacii, 2014. No. 6. P. 49—53. [in Russian]
5. Postanovlenie Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 08.10.2015 № 1074. Perechen' naseleennyh punktov, nahodyashchih'sya v granicah zon radioaktivnogo zagryazneniya vsledstvie katastrofy na Chernobyl'skoj atomnoj ehlektrostantsii. Ehlektronnyj resurs]. dated August 2, 2018 [Electronic resource]. URL://legalacts.ru/doc/postanovlenie-pravitelstva-rf-ot-08102015-n-1074 [in Russian]
6. Dannye po radioaktivnomu zagryazneniyu territorii naseleennyh punktov Rossijskoj Federacii ceziem-137, stronciem-90 i plutonium-239 + 240 / pod redakciej S. M. Vakulovskogo. [Data on radioactive contamination of the territory of settlements of the Russian Federation with ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{239}Pu , ^{240}Pu] Obninsk, Federal'noe gosudarstvennoe byudzhethoe uchrezhdenie nauchno-proizvodstvennoe ob'edinenie "Tajfun", 2015. 225 p. [in Russian]
7. Antonov O. V., Shirinskij V. A., Antonova I. V. Gigienicheskie faktory riska formirovaniya vrozhdennyh porokov razvitiya [Hygienic risk factors for congenital malformations. *Hygiene and Sanitation*]. 2008. No. 5. P. 20—22. [in Russian]
8. Antonova I. V., Bogacheva E. V., Kitaeva Yu. Yu. Rol' ehkzogennyh faktorov v formirovanii vrozhdennyh porokov razvitiya [The role of exogenous factors in the formation of congenital malformations. *Human Ecology*]. 2010. No. 6. P. 30—35. [in Russian]
9. Verzilina I. N., Agarkov N. M., Churnosov M. I. Vozejstvie antropogennyh atmosferyh zagryaznenij na chastotu vrozhdennyh anomalij razvitiya [The impact of anthropogenic air pollution on the incidence of congenital anomalies. *Hygiene and Sanitation*]. 2008. No. 2. P. 17—20. [in Russian]
10. Korsakov A. V., Mihalev V. P. Kompleksnaya ehkologo-gigienicheskaya ocenka sostoyaniya okruzhayushchej sredy kak faktora riska dlya zdorov'ya [Complex ecological and hygienic assessment of the state of the environment as a risk factor for health. *Regional Environmental Issues*]. 2010. No. 2. P. 172—181. [in Russian]
11. Geger' Eh. V. Metodicheskaya osnova dlya ocenki integral'nyh pokazatelej tekhnogennoj zagryaznennosti rajonov Bryanskoj [Methodological basis for the assessment of integrated indicators of technogenic pollution of the Bryansk region. *Regional Environmental Issues*]. 2012. No. 1. P. 163—170. [in Russian]
12. Gosudarstvennyj doklad "O sostoyanii i ob ohrane okruzhayushchej sredy RF v 2016 [On the state and environmental protection of the Russian Federation in 2016]. Moscow, Minprirody Rossii; NIA-Priroda, 2017. 760 p. [in Russian]
13. Muratova N. A. Goroda i rajony Bryanskoj oblasti (statisticheskij sbornik). Bryansk: upravlenie Federal'noj sluzhby gosudarstvennoj statistiki po Bryanskoj oblasti [Cities and districts of the Bryansk Region (statistical collection). Bryansk: office of the Federal state statistics service for the Bryansk region]. 2018. 252 p. [in Russian]
14. Yablokov A. V. O koncepcii populyacionnogo gruzha (obzor) [(Review of the concept of population cargo). *Hygiene and Sanitation*]. 2015. No. 6. P. 11—14. [in Russian]

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ АЛАСОВ ПРИ УВЕЛИЧЕНИИ ПАСТБИЩНОЙ НАГРУЗКИ

Л. Д. Гаврильева, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Научно-исследовательского института прикладной экологии Севера СВФУ (НИИПЭС СВФУ), *adoxa@mail.ru*, Якутск, Россия

В статье приводится сравнительная оценка изменения растительности аласов Лено-Амгинского и Лено-Вилюйского междуречий Центральной Якутии, где они играют большую роль как источники естественных кормов. На Лено-Амгинском междуречье, где характерны глубокие, в основном термокарстовые аласы на суглинистых отложениях, шире представлен сухой ряд растительных сообществ, в бассейне реки Вилюй с неглубокими аласами на супесчаных и песчаных отложениях различного происхождения — влажные типы. Одним из важных факторов, определяющих изменения растительности, является интенсивность пастбищной нагрузки. В работе оцениваются такие показатели, как наземная фитомасса, экологический спектр, степень синантропизации, степень флористического сходства. Выявлено, что при пастбищной дигрессии, сообщества, характерные для данных районов, сменяются однородными сообществами антропогенного происхождения. При сильном выпасе в травостой аласов внедряются практически одни и те же виды, хорошо адаптированные к выпасу и вытаптыванию, постепенно вытесняя виды, естественные для определенных поясов аласов. В результате чего разнообразие сообществ существенно сокращается. Интенсивный выпас может нивелировать различия между своеобразными сообществами аласов Лено-Амгинского и Лено-Вилюйского междуречий.

The comparative assessment of the vegetation change of alases of the Lena—Amga and the Lena-Vilyuy interfluvium of the Central Yakutia, where they play a large role as the sources of natural forages, is given in the article. In the Lena—Amga interfluvium, where deep, generally thermokarst alases on loamy deposits are characteristic, dry varieties of vegetable communities in the basin of the river Vilyuy with superficial alases on sandy and sandy deposits of various origin damp types are more widely presented. One of the important factors defining the changes of vegetation is the intensity of pasturable loading. In the paper such indicators as the land phytomass, ecological range, sinantropization degree, degree of floristic similarity are estimated. It is revealed that due to pasturable digressions, the communities characteristic of these areas are replaced by homogeneous communities of anthropogenic origin. Due to intensive pasture almost the same types which are well adapted to a pasture and trampling gradually take root into herbage of alases, superseding the types natural to certain belts of the alases. Therefore, a variety of communities is significantly reduced. The intensive pasture can level differences between peculiar communities of the alases of the Lena—Amga and the Lena—Vilyuy interfluviums.

Ключевые слова: алас, пастбищная дигрессия, тип, синантропизация, флористическое сходство.

Keywords: alase, pasturable digression, type, sinantropization, floristic similarity.

Введение. В Центральной Якутии большую роль как источники естественных кормов играют аласные луга. Аласы — природные ландшафты криолитозоны, образованные в результате вытаивания многолетнемерзлых пород. Отсутствие у аласных озер поверхностного стока делает их зависимыми от годовых и многолетних изменений количества осадков и величины испарения. В этой зависимости находится и почвенно-растительный покров. Растительность в пределах аласа содержит сообщества от степных до прибрежно-водных.

Эколого-флористическая классификация растительности аласов Лено-Амгинского междуречья, где характерны глубокие, в основном термокарстовые аласы на суглинистых отложениях, была разработана П. А. Гоголевой [1], бассейна р. Вилюй с неглубокими аласами на супесчаных и песчаных отложениях различного происхождения — С. И. Мироновой [2]. Распределение синтаксонов на уровне ассоциаций по районам и по трем гидротермическим поясам приведено в табл. 1.

На верхнем поясе растительность представлена сообществами, относящимся к разным ассоциациям. На среднем поясе на обоих районах выделены в основном одни и те же ассоциации, различия отражаются на уровне низших единиц (субассоциаций и вариантов). Только на аласах Лено-Амгинского междуречья выделена ассоциация *Suaedo corniculatae-puccinellietum tenuiflorae*, сообщества которой связаны с пятнами содовых и хлоридно-содовых солончаков-солонцов. На нижнем поясе на аласах Лено-Амгинского междуречья преобладают сообщества ассоциации *Alopecuretum arundinacei*, локализованные на границе сухого и мокрого поясов при разной

Таблица 1
Распределение основных ассоциаций по районам и по поясам

	Лено-Амгинское междуречье	Лено-Вилюйское междуречье
Верхний пояс	<i>Carici duriusculae-Festucetum lenensis</i> <i>Pulsatilletum flavescens</i> <i>Artemisio commutatae-Hordeetum</i>	<i>Artemisio-rupestris-Festucetum lenensis</i> <i>Artemisio-rupestris-Pulsatilletum flavescens</i> <i>Artemisio rupestris-Hordeetum</i>
Средний пояс	<i>Thalictro-Hordeetum brevisubulati</i> <i>Polygono sibirici-Puccinellietum tenuiflorae</i> <i>Puccinellietum tenuiflorae</i> <i>Suaedo corniculatae-puccinellietum tenuiflorae</i>	
Нижний пояс	<i>Alopecuretum arundinacei</i> <i>Caricetum juncellae</i>	<i>Caricetum litophilae</i>

степени засоления, на аласах Лено-Вилуйского междуречья чаще встречаются сообщества ассоциации *Caricetum lithophilae*, занимающие влажные низины.

На основе классификации путем хозяйственной оценки синтаксонов была составлена типология, выявлено, что типы представлены по-разному: на Лено-Амгинском междуречье шире представлен сухой ряд типов, а в Лено-Вилуйских районах — влажные типы [3].

Степень пастбищной нагрузки — один из наиболее важных факторов, определяющих изменения видового состава, продуктивности, структуры растительности. Аласная растительность чрезвычайно уязвима к антропогенной нагрузке. На основе многолетних исследований выделены 3 стадии пастбищной дигрессии: I — слабой сбитости (сенокос), II — средней сбитости, III — сильной сбитости [4–7].

Методы. Для сравнительной оценки изменения растительности аласов Лено-Амгинского и Лено-Вилуйского междуречий выбраны сообщества, наиболее распространенные на аласах, испытывающих различную степень антропогенной нагрузки. Исследования проводились по общепринятым методикам [8]. Проективное покрытие оценивалось в баллах по шкале Б. М. Миркина [9]. Для определения продуктивности надземной фитомассы брались укусы с площади 0,1 м² в пятикратной повторности. Укусы в сухом состоянии разбирались по видам и взвешивались. Для

оценки флористического сходства использован коэффициент Жаккара [10].

Результаты и обсуждение. Изменения основных показателей растительности приведены в табл. 2–5.

На аласах, использующихся как сенокосное угодье, растительность представлена типичными для аласов данных районов сообществами на всех трех поясах. Надземная фитомасса, проективное покрытие и средняя высота травостоя выше на аласах Лено-Вилуйского междуречья, где преобладают виды более увлажненных местообитаний, о чем свидетельствует экологический спектр видов. Степень синантропизации на верхнем поясе почти одинаковая, на среднем и нижнем поясах выше на аласах Лено-Амгинского междуречья. Степень флористического сходства в пределах 13 %.

На аласах, подверженных средней степени пастбищной дигрессии, растительность представлена пастбищными модификациями основных типов с внедрением в сообщества сорных и несъедобных видов, что отражается в увеличении степени синантропности и флористического сходства. Разница в показателях надземной фитомассы, проективного покрытия и средней высоты небольшая, за исключением нижнего пояса. В отличие от сенокосных аласов, при средней пастбищной нагрузке экологический спектр видов почти одинаковый независимо от района расположения.

Таблица 2

Основные показатели растительности аласов Лено-Амгинского и Лено-Вилуйского междуречий при сенокосном использовании

Показатели	Верхний пояс		Средний пояс		Нижний пояс	
	Л-А*	Л-В*	Л-А	Л-В	Л-А	Л-В
Основной тип	Осочково-злаковый	Разнотравно-злаковый	Бескильницевый	Ячменный	Лисохвостный	Осоково-вейниковый
Надземная фитомасса, ц/га	8,2	12,4	13,5	14,8	15,0	30,2
Проективное покрытие, %	70	80	90	80	60	90
Сред. высота, см	30	50	60	80	60	80
Экологический спектр, %:						
Ксерофиты	23					
Мезоксерофиты	47	26		18		
Ксеромезофиты	15	48	22	35	11	
Мезофиты	15	26	78	41	45	
Гигромезофиты				6	22	76
Мезогигрофиты					11	12
Гигрофиты					11	12
Степень синантропизации, %:						
Синантропные	13	33	10	20	25	13
Естественные	87	67	90	80	75	87
Степень флористического сходства	10,8		13,0		6,2	

*Л-А — Лено-Амгинское междуречье; *Л-В — Лено-Вилуйское междуречье

Таблица 3

Основные показатели растительности аласов Лено-Амгинского и Лено-Вилуйского междуречий на пастбищах средней сбитости

Показатели	Верхний пояс		Средний пояс		Нижний пояс	
	Л-А	Л-В	Л-А	Л-В	Л-А	Л-В
Основной тип	Тонконогово-осочковый	Разнотравно-пырейный	Разнотравно-бескильницевый	Разнотравно-злаковый	Разнотравно-лисохвостный	Осоково-вейниковый
Надземная фитомасса, ц/га	8,7	3,5	11,8	6,7	14,3	13,5
Проективное покрытие, %	60	50	70	70	50	70
Сред. высота, см	40	10	50	20	40	70
Экологический спектр, %						
Ксерофиты	7	7				
Мезоксерофиты	40	33	20	10		
Ксеромезофиты	33	40	30	45		
Мезофиты	20	20	50	45		19
Гигромезофиты					50	36
Мезогигрофиты					50	36
Гигрофиты						19
Степень синантропизации, %						
Синантропные	44	40	40	37	50	45
Естественные	56	60	60	63	50	55
Степень флористического сходства	21,3		23,5		18,0	

Таблица 4

Основные показатели растительности аласов Лено-Амгинского и Лено-Вилуйского междуречий на пастбищах сильной сбитости

Показатели	Верхний пояс		Средний пояс		Нижний пояс	
	Л-А	Л-В	Л-А	Л-В	Л-А	Л-В
Основной тип	Полынно-осочковый	Осочково-пырейный	Лапчатковый	Лапчатковый	Полевицевый	Полевицевый
Надземная фитомасса, ц/га	2,5	2,7	5,9	4,6	3,1	4,9
Проективное покрытие, %	60	70	90	80	50	50
Средняя высота, см	10	10	15	10	20	15
Экологический спектр, %						
Ксерофиты	8					
Мезоксерофиты	25	20				
Ксеромезофиты	42	60	10		20	22
Мезофиты	25	20	60	75	60	34
Гигромезофиты			30	25		11
Мезогигрофиты					20	22
Гигрофиты						11
Степень синантропизации, %						
Синантропные	75	70	67	65	60	67
Естественные	25	30	33	35	40	33
Степень флористического сходства	37,2		55,8		50,6	

На аласах, подверженных сильной пастбищной нагрузке на среднем и нижнем поясах аласов, распространены однородные сообщества. По сравнению с вышерассмотренными сообществами надземная фитомасса гораздо ниже, а степень синантропизации заметно выше на всех поясах независимо от района. Степень флористического сходства 37–55 %.

Заключение. Сравнение основных показателей растительности аласов Лено-Амгинского и

Лено-Вилуйского междуречий при различном режиме использования показало, что с увеличением интенсивности нагрузки, сообщества, характерные для данных районов, сменяются однородными сообществами антропогенного происхождения. При сильном выпасе в травостой аласов внедряются практически одни и те же синантропные виды, хорошо адаптированные к режиму интенсивной нагрузки, постепенно вытесняют виды, естественные для определенных поясов

аласов. В результате чего разнообразие сообществ существенно сокращается. Интенсивный выпас может нивелировать различия между своеобразными сообществами аласов Лено-Амгинского и Лено-Вилуйского междуречий.

Статья подготовлена в рамках выполнения Государственного задания Минобрнауки РФ № 5.8169.2017/БЧ на выполнение проекта «Исследование сукцессий экосистем Севера под воздействием антропогенных факторов».

Библиографический список

1. Гоголева П. А. Обзор синтаксонов растительности аласов Лено-Амгинского междуречья (Центральная Якутия) // Биол. науки. ДЭП. № 246 — 83. М., 1983. — 73 с.
2. Миронова С. И. Опыт использования метода Браун-Бланке для выделения территориальных единиц растительности аласов Вилуйского бассейна (Центральная Якутия) // Экология. 1983. № 5. — С. 33—38.
3. Гоголева П. А., Кононов К. Е., Миркин Б. М., Миронова С. И. Синтаксономия и симфитосоциология растительности аласов Центральной Якутии. — Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та, 1987. — 176 с.
4. Гаврильева Л. Д., Миронова С. И. Пастбищная дигрессия растительности аласов Лено-Амгинского междуречья // Наука и образование. — Якутск, 1998. — С. 65—69.
5. Гаврильева Л. Д. Анализ отношения видов растительности аласов Центральной Якутии к пастбищной нагрузке // Проблемы региональной экологии, 2009, № 2. С. 20—23.
6. Gavrilyeva L. D., Sofronov R. R., Arzhakova A. P., Barashkova N. V., Ivanov I. A. Hayfields and pastures // The Far North: Plant biodiversity and ecology of Yakutia. Series Plant and Vegetation. Vol. 3. Springer Science + Business Media B. V., Dordrecht. 2010. — pp. 275—281.
7. Gavril'eva L. D. Communities of the Class Artemisietea jacuticae Gogoleva et al. 1987 in Alas Meadows of Central Yakutia // Contemporary problems of ecology. Vol. 4. No. 3. 2011. P. 453—460.
8. Полевая геоботаника. т. 3 / М., Л.: Наука, 1964. 530 с.
9. Миркин Б. М. Теоретические основы современной фитоценологии. М.: Наука, 1985. 136 с.
10. Миркин Б. М., Розенберг Г. С. Фитоценология. Принципы и методы. — М.: Наука, 1978. — 212 с.

COMPARATIVE ANALYSIS OF VEGETATION CHANGE OF ALASES DUE TO THE INCREASE IN PASTURABLE LOADING

L. D. Gavrilyeva, Ph. D. (Biology) Senior Researcher, Research Institute of applied ecology of the North, M. K. Ammosov North-Eastern Federal University, adoxa@mail.ru, Yakutsk, Russia

References

1. Gogoleva P. A. Obzor sintaksonov rastitelnosti alasov Leno-Amginskogo mezhdurechya (Centralnaya Yakutiya) [Review of sintakson of vegetation of alas of Leno-Amginsky Entre Rios (Central Yakutia)]. *Biol. nauki*. DEP. No. 246 — 83. Moscow, 1983. 73 p. [in Russian]
2. Mironova S. I. Opyt ispolzovaniya metoda Braun-Blanke dlya vydeleniya territorialnykh edinic rastitelnosti alasov Vilyujskogo bassejna (Centralnaya Yakutiya) [Experience of use of a method Braun-Blanca for allocation of territorial units of vegetation of alas of the Vilyuysk basin (Central Yakutia)]. *Ekologiya*. 1983. No. 5. P. 33—38. [in Russian]
3. Gogoleva P. A., Kononov K. E., Mirkin B. M., Mironova S. I. Sintaksonomiya i simfytosociologiya rastitelnosti alasov Centralnoj Yakutii [Sintaxonomy and simphytosociology of vegetation of the alas of Central Yakutia]. Irkutsk: Izd-vo Irkut.un-ta, 1987. 176 p. [in Russian]
4. Gavrilyeva L. D., Mironova S. I. Pastbishnaya digressiya rastitelnosti alasov Leno-Amginskogo mezhdurechya [Pasturable digression of vegetation of alas of the Leno-Amginsky interfluves]. *Nauka i obrazovanie*. Yakutsk, 1998. P. 65—69. [in Russian]
5. Gavrilyeva L. D. Analiz otnosheniya vidov rastitelnosti alasov Centralnoj Yakutii k pastbishnoj nagruzke [Analysis of the relation of species of vegetation of alas of Central Yakutia to pasturable loading]. *Problemy regionalnoj ekologii*, 2009. No. 2. P. 20—23. [in Russian]
6. Gavrilyeva L. D., Sofronov R. R., Arzhakova A. P., Barashkova N. V., Ivanov I. A. Hayfields and pastures. The Far North: Plant biodiversity and ecology of Yakutia. *Series Plant and Vegetation*. Vol. 3. Springer Science + Business Media B. V., Dordrecht. 2010. P. 275—281.
7. Gavrilyeva L. D. Communities of the Class Artemisietea jacuticae Gogoleva et al. 1987 in Alas Meadows of Central Yakutia. *Contemporary problems of ecology* Vol. 4. No. 3. 2011. P. 453—460.
8. Poleyaya geobotanika. [Field geobotany] Vol. 3. Moscow, Nauka, 1964. 530 p. [in Russian]
9. Mirkin B. M. Teoreticheskie osnovy sovremennoj fitocenologii [Theoretical bases of modern phytocenology]. Moscow, Nauka, 1985. 136 p. [in Russian]
10. Mirkin B. M., Rozenberg G. S. *Fitocenologiya. Principy i metody* [Phytocenology. Principles and methods]. Moscow, Nauka, 1978. 212 p. [in Russian]

ВЛИЯНИЕ ЭФФЕКТА ОСТРОВА ТЕПЛА НА ЭКОЛОГИЮ МЕГАПОЛИСА

В. В. Алексашина, доктор архитектуры,
Ле Минь Туан, аспирант,
Национальный исследовательский Московский
государственный строительный университет
(НИУ МГСУ),
mgsu.ru, г. Москва, Россия

Эффект городского острова тепла (ГОТ) является своего рода феноменом накопления тепла в некоторых городских районах в связи с характером застройки города и видами промышленности, энергетики и транспорта. Он признан одной из характеристик городского климата. Повышение температуры, вызванное эффектом ГОТ, влияет на поток энергии в городских экологических системах, создает своеобразный городской климат. В статье рассматриваются факторы, которые приводят к эффекту ГОТ в мегаполисах и влиянию ГОТ на экологию города. Даются рекомендации по ослаблению вредного влияния ГОТ на город.

The effects of urban heat island (UHI) is a kind of phenomenon of heat accumulations in some urban areas due to the nature of the city's development and the types of industry, energy and transportation. It is recognized as one of the characteristics of the urban climate. The increase of temperature due to the UHI effects influences the energy flows in urban ecological systems, and creates a peculiar urban climate. In this paper, the factors that lead to the UHI effects in megacities and their influence on the ecology of the city are considered. Recommendations are given to mitigate the harmful UHI effects on the city.

Ключевые слова: городской остров тепла, плотность застройки, энергетические, производственные и транспортные выбросы в атмосферу.

Keywords: urban heat island (UHI), density of construction, energy, production and transport emissions into the atmosphere.

Климатические, природно-географические, социально-экономические, техногенные, градостроительные факторы определяют экологическое состояние города, его застройки.

Биосфера — оболочка земли, содержащая совокупность живых организмов — самая большая экосистема земли. Идея биосферы разрабатывалась учеными в конце XVIII — начале XIX века — А. Лавуазье, Ж. Б. Ламарком, А. Ф. Гумбольдтом. Термин ввел австрийский геолог Э. Зюсс в 1875 г., а современное учение о биосфере создал русский ученый В. И. Вернадский в 1926 г.

Атмосфера — внешняя оболочка земли, вращающаяся вместе с землей вокруг земной оси. Атмосферу разделяют на тропосферу, стратосферу, ионосферу. Тропосфера — высотой от уровня моря 8 км в полярных и 18 км в экваториальных широтах (80 % воздуха); стратосфера — высотой до 55 км (20 % воздуха); ионосфера (до 400 км) — переходит в межпланетное пространство.

Загрязняющие вещества выбрасываются в атмосферу города в виде пыли, дыма, пара и газообразных веществ. Наибольшее отрицательное влияние на качество воздуха оказывают следующие вещества: CO, CO₂ — 50 %, SO₂ и SO₃ — 16 %, NO_x (NO, NO₂, N₂O) — 14 %; летучие органические соединения (метан, бензол, хлорфторуглероды) — 15 %; взвешенные частицы (пыль, сажа, асбест, соль свинца, мышьяк, серная кислота, нефть, диоксины) — 5 % [1]. Кроме того, в атмосфере содержатся фотохимические окислители¹ (озон, перекись водорода, формальдегид), радиоактивные вещества (радон-222, стронций-90, плутоний-239), а также чрезвычайно опасные вещества — суперэкоксиданты, которые выделяются в процессе сжигания мусора при недостаточно высокой температуре.

Главным загрязнителем атмосферы Земли являются США (около 30 %), на Россию приходится одна седьмая часть [2].

Техногенные выбросы в атмосферу насчитывают десятки тысяч видов веществ. Более 90 % их массы приходится на углекислый газ и водяной пар. В среднем 60 % техногенного загрязнения атмосферы дает транспорт, 14 % — установки, генерирующие энергию на ископаемом топливе, 17 % — про-

¹ Относительная агрессивность примесей в атмосфере (по отношению к человеку) характеризуется следующими коэффициентами: оксид углерода — 1; оксиды железа, натрия, магния — 13,9; сернистый газ — 16,5; оксиды алюминия — 16,9; пыль известняка — 25,0; оксиды азота — 41,0; сажа без примесей — 41,5; сернистая кислота — 49,0; золы углей — 80,0; коксовая и агломерационная пыль — 100,0; оксид цинка — 245,0; окись ванадия — 1225,0; никель и его оксиды — 5475,0; соединения ртути, свинца [10].

мышленность [3]. Если тенденции хозяйственной деятельности человека сохранятся, могут произойти необратимые изменения в биосфере, опасные для человека.

Техногенные выбросы оксидов азота и серы привели к возникновению так называемых «кислотных дождей». Термин впервые ввел в практику в 1872 г. английский инженер Р. Смит, опубликовавший книгу «Воздух и дождь: начала химической климатологии». Однако эта проблема наиболее остро встала лишь в 70-е годы XX века, когда в индустриальных странах стали гибнуть леса, в озерах стала исчезать рыба из-за кислотных дождей.

Кислотные осадки представляют собой трансграничную проблему. Увеличение высоты труб до 250—400 м приводит к рассеиванию выбросов предприятий энергетики на огромные территории и переносу через государственные границы. Процесс изменения климата земли может начать развиваться не в геологическом времени, характерном для эволюции биосферы, а во времени историческом, даже в течение всего нескольких десятилетий.

Одной из особенностей городского микроклимата является возникновение в городе так называемого «острова тепла», или «городского острова тепла» (ГОТ), причем в этом «острове» доля техногенного тепла может составлять половину значения солнечной радиации. Устойчивые во времени «острова тепла» в виде пространственного купола воздуха с более высокой температурой.

На рис. 1 приведена схема образования кислотных осадков и их воздействия на экосистемы устанавливаются над городами площадью 100 км² и более. Средняя температура воздуха «острова тепла» в большом городе обычно выше температуры окружающих районов на 4 °С, однако ночью при небольшом ветре разность температур может достигать 6—8 °С и более².

Характерным атрибутом современных мегаполисов является городской остров тепла (ГОТ), который проявляется в виде области повышенных значений температуры воздуха в некоторых районах города. Эффект теплового острова понимается следующим образом:

— остров тепла проявляется в виде области повышенных значений температуры воздуха над

² Городской остров тепла — площадь во внутренней части большого города, характеризующаяся повышенными по сравнению с периферией температурами воздуха. На детальных картах синоптического или среднего распределения температуры обрисовывается замкнутыми изотермами. Центр городского острова тепла обычно смещен от центра города в ту сторону, куда направлены преобладающие ветры [7—9].



Рис. 1. Схема образования кислотных осадков и их воздействия на экосистемы

некоторыми районами городской застройки (физические механизмы, приводящие к его образованию, в основном, изучены в середине 80-х годов);

— большая часть города представляет «плато» теплого воздуха с повышением температуры по направлению к центру города. Термическая однородность «плато» нарушается «разрывами» поверхности в виде областей холода (парки, водоемы) и областей генерации тепла — промышленными предприятиями, расчетами энергетики, транспортными артериями, плотной застройкой зданиями. На границе «город — сельская местность» или на границе промышленного и жилого районов может возникнуть значительный вертикальный перепад температуры, достигающий иногда нескольких градусов, называемый «уточком острова тепла» (рис. 2).

Из-за задымленности и загазованности воздуха в город поступает меньше солнечной радиации. Снижение поступления ультрафиолетовой радиации приводит к повышенному содержанию в воздухе болезнетворных бактерий (потери ультрафиолетовой радиации в Балтиморе (США) достигают 50 %, в Москве 25—30 %, Санкт-Петербурге 17—24 %, Киеве 17 % [4]).

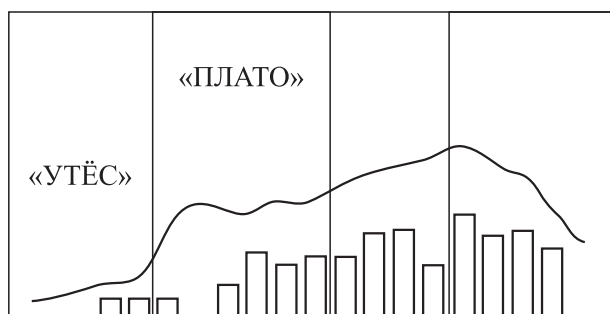


Рис. 2. Сечение «острова тепла» над городом

Тепловые выбросы промышленных предприятий, транспорта и других видов хозяйственной деятельности, а также местный «парниковый эффект» повышают температуру в городе, в связи с этим температура воздуха в городе бывает выше, чем в природе, на 7–15 °С.

Причиной возникновения «островов тепла» являются: тепловые выбросы энергетики (до 70 % сжигаемого топлива отапливают атмосферу), градирни и охлаждающие пруды; теплотрассы (50–150 °С), промышленное, транспортное и бытовое тепловое загрязнение, пониженное испарение как результат недостатка зеленых насаждений и канализации стока осадков, энергетический эффект городской застройки (специфика вертикальной структуры рельефа, образованного зданиями; теплопроводность строительных материалов). Аккумуляторами тепла в городе являются камен-

ные здания, асфальтовые и другие искусственные покрытия, температура которых летом достигает местами в Москве 52 °С, в Ереване 65–70 °С, Одессе 73 °С, Ташкенте 80 °С (см. таблицу).

Влияние «острова тепла» распространяется на 30–50 км с подветренной стороны мегаполиса. Различия между центром и окраиной в крупных городах Европы по температуре воздуха наиболее часто составляют 5–7 °С летом и 2–8 °С зимой. В отдельных случаях они доходят до 15 °С.

Нью-Йорк, Париж, Лондон и Токио не имеют значительных осадков. В Дели, как и в Пекине — муссонный климат и сравнительно сухие зимы. Город Ханой имеет некоторые сходства со всеми этими мегаполисами. Средний городской тепловой остров (4,7 °С), рассмотренный в этом исследовании, выше, чем в Нью-Йорке (3 °С, 2002 г.) и в Париже (2,6 °С, 2006 г.). Максимальный городской тепловой остров (8,3 °С), наблюдаемый в современных условиях, находится в диапазоне тех, которые были зарегистрированы в Лондоне (8 °С, 2003 г.), Пекине (7,9 °С, 2002 г.) и Токио (8,1 °С, 1992 г.). Важно отметить, что все перечисленные города более урбанизированы, чем Ханой, который в настоящее время активно развивается.

На рис. 3 показана схема циркуляции воздуха вблизи «острова тепла».

Вследствие перепада температур воздуха в городе и пригороде, в городской застройке формируются «городские бризы» — относительно пос-

Характеристика городского острова тепла в мегаполисах*

Город	ГОТ	Прибрежные и внутренние	Речная система	Климат	Население (годы)	Плотность населения (чел./км ²)
Нью-Йорк	Макс.: 5,4 °С Мин.: ~3 °С	Прибрежный	Р. Гудзон	Умеренный океанический климат	8 622 698 (в 2017 г.)	10,923 (в 2017 г.)
Париж	Макс.: 6 °С Мин.: 2,6 °С	Внутренний	Р. Сена	Западно-Европейский умеренно влажный	2 206 488 (в 2018 г.)	21,000 (в 2018 г.)
Лондон	8–9 °С	Внутренний	Р. Темза	Умеренный океанический климат	8 825 000 (в 2017 г.)	5613 (в 2017 г.)
Пекин	7,9 °С	Внутренний	Р. Енгдай, Р. Чаобайхэ	Влажный континентальный климат, подверженный муссонам	21 710 000 (в 2017 г.)	1291 (в 2017 г.)
Токио	Макс.: 8,1 °С Мин.: 5,3 °С	Прибрежный	Р. Тама, Р. Сумида	Влажный субтропический климат	13 515 271 (в 2015 г.)	6169 (в 2015 г.)
Дели	Макс.: 8,3 °С Мин.: 4,7 °С	Внутренний	Р. Джамна	Влажный субтропический климат	19 072 564 (в 2017 г.)	12,852 (в 2017 г.)
Ханой		Прибрежный	Р. Красная	Влажный субтропический климат	7 238 400 (в 2016 г.)	2,164 (в 2016 г.)
Москва	14 °С	Внутренний	Р. Москва	Континентальный климат	12 380 664 (в 2017 г.)	4880 (в 2017 г.)

*Manju Mohan, Urban Heat Island Assessment for a Tropical Urban Airshed in India // Atmospheric and Climate Sciences, 2012, 2, 127–138.

тоянные конвекционные потоки циркуляции воздуха, которые четко проявляются при безветрии. При наличии «городских бризов» в тихую погоду над центром города может образоваться «тепловой купол» из загрязненного воздуха, который приносится с периферии (из промышленных районов) в его центральную часть. Этот эффект наблюдается на высотах до нескольких сотен метров. У «острова тепла» диаметром 10 км при скорости ветра около 1 м/с вертикальная скорость возникающих воздушных потоков в слое толщиной до 500 м достигает 10 м/с [5]. Из-за снижения давления над «островом тепла» граница облаков ниже, чем в его окрестностях.

В городе скорость ветра на 10–20 % ниже, чем за городом. Однако, в условиях городской застройки, особенно многоэтажной, часто образуются зоны резкого усиления ветра, скорость которого в 2–3 раза выше, чем на открытой местности. На скорость ветра большое влияние оказывает рельеф и защищенность места. Элементами защищенности являются лес, возвышенности, строения. На ровных, относительно открытых местах города средняя годовая скорость ветра составляет 1,3 м/с. В период прохождения циклонов скорость ветра усиливается до 8–12 м/с, но бывают порывы и большей силы. Средняя скорость зимой больше, чем летом. В большом городе ветер отклоняется от своего нормального направления, так как при сомкнутой застройке он дует вдоль длинных и прямых уличных магистралей, а местные завихрения, вызванные термическими различиями, могут образовываться даже во дворах. На рис. 4 показана схема циркуляции загрязнений в атмосферном воздухе крупного промышленного города при разном типе погоды.

Большое значение для размещения промышленных предприятий в крупных городах имеет такая характеристика местного климата, как роза

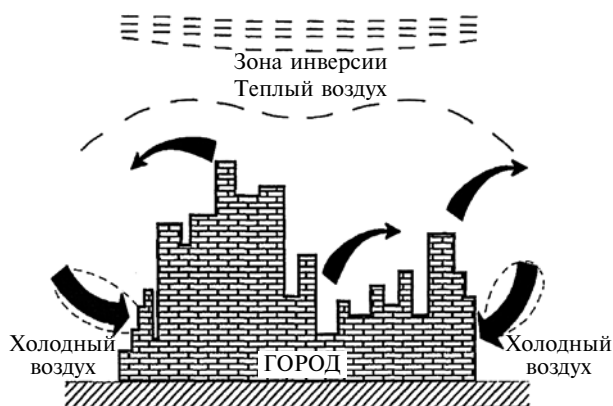


Рис. 3. Схема циркуляции воздуха вблизи «острова тепла»

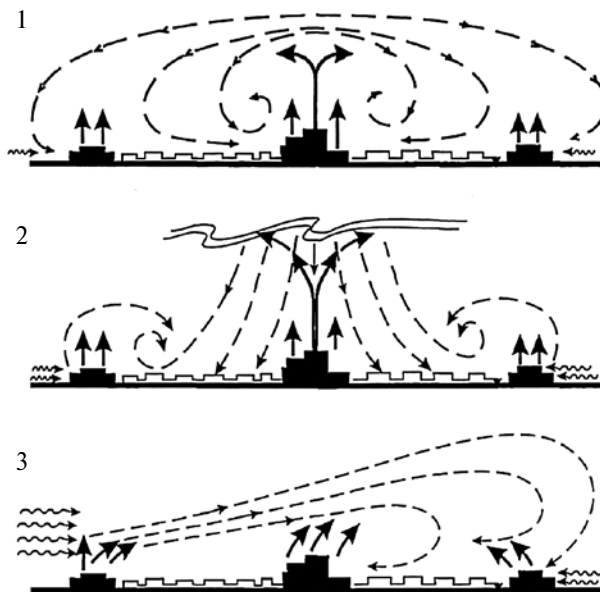


Рис. 4. Схема циркуляции загрязнений в атмосферном воздухе крупного промышленного города при разном типе погоды

ветров. Например, в Москве многолетние наблюдения на семи метеостанциях, размещенных по всей территории города, показали, что каждому району свойственна своя роза ветров, не похожая на другие. Поэтому при размещении нового предприятия или расчете вредностей при реконструкции существующего всегда принимают розу ветров ближайшей метеостанции.

Ареал влияния крупного города и городской агломерации на окружающую среду, имеющий радиус в 40–50 раз больший, чем радиус города (по высоте, с некоторой долей условности — до 5 км), у градостроителей принято называть градосферой [6]. В агломерациях США, Западной Европы локальные изменения климата охватывают большие пространства в результате суммирования влияния на климат многочисленных близко расположенных населенных пунктов. Так что градосфера, меняющая свой специфический мезоклимат, охватывает иногда целые регионы.

Таким образом, информация о погодных и климатических условиях размещения конкретной строительной площадки промпредприятия чрезвычайно важна, так как условия переноса и рассеивания примесей, загрязняющих атмосферный воздух, зависят от множества микроклиматических условий, характерных именно для данного места в городе.

Следует сказать, что ГОТ концентрируют в себе вредные для человека и окружающей среды газообразные и пылевые выбросы от промышленности, энергетики и транспорта, которые вы-

падают с дождями на территории города, как правило, на некотором расстоянии от ГОТ (в сторону преобладающего ветра). Авторы данной статьи предполагают, что вредное воздействие таких

дождей на человека можно ослабить, если вызывать дождь при прохождении ГОТ над парком или водной поверхностью, что технически сегодня вполне возможно.

Библиографический список

1. Голицын А. Н. Основы промышленной экологии. Учебник. — М.: Академия, 2002. 240 с.
2. Эколого-экономические проблемы России и ее регионов: учебное пособие // Под ред. В. Г. Глушковой. — М.: Московский Лицей, 2003. 303 с.
3. Игнатов В. Г., Кокин А. В. Экология и экономика природопользования. — Ростов-на-Дону, изд. «Феникс», 2003. 508 с.
4. Денисов В. В., Гутенев В. В., Луганская И. А. «Экология». — М.: Вузовская книга, 2002. — 726 с.
5. Луканин В. Н., Трофименко Ю. В. Промышленно-транспортная экология. — М.: Высшая школа, 2001 г. 273 с.
6. Григорьев В. А., Огородников И. А. Проблемы экологизации городов в мире, России, Сибири — Новосибирск, 2001 г. — 148 с.
7. Исаев А. А. Экологическая климатология. — М.: «Научный мир», 2003. — 472 с.
8. Российский гидrometeorологический энциклопедический словарь // под ред. Бедрицкого, СПб, М., «Летний сад», 2008, Т. I. — 336 с, Т. II. — 312 с., Т. III. — 216 с.
9. Хромов С. П., Мамонтова Л. И. Метеорологический словарь, 1974, «Гидрометеиздат», 123 с.
10. Глухов В. В., Некрасова Т. П. «Экономические основы экологии». — Учебник. СПб, 2011. — 385 с.

INFLUENCE OF THE URBAN HEAT ISLAND EFFECTS ON THE ECOLOGY OF A MEGACITY

V. V. Aleksashina, Doctor of Architecture;

Le Minh Tuan, Post-graduate,

Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia

References

1. Golitsyn A. N. Osnovy promyshlennoy ekologii. Uchebnik. [Fundamentals of industrial ecology]. Moscow, Akademiya, 2002. P. 240. [in Russian]
2. Ekologo-ekonomicheskiye problemy Rossii i yeyo regionov: uchebnoye posobiye [Ecological and economic problems of Russia and its regions: textbook. Moscow]. Moskovskiy Litsey, 2003. P. 303. [in Russian]
3. Ignatov V. G., Kokin A. V. Ekologiya i ekonomika prirodopolzovaniya. [Ecology and Economics of nature management]. Rostov on Don: Phoenix, 2003. P. 508. [in Russian]
4. Denisov V. V., Gutenev V. V., Luganskaya I. A. Ekologiya. [Ecology]. Moscow, Vuzovskaya kniga, 2002. P. 726. [in Russian]
5. Lukanin V. N., Trofimenko Yu. V. Promyshlenno-transportnaya ekologiya. [Industrial and transport ecology]. Moscow, Vysshaya shkola, 2001. P. 273. [in Russian]
6. Grigoryev V. A., Ogorodnikov I. A. Problemy ekologizatsii gorodov v mire, Rossii. [Problems of green cities in the world, Russia]. Siberia: Novosibirsk, 2001. P. 148. [in Russian]
7. Isayev A. A. Ekologicheskaya klimatologiya. [Environmental climatology]. Moscow, Nauchny mir, 2003. P. 472. [in Russian]
8. Rossiyskiy gidrometeorologicheskiy entsiklopedicheskiy slovar. Russian hydrometeorological encyclopaedic dictionary. Saint Petersburg: Letniy sad, 2008, Vol. I, P. 336, Vol. II. P. 312, Vol. III. P. 216. [in Russian]
9. Khromov S. P., Mamontova L. I. Meteorologicheskiy slovar. [Meteorological dictionary]. Moscow, Gidrometeoizdat, 1974. P. 123. [in Russian]
10. Glukhov V. V., Nekrasova T. P. Ekonomicheskiye osnovy ekologii. [Economic fundamentals of ecology] Saint Petersburg, Uchebnik, 2011. P. 385. [in Russian]

СТРУКТУРА СООБЩЕСТВ КРУПНЫХ НАПОЧВЕННЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ПРИДОРОЖНЫХ ТЕРРИТОРИЙ Г. ОРЕНБУРГА

Е. В. Пятин, кандидат биологических наук,
ученый секретарь,
Федеральное государственное бюджетное
научное учреждение «Центральный музей
почвоведения им. В. В. Докучаева»,
kat1977kat@gmail.com,
Санкт-Петербург, Россия,
М. А. Булгакова, кандидат биологических наук,
старший преподаватель,
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования «Оренбургский государственный
университет», biosu@mail.ru,
Оренбург, Россия

Изучалось влияние городских автодорог на трофическую структуру сообществ напочвенных беспозвоночных. Урбанизация территории, постоянное увеличение интенсивности городского транспорта неизменно сопровождается цепью негативных явлений, и прежде всего чрезмерным скоплением в атмосфере различных газо- и пылеобразных загрязнений, что приводит к необратимым разрушениям окружающего ландшафта и биосферы в целом. Определение степени антропогенного воздействия производилось методами биологической индикации с использованием почвенной мезофауны в качестве тест-объектов. Для 10 участков исследования, расположенных в черте города Оренбурга, описана растительность и автомобильная нагрузка. Самая высокая плотность автомобильного потока наблюдалась у лесополосы г. Вишневая — Каспийское море (40 авт./мин) и на придорожной территории объездной дороги (39 авт./мин). Наименьшая нагрузка автотранспорта отмечена на придорожной территории у п. Кушкуль — 22 авт./мин. Установлено, что возле автомобильных дорог численно доминируют представители таксонов Carabidae (Жужелицы), Silphidae (Мертвотеды) и Dermestidae (Кожеседы). Представители этих семейств не притомливы к условиям окружающей среды и хищничают без особой специализации. Установлено, что парк 50-летия СССР относится к наиболее нарушенной зоне среди территорий, находящихся в отдалении от дороги.

The influence of urban roads on the trophic structure of ground invertebrate communities was studied. Urbanization of the territory, the constant increase in the intensity of urban transport is inevitably accompanied with a chain of negative phenomena, and, above all, the excessive accumulation of various gas and dust-like pollution in the atmosphere, which leads to irreversible destruction of the surrounding landscape and the biosphere as a whole. Determining the degree of anthropogenic impact was carried out with methods of biological indication using soil mesofauna as test objects. For 10 study sites located within the city of Orenburg, vegetation and car load are described. The highest density of traffic was observed at the town of Vishnevaya — the Caspian Sea forest belt (40 aut./min.) and in the roadside territory of the bypass road (39 aut./min.). The smallest load of motor transport is recorded on the roadside area at Kushkul — 22 buses/min. It has been established that the representatives of the taxa Carabidae (Ground beetles), Silphidae (Mert-eaters) and Dermestidae (Crosheads) are numerically dominating near the highways. The representatives of these families are not fastidious to environmental conditions and are predators without much specialization. It was established that the Park of the 50th Anniversary of the USSR belongs to the most disturbed zone among the territories located at a distance from the road.

Ключевые слова: автотранспорт, Insecta, беспозвоночные, жесткокрылые, мониторинг.

Keywords: transport, insecta, invertebrates, beetles, monitoring.

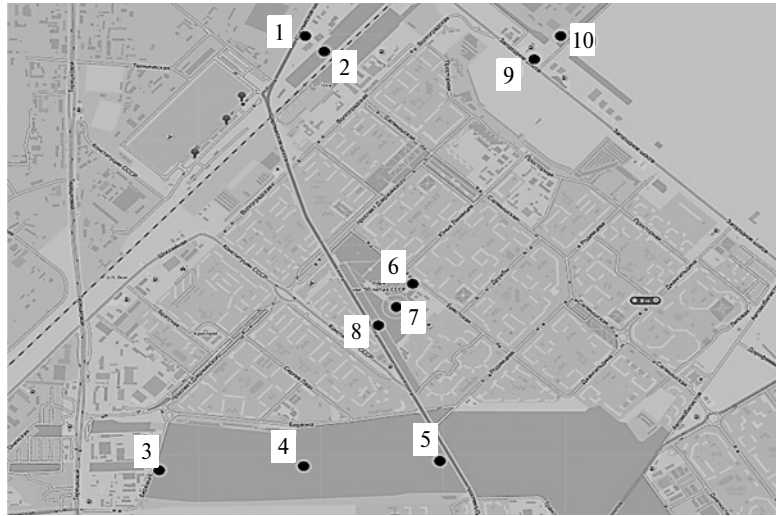
Введение. В настоящее время активно происходят процессы разрастания городов, увеличиваются площади ландшафтов, которые подверглись той или иной степени антропогенной трансформации. Все процессы, протекающие в таких ландшафтах, имеют разную степень отличия от аналогичных процессов, происходящих на нетронутых человеком участках естественной среды [2].

Для Оренбурга данная проблема актуальна, так как являясь административным центром области, город подвергается значительному антропогенному прессингу, так как здесь сосредоточено большое число промышленных предприятий и единиц автотранспорта, а обширные территории покрыты плотной жилой застройкой.

Почвенная мезофауна участвует в биологическом круговороте наземных экосистем, выступает в роли важных элементов пищевых цепей, принимает участие в почвообразовательных процессах [1]. Жесткокрылые чувствительны к антропогенным воздействиям, что позволяет использовать их в качестве сравнительно перспективных объектов биоиндикации. Исследование особенностей и ландшафтного распределения региональной фауны помогает пониманию большинства процессов экосистем.

Проблемы экологической безопасности автотранспорта являются одной из составных частей экологической безопасности всей страны. Важность и острота этой проблемы неумолимо возрастают ежегодно. Рождает тревогу факт того, что выбросы загрязняющих веществ от автомобилей в атмосферу в год увеличиваются на 3,1 % [8, 10]. Вклад автомобильных дорог в загрязнение атмосферы Промышленного района г. Оренбурга составляет 90 %, а предприятий — 10 % [3, 7, 9].

В рамках урбанизации территории, разрастания городов и сопровождающего этот процесс



Точки исследования в Держинском районе г. Оренбурга

Примечание — 1. Шарлыкское шоссе у п. Кушкуль: придорожная территория (плотность потока 22 авт./мин). В растительном покрове преобладает полынок (*Artemisia austriaca*) и пастушья сумка (*Capsella bursa-pastoris*). Плотность проективного покрытия 65 %, высота травостоя 23 см; 2. Точка исследования находится в 100 м от Шарлыкского шоссе. Растительный покров представлен разнотравьем, высота травостоя 41 см, плотность проективного покрытия 80 %; 3. Лесополоса г. Вишневая — Каспийское море: придорожная территория со стороны ул. Березка (автонагрузка 27 авт./мин). В растительном покрове отмечен полынок (*Artemisia austriaca*), пастушья сумка (*Capsella bursa-pastoris*), клевер (*Trifolium* sp.) и одуванчик (*Taraxacum officinale*). Плотность проективного покрытия 30 %, высота травостоя 27 см; 4. Точка исследования находится на территории лесополосы г. Вишневая — Каспийское море в 100 м от ул. Березка. Высота древостоя 6 м, травостоя — 24 см. В древостое преобладает клен татарский (*Acer tataricum*), тополь дрожащий (*Populus tremula*) и береза повислая (*Betula pendula*); 5. Лесополоса г. Вишневая — Каспийское море. Придорожная территория лесополосы со стороны проспекта Победы (плотность автотранспорта равна 40 авт./мин); 6. Парк 50-летия СССР: придорожная территория ул. Брестская (плотность автотранспорта 33 авт./мин). В растительном покрове отмечено доминирование пастушьей сумки (*Capsella bursa-pastoris*) и одуванчика (*Taraxacum officinale*); 7. Точка исследования находится непосредственно на территории парка 50-летия СССР. Высота древостоя 4 м, травостоя — 21 см. В древостое преобладает сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*), лиственница сибирская (*Larix sibirica*), тополь дрожащий (*Populus tremula*) и береза повислая (*Betula pendula*); 8. Точка находится на придорожной территории парка 50-летия СССР со стороны ул. Театральная (плотность потока 30 авт./мин). Фитоценоз представлен пастушьей сумкой (*Capsella bursa-pastoris*), одуванчиком (*Taraxacum officinale*) и клевером (*Trifolium* sp.); 9. Придорожная территория объездной дороги (плотность автотранспорта 39 авт./мин). В растительном покрове отмечен полынок (*Artemisia austriaca*), пастушья сумка (*Capsella bursa-pastoris*) и одуванчик (*Taraxacum officinale*), шалфей (*Salvia* sp.), бессмертник песчаный (*Helichrysum arenarium*). Плотность проективного покрытия 20 %, высота травостоя 20 см; 10. Территория лесополосы в 100 м от объездной дороги. В древостое преобладают клен татарский (*Acer tataricum*) и береза повислая (*Betula pendula*)

увеличение числа автомобилей сопровождается регулярным и обильным скоплением в атмосфере разных газовых и пылеобразных загрязнителей.

Широта распространения различных групп беспозвоночных позволяет достаточно эффективно проводить оценку состояния окружающей среды при антропогенном химическом загрязнении [4–6].

Модели и методы. Материалы собраны в период с июля и сентябрь 2017 года на территории г. Оренбурга (рисунок).

Для учета почвенных беспозвоночных использовался метод почвенных ловушек Барбера, ориентированный, главным образом, на бегающих или роющих в верхних слоях почвы насекомых [1, 2]. Всего отработано 2 тыс. ловушко-суток.

Результаты и обсуждение. Обнаружены представители семи семейств животных: Кивсяки (*Julida*), Уховертки (*Dermaptera*), Коротконожки

(*Staphylinidae*), Мертвоеды (*Silphidae*), Жужелицы (*Carabidae*), Чернотелки (*Tenebrionidae*), Кожееды (*Dermestidae*) (таблица).

Влияние автотранспорта на беспозвоночных опосредовано. Повышение температуры почвы и воздуха вблизи дорожного полотна позволяет беспозвоночным осенью дольше сохранять активность. Под влиянием автодороги изменяется структура фитоценозов, видовое богатство их не так широко, растения менее плотно покрывают почву, они запылены и концентрируют в себе контаминанты. Вблизи дороги нет достаточной подстилки в связи с ежемесячным кошением трав. В то же время под колеса автомобилей попадают бродячие животные, несвоевременная уборка которых собирает падальщиков вокруг трупов.

Анализируя соотношение семейств на разных точках сбора, можно увидеть закономерность: в придорожной территории обитают в

Результаты сбора беспозвоночных на участках исследования

Таксономические группы беспозвоночных	Участки исследования, %									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Julida</i>	—	10	—	4	—	—	3	—	—	4
<i>Dermaptera</i>	—	10	—	2	—	—	2	—	—	6
<i>Staphylinidae</i>	2	24	6	33	1	2	34	5	2	11
<i>Silphidae</i>	29	34	20	21	12	18	37	21	11	—
<i>Carabidae</i>	10	10	19	21	27	27	16	24	6	15
<i>Tenebrionidae</i>	2	10	3	15	—	9	8	—	5	24
<i>Dermestidae</i>	57	2	52	4	60	44	—	50	76	40
Общая численность, экз./м ²	289 ± 9,24	477 ± 25,16	247 ± 16,87	640 ± 61,14	211 ± 18,54	147 ± 13,01	378 ± 19,21	207 ± 17,81	116 ± 7,09	504 ± 51,28

Примечание. Цветом отмечены придорожные участки сбора; жирность показывает группу с наибольшей численностью.

основном хищники: *Carabidae* (Жужелицы), *Silphidae* (Мертвоеды), *Dermestidae* (Кожееды). Представители этих семейств неприхотливы к условиям окружающей среды и хищничают без особой специализации. Некоторые виды питаются не только на живой добыче, они могут питаться падалью или даже растительной материей.

Остальные семейства, отловленные на придорожной территории, находящиеся в меньшинстве, являются сапрофагами: *Julida* (Кивсяки), *Dermaptera* (Уховертки), *Staphylinidae* (Коротконодкрылые), *Tenebrionidae* (Чернотелки). Данные представители эпигейных жесткокрылых питаются листьями деревьев и грибами, также потребляя кору и гнилые побеги растений. Эти виды семейств нуждаются в хорошей подстилке, и предпочитают влажные места обитания.

По полученным данным парк 50-летия СССР относится к наиболее нарушенной зоне среди территорий, находящихся в отдалении от дороги.

Будучи ограниченной с трех сторон автодорогами с высокой плотностью потока почвообитающая мезофауна претерпела сокращение численности представителей сапрофитного комплекса, а также значительно возросло (по отношению к другим точкам исследования в лесополосе) число некрофагов. Все это говорит о чрезмерном отчуждении растительного и древесного опада.

Заключение. Установлена зависимость между численностью различных групп почвенной мезофауны и близостью автодороги. На придорожных территориях обильно представлены хищники и некрофаги (*Carabidae*, *Silphidae*, *Dermestidae*), что можно объяснить небольшим количеством растительных остатков и частым попаданием на обочину сбитых животных. На участках лесополосы отмечено возрастание численности сапрофагов (*Julida*, *Staphylinidae*, *Tenebrionidae*) и появление влаголюбивых пантофагов (*Dermaptera*).

Библиографический список:

1. Строганова М. Н., Мягкова А. Д., Прокофьева Т. В. Роль почв в городских экосистемах // Почвоведение, 1997. — № 1. — С. 96—101.
2. Мордкович В. Г. Беспозвоночные животные и диагностика элементарных почвенных процессов // Почвоведение, 1991. — № 10. — С. 92—99.
3. Bulysheva A. M., Sukhacheva E. Yu., Aparin B. F., Lazareva M. A. Humus horizons of urban ecosystem soils. *Soils of Urban Industrial Traffic Mining and Military Areas*, 2017. No. 9, P. 84—86.
4. Цыцура А. А. Транспортно-дорожный комплекс и его влияние на экологическую обстановку города Оренбурга / А. А. Цыцура, В. Ф. Куксанов, Е. В. Бондаренко. — О.: ИПК ОГУ, 2007. — 164 с.
5. Муртазина Д. Д. Оценка воздействия автомобильного транспорта на экологическое состояние приземного атмосферного воздуха г. Оренбурга // Научно-методический электронный журнал «Концепт». — 2013. — Т. 4. — 126—130 с. — Режим доступа: <http://e-koncept.ru/2013/64026.htm>. — 15.05.18.
6. Мамаев Б. М. Определитель насекомых по личинкам / Б. М. Мамаев. — М.: Просвещение, 1972. — 400 с.
7. Amosse J., Dozsa-Farkas K., Boros G., Rochat G., Le Bayon R.-C. Patterns of earthworm, enchytraeid and nematode diversity and community structure in urban soils of different ages. *European Journal of Soil Biology*, 2016. Vol. 73, P. 46—58.
8. Русанов А. М. Изменения в сообществе почва-растение-почвенная мезофауна под влиянием антропогенной нагрузки // Вестник Оренбургского государственного университета, 2011. — № 12, Ч. — С. 129—131.

9. Груздева Л. П. Применение биоиндикации для выявления техногенного загрязнения агроландшафтов // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель, 2010. — № 3. — С. 13—14.
10. Луговский А. М. Оценка качества и ранжирование антропогенно-измененной территории методом биоиндикационного мониторинга // Проблемы региональной экологии, 2013. — № 3. — С. 29—31.

THE STRUCTURE OF LARGE GROUND INVERTEBRATES' COMMUNITIES OF THE ROADSIDE TERRITORIES OF THE CITY OF ORENBURG

E. V. Pyatina, Ph. D. (Biology), Science Secretary, V. V. Dokuchaev Central Museum of Soil Science, kat1977kat@gmail.com, St. Petersburg, Russia;

M. A. Bulgakova, Ph. D. (Biology), Senior Lecturer, Orenburg State University, biosu@mail.ru, Orenburg, Russia

References

1. Stroganova M. N., Myagkova A. D., Prokof'yeva T. V. Rol' pochv v gorodskikh ekosistemakh [The role of soils in urban ecosystems]. *Pochvovedeniye*, 1997. No. 1. P. 96—101. [in Russian]
2. Mordkovich V. G. Bespozvonochnyye zhivotnyye i diagnostika elementarnykh pochvennykh protsessov [Invertebrates and diagnostics of elementary soil processes]. *Pochvovedeniye*, 1991. No. 10. P. 92—99. [in Russian]
3. Bulysheva A. M., Sukhacheva E. Yu., Aparin B. F., Lazareva M. A. Humus horizons of urban ecosystem soils. *Soils of Urban Industrial Traffic Mining and Military Areas*, 2017. No. 9. P. 84—86.
4. Tsytsura A. A. *Transportno-dorozhnyy kompleks i ego vliyanie na ekologicheskuyu obstanovku goroda Orenburga* [Transport — road complex and its impact on the environmental situation of the city of Orenburg]. Orenburg, IPK OSU, 2007. 164 p. [in Russian]
5. Murtazina D. D. *Ocenka vozdeystviya avtomobilnogo transporta na ekologicheskoe sostoyanie prizemnogo atmosfernogo vozduha g. Orenburga* [Assessment of the impact of road transport on the ecological state of the surface air of the city of Orenburg]. *Nauchno-metodicheskij elektronnyy zhurnal "Koncept"*. 2013. Vol. 4. P. 126—130. [in Russian]
6. Mamayev B. M. *Opredelitel' nasekomykh po lichinkam* [Determinant of insects on larvae]. Moscow, Prosveshcheniye. 1972. 400 p. [in Russian]
7. Amosse J., Dozsa-Farkas K., Boros G., Rochat G., Le Bayon R.-C. Patterns of earthworm, enchytraeid and nematode diversity and community structure in urban soils of different ages. *European Journal of Soil Biology*, 2016. Vol. 73, P. 46—58.
8. Rusanov A. M. *Izmeneniya v soobshestve pochva-rastenie-pochvennaya mezofauna pod vliyaniem antropogennoj nagruzki* [Changes in the community soil-plant-soil mesofauna under the delivery of anthropogenic load]. *Vestnik OSU*, 2011. No. 12. P. 129—131. [in Russian]
9. Груздева Л. П. Применение биоиндикации для выявления техногенного загрязнения агроландшафтов [The use of bioindication to identify technogenic pollution of agricultural landscapes]. *Zemleustrojstvo, kadastr i monitoring zemel*. 2010. No. 3. P. 13—14. [in Russian]
10. Луговский А. М. Оценка качества и ранжирование антропогенно-измененной территории методом биоиндикационного мониторинга [Quality assessment and ranking of anthropogenically modified territory by bioindicative monitoring]. *Problemy regionalnoj ekologii*, 2013. No. 3. P. 29—31. [in Russian]

БИОИНДИКАЦИОННЫЙ АСПЕКТ ИЗМЕНЧИВОСТИ ЛИСТЬЕВ *ACER NEGUNDO* L. ПРИ ЗАГРЯЗНЕНИИ ГОРОДСКИХ ПОЧВ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

А. Б. Савинов, кандидат биологических наук, доцент, sabcor@mail.ru,
Ю. Д. Никитин, аспирант, yuriy156@rambler.ru,
Е. А. Ерофеева, доктор биологических наук, доцент, ele77785674@yandex.ru,
Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского (ННГУ),
Н. Новгород, Россия

Проведены исследования изменчивости морфологических признаков листьев и фенофондов (совокупностей фенов — вариантов форм листьев) группировок клена ясенелистного *Acer negundo* L. из четырех рекреационных зон г. Нижнего Новгорода с разной степенью загрязнения почв тяжелыми металлами (ТМ): свинцом, цинком, медью, хромом. Исследования показали, что по градиенту повышения уровня загрязнения почв ТМ в группировках *A. negundo*, во-первых, наблюдается тенденция уменьшения размеров листьев (уменьшается длина листовой пластинки, черешка, ширины листьев); во-вторых, по сравнению с фенофондом контрольной группировки клена (из биотопа с наименьшей суммарной токсической нагрузкой на почву) в фенофондах трех других биотопов возрастает частота встречаемости 6 фенов, но снижается частота встречаемости других 11 фенов. В результате при усилении загрязнения почв ТМ у клена уменьшается среднее число фенов и возрастает доля редких фенов. Зависимость изменения этих показателей от суммарной токсической нагрузки на почву может быть использована для биоиндикации и биомониторинга состояния экосистем, тем более, что клен ясенелистный обычен для урбоэкосистем, осуществляет экспансию в биоценозы сопредельных природных территорий.

Variability of the leaf morphological features and phenofund (sets of phenes, i.e. various varieties of leaf form) in maple *Acer negundo* L. clusters in four recreational zones of Nizhny Novgorod with varying degrees of soil contamination with heavy metals (HM) (lead, zinc, copper, chromium) were studied. The research has shown that, according to the gradient of increasing the level of soil contamination with HM in the *A. negundo* groupings, firstly, there is a tendency to reduce the size of the leaves (the length of the leaf blade, petiole, the leaf width decrease); secondly, compared with the phenofund of the maple control group (from a biotope with the lowest total toxic load on the soil), the frequency of occurrence of 6 phenes increases in the phenofund of three other biotopes, but the frequency of other 11 phenes decreases. As a result, with increasing soil contamination by HM, the average number of phenes in maple decreases and the proportion of rare phenes increases. The dependence of the changes in these indicators on the total toxic load on the soil can be used for bioindication and biomonitoring of the ecosystem state, even more so, since the maple is common in urban ecosystems and expands into the biocenoses of the adjacent natural territories.

Ключевые слова: *Acer negundo* L., фены листьев, тяжелые металлы, почвы, урбоэкосистемы, биоиндикация.

Keywords: *Acer negundo* L., phenes of leaves, heavy metals, soil, urban ecosystems, bioindication.

Введение. Адаптации у растений к загрязнению почв тяжелыми металлами (ТМ) проявляются на различных уровнях, в том числе на морфологическом [2, 5]. При этом морфологическая изменчивость растений может регистрироваться по качественным признакам, т. е. феном [5, 6], что позволяет осуществлять индикацию состояния группировок растений и косвенно оценивать состояние их биотопов.

Исходя из этого, целью исследования было изучение особенностей морфологической изменчивости листьев и их фенофондов в группировках широко распространенного в урбоэкосистемах клена ясенелистного *Acer negundo* L. по градиенту загрязнения почв ТМ в ряде рекреационных зон г. Нижнего Новгорода. Это расширяет возможности использования клена ясенелистного в биоиндикационном аспекте, поскольку сведения об особенностях его морфологической адаптации в условиях загрязнения урбоэкосистем крайне ограничены, не затрагивают этого явления по градиентам загрязнения почв биотопов *Acer negundo* [5, 7], а фенотипическая пластичность *A. negundo* исследуется лишь в аспекте инвазивности этого вида [8, 9].

Материал и методы. Были выбраны группировки *A. negundo*, произрастающие в следующих биотопах: условно-контрольный биотоп 1 — ландшафтный памятник природы на окраине города, удаленный от автомагистралей на 0,5 км; биотопы 2—4 — городские парки, по периметрам которых проходят автомагистрали — источники загрязнения экосистем парков ТМ. Анализы содержания ТМ (Cu, Pb, Zn, Cr) в почвах биотопов выполнены в НИИХимии при ННГУ методом атомно-адсорбционной спектроскопии. На основе

Таблица 1
Содержание тяжелых металлов (ТМ) в почвах биотопов парков

Биотопы	Содержание ТМ, мг/кг почвы				Z, отн. ед.
	Zn	Pb	Cr	Cu	
1 (контроль)	34,1 ± 8,5	10,0 ± 2,5	15,2 ± 3,0	7,0 ± 1,7	1,00
2	71,6 ± 16,4	18,2 ± 4,6**	19,4 ± 4,1	15,9 ± 4,0*	1,86
3	72,1 ± 18,2*	31,1 ± 7,4*	20,1 ± 3,9	22,1 ± 5,5**	2,07
4	142,0 ± 35,3**	42,3 ± 10,3**	22,3 ± 4,2	16,4 ± 4,1*	2,79
ПДК	100	32	6	55	—

Примечание: Z — суммарная токсическая нагрузка; * — $p < 0,05$; ** — $p < 0,01$ по отношению к показателям биотопа 1.

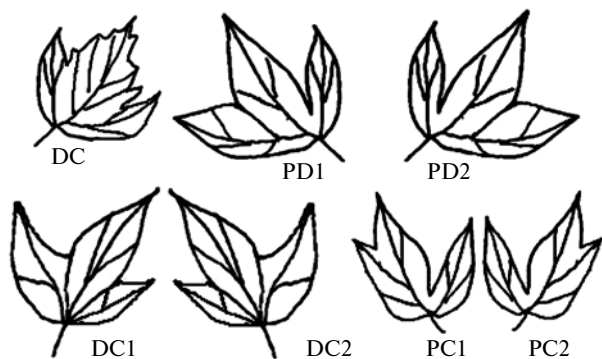


Рис. 1. Фены листьев, дополнительно отмеченные в фенофондах *A. negundo* L. (2017 г.)

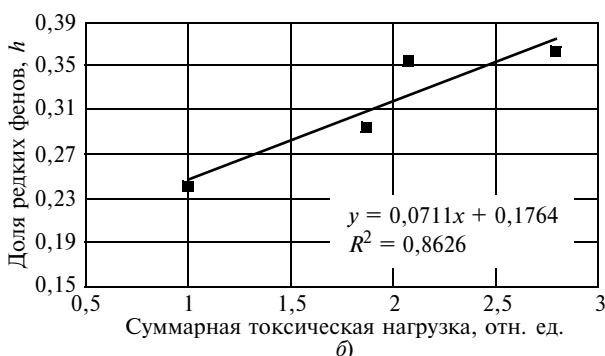
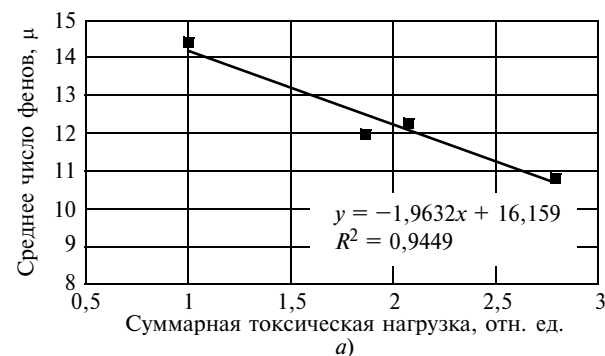


Рис. 2. Зависимость изменения среднего числа фенов (а) и доли редких фенов (б) *A. negundo* от суммарной токсической нагрузки на его биотопы

этих данных рассчитаны показатели суммарной токсической нагрузки (Z) (табл. 1) на почвы по известной формуле [1].

В июне 2017 г. в биотопах 1—4 в пределах пробных площадок размером 20×20 м: 1) отбирали по 100 листьев (из нижних частей крон 10 деревьев), определяли их фены с учетом ранее выполненного анализа фенофондов *A. negundo* в районе исследований [5], регистрировали новые фены (рис. 1) и оценивали фенетическое разнообразие группировок клена (среднее число фенов, долю редких фенов) с использованием формул Л. А. Животовского [3]; 2) у 50 листьев в указанной выборке регистрировали морфометрические параметры (длину листа, длину черешка, ширину правой и левой частей листа).

Статистический анализ результатов исследований проводили с помощью программ Microsoft Excel, БИОСТАТИСТИКА 4.03, используя критерий Стьюдента.

Результаты и их обсуждение. Исследования показали, что, во-первых, в группировках клена по градиенту загрязнения биотопов выражена тенденция уменьшения размеров листьев (табл. 2); во-вторых, по сравнению с фенофондом контрольной группировки клена из биотопа 1 в фенофондах из биотопов 2—4 возрастает частота встречаемости 6 фенов: А, А1, С, D, DC, DC1, но

Таблица 2

Изменчивость признаков листьев *Acer negundo* из биотопов с разными нагрузками ТМ

Биотопы/популяции	Величины признаков, см			
	ДЛ	ДЧ	ШЛЧ	ШПЧ
1 (контроль)	$11,8 \pm 0,39$	$9,6 \pm 0,54$	$3,7 \pm 0,23$	$3,5 \pm 0,20$
2	$11,2 \pm 0,21$	$9,5 \pm 0,40$	$3,3 \pm 0,20$	$3,4 \pm 0,21$
3	$10,4 \pm 0,37^*$	$9,2 \pm 0,51$	$3,1 \pm 0,32$	$3,2 \pm 0,35$
4	$9,6 \pm 0,24^{***}$	$9,0 \pm 0,26$	$2,8 \pm 0,24^{**}$	$2,9 \pm 0,18^*$

Примечание: ДЛ — длина листа; ДЧ — длина черешка; ШЛЧ — ширина левой части листа; ШПЧ — ширина правой части листа; * — $p < 0,05$, ** — $p < 0,01$, *** — $p < 0,001$.

Таблица 3

Фенетическое разнообразие листьев в группировках клена ясенелистного

Код фена	Частоты фенов в биотопах 1—4			
	1	2	3	4
A	0,110	0,164	0,188	0,194
A1	0,028	0,038	0,052	0,030
B	0,202	0,116	0,118	0,150
B1	0,142	0,032	0,008	0,020
C	0,168	0,334	0,324	0,340
C1	0,040	0,034	0,032	0,028
C2	0,050	0,042	0,046	0,034
D	0,022	0,042	0,038	0,024
DC	0,030	0,078	0,076	0,092
DC1	0,012	0,020	0,018	0,016
DC2	0,022	0,026	0,040	0,022
K	0,086	0,044	0,026	0,030
P1	0,026	0,006	0,008	0,006
P2	0,012	0,008	0,004	0,006
PC1	0,006	0,008	0,002	—
PC2	0,008	0,002	0,006	0,002
PD1	0,008	—	0,004	0,004
PD2	0,012	—	0,006	0,002
R	0,016	0,006	0,004	—
Среднее число фенов, μ	$14,40 \pm 0,36$	$11,98 \pm 0,35^*$	$12,26 \pm 0,41^*$	$10,83 \pm 0,37^*$
Доля редких фенов, h	$0,24 \pm 0,02$	$0,30 \pm 0,02$	$0,35 \pm 0,02^*$	$0,36 \pm 0,02^*$

Примечание: * $p < 0,001$.

снижается частота встречаемости других 11 фенов: В, В1, С1, С2, К, Р1, Р2, РС2, PD1, PD2, R (табл. 3).

При этом с увеличением суммарной токсической нагрузки на биотопы уменьшается среднее число фенов и возрастает доля редких фенов (табл. 3), и эта зависимость высокого уровня (рис. 2).

Заключение. В городских рекреационных зонах по градиенту повышения уровня загрязнения почв ТМ в группировках клена ясенелистного, во-первых, выражена тенденция уменьшения

размеров листьев; во-вторых, в указанных условиях загрязнения обедняются фенофонды группировок *A. negundo*: у клена снижается среднее число фенов и возрастает доля редких фенов листьев. Зависимость изменения этих показателей от суммарной токсической нагрузки на почвы зарегистрирована высокого уровня и может быть использована для биоиндикации и мониторинга состояния урбоэкосистем, тем более, что клен ясенелистный не только обычен для городских экосистем, но и осуществляет экспансию в биоценозы сопредельных природных территорий.

Библиографический список

1. Безель В. С., Жуйкова Т. В., Позолотина В. Н. Структура ценопопуляций одуванчика и специфика накопления тяжелых металлов // Экология. — 1998. — № 5. — С. 376—382.
2. Ерофеева Е. А., Сухов В. С., Наумова М. М. Двухфазная зависимость некоторых эколого-морфологических и биохимических параметров листовой пластинки березы повислой от уровня автотранспортного загрязнения // Поволж. экол. журн. — 2009. — № 4. — С. 288—295.
3. Животовский Л. А. Популяционная биометрия. — М.: Наука, 1991. — 271 с.
4. Савинов А. Б. Анализ фенотипической изменчивости одуванчика лекарственного (*Taraxacum officinale* Wigg.) из биотопов с разными уровнями техногенного загрязнения // Экология. — 1998. — № 5. — С. 362—365.
5. Савинов А. Б. Фенотипическая индикация ценопопуляций растений в условиях техногенеза // Экологический мониторинг. — Ч. 5. — Н. Новгород: Изд-во ННГУ, 2003. — С. 300—323.
6. Соколова Г. Г., Камалтдинова Г. Т. Морфогенетический полиморфизм листьев клевера ползучего // Изв. АлтГУ. — 2010. — Т. 1. — № 3. — С. 48—51.
7. Убаева Р. Ш., Муталова С. Ш. Влияние загрязнения воздушного бассейна на морфологическую структуру листа разных видов кленов в условиях г. Грозного // Наука и бизнес: пути развития. — 2013. — № 11 (29). — С. 60—65.
8. Lamarque L. J., Porte A. J., Eymeric C., Lasnier J. B., Lortie C. J., Delzon S. A test for pre-adapted phenotypic plasticity in the invasive tree *Acer negundo* L // PLoS ONE. — 2013. — Vol. 8. — No 9. — P. 1—10.
9. Porte A. J., Lamarque L. J., Lortie C. J., Michalet R., Delzon S. Invasive *Acer negundo* outperforms native species in non-limiting resource environments due to its higher phenotypic plasticity // BMC Ecology. — 2011. — Vol. 11. — No 28. — P. 1—10.

BIOINDICATIVE ASPECT OF ACER NEGUNDO L. LEAF VARIABILITY UNDER THE POLLUTION OF URBAN SOILS WITH HEAVY METALS

A. B. Savinov, Ph. D. (Biology), Associate Professor, N. Novgorod State University, sabcor@mail.ru, N. Novgorod, Russia;

Yu. D. Nikitin, Post-graduate student, N. Novgorod State University, yuriy156@rambler.ru, N. Novgorod, Russia;

E. A. Erofeeva, Ph. D. (Biology), Dr. Habil, Professor, N. Novgorod State University, ele77785674@yandex.ru, N. Novgorod, Russia

References

1. Bezel V. S., Zhuikova T. V., Pozolotina V. N. Struktura cenopopulyacij oduvanchika i specifika nakopleniya tyazhelyh metallov. *Ekologiya* [The structure of dandelion cenopopulations and specific features of heavy metal accumulation. *Rus. J. Ecol.*] 1998. Vol. 29 No. 5. P. 331—337. [in Russian]
2. Erofeeva E. A., Sukhov V. S., Naumova M. M. Dvufaznaya zavisimost' nekotoryh ehkologo-morfologicheskikh i biohimicheskikh parametrov listovoj plastinki beryozy povisloy ot urovnya avtotransportnogo zagryazneniya. *Povolzh. ehkol. zhurn.* [Biphase dependence of some biochemical and morphogenetic birch leaf lamina parameters on the motor-transport pollution level. *Povolzhsk. J. Ecol.*] 2009. No. 4. P. 288—295 [in Russian]
3. Zhivotovsky L. A. Populyacionnaya biometriya [Population biometry]. Moscow, Nauka, 1991. 271 p. [in Russian]
4. Savinov A. B. Analiz fenotipicheskoy izmenchivosti oduvanchika lekarstvennogo (*Taraxacum officinale* Wigg.) iz biotopov s raznymi urovnyami tekhnogennoho zagryazneniya. *Ekologiya* [The analysis of phenotypic variation in common dandelion (*Taraxacum officinale* Wigg.) from biotopes with different levels of technogenic pollution. *Rus. J. Ecol.*] 1998. Vol. 29. No. 5. P. 318—321. [in Russian]
5. Savinov A. B. Fenotipicheskaya indikatsiya cenopopulyacij rastenij v usloviyah tekhnogeneza. *Ekologicheskij monitoring. CH. 5.* [Phenotypic indications of cenopopulations of plants under technogenesis. Ecological monitoring. Part 5] N. Novgorod: Publishing House of N. Novgorod State Univ., 2003. P. 300—323 [in Russian]
6. Sokolova G. G., Kamaltdinova G. T. Morfogeneticheskij polimorfizm list'ev klevera polzuchego. *Izv. AltGU.* [The morphogenetic polymorphism of *Trifolium repens* leaves. *Izvestia AltGU.*] 2010. Vol. 1. No. 3. P. 48—51. [in Russian]
7. Ubaeva R. Sh., Mutsalova S. S. Vliyanie zagryazneniya vozdušnogo bassejna na morfologicheskuyu strukturu lista raznyh vidov klenov v usloviyah g. Groznogo. *Nauka i biznes: puti razvitiya.* [The Effect of Air pollution on morphological structures of maple leaves of different species in Grozny. *Science and business: development ways.*] 2013. No. 11 (29). P. 60—65. [in Russian]
8. Lamarque L. J., Porte A. J., Eymeric C., Lasnier J. B., Lortie C. J., Delzon S. A test for pre-adapted phenotypic plasticity in the invasive tree *Acer negundo* L. *PLoS ONE*, 2013. Vol. 8. No. 9. P. 1—10.
9. Porte A. J., Lamarque L. J., Lortie C. J., Michalet R., Delzon S. Invasive *Acer negundo* outperforms native species in non-limiting resource environments due to its higher phenotypic plasticity. *BMC Ecology*. 2011. Vol. 11. No. 28. P. 1—10.

МУЗЕЙ МАМОНТА: СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

С. Е. Федоров, кандидат биологических наук,
инженер-исследователь лаборатории,
Музей мамонта НИИ прикладной экологии
Севера СВФУ, Sergej.fedorov@mail.ru,
Якутск, Россия

Созданию Музея мамонта предшествовал долгий период накопления знаний о вымерших плейстоценовых млекопитающих Якутии, который можно условно разделить на два этапа: донаучный и научный. Научный этап, в свою очередь, подразделен на пять условных периодов по временным отрезкам. В каждом из периодов рассмотрены ключевые события, палеонтологические находки и открытия, приведшие к значительному росту знаний о вымерших четвертичных млекопитающих. Закономерным итогом изучения и накопления экспонатов вымерших млекопитающих стало создание в 1991 г. Всемирного Музея мамонта, инициатором которого был якутский палеонтолог П. А. Лазарев. История величайших палеонтологических открытий на территории Северо-Востока Азии золотыми буквами вписана в страницы истории изучения Земли и является его неотъемлемой частью.

The creation of the Mammoth Museum was preceded by a long period of knowledge accumulation on the extinct Pleistocene mammals of Yakutia, which can be divided into two stages: pre-scientific and scientific. The scientific stage, in turn, is comprised of five conventional periods by time intervals. Key events, paleontological findings and discoveries that led to a significant increase in knowledge about the extinct Quaternary mammals are examined in each period. The natural result of the study and accumulation of the exhibits of the extinct mammals was the creation of the Mammoth Museum in 1991. It was initiated by Yakut paleontologist P. A. Lazarev. The history of the greatest paleontological discoveries in the territory of the North-East of Asia is inscribed in golden letters in the pages of the history of the study of the Earth and is an integral part of it.

Ключевые слова: Музей мамонта, мамонт, млекопитающие четвертичного периода, донаучный этап, научный этап, Академия наук.

Keywords: the Mammoth Museum, the mammoth, the Pleistocene mammals, pre-scientific stage, scientific stage, the Academy of Sciences.

История и популяризация исследований четвертичных млекопитающих Якутии начинается, в первую очередь, с мамонта — символа всех вымерших животных ледниковой эпохи. Мамонт пользуется неизменным интересом у всех категорий посетителей в музеях, имеющих коллекцию четвертичных животных. Находки трупов мамонтов, носорогов, лошадей, бизонов с мышцами, кожей и шерстью приурочены исключительно к Северо-Востоку Азии. Наличие мощного подземного оледенения с образованием мерзлых грунтов (вечной мерзлоты), достигающего на территории Якутии мощности до 1500 м — основная причина хорошей сохранности трупов.

Созданию Музея мамонта предшествовал долгий период накопления знаний о вымерших млекопитающих плейстоценового периода. История палеонтологических исследований в Якутии связана, в первую очередь, с именами известных исследователей Д. Г. Месершмидта, П. С. Палласа, М. М. Геденштрама, С. Г. Гмелина, Ф. Ф. Брандта, М. И. Адамса, Э. В. Толля, А. А. Бунге, Г. Л. Майделя, И. Д. Черского, О. Ф. Герца, К. А. Воллосовича, А. А. и Ф. А. Бялыницкого-Бирули, М. И. Бруснева, В. И. Иохельсона, А. Ф. Миддендорфа, В. М. Зензинова, И. П. Толмачева и других, в XX веке — с именами Н. К. Верещагина, Б. С. Русанова, В. Е. Гарутт, А. В. Шера, Э. А. Вангенгейма, А. И. Томской, В. В. Украинцевой, А. Н. Смирнова, Г. Ф. Барышникова, К. Н. Гурьева, П. Н. Колосова, П. А. Лазарева, Ю. В. Шумилова, А. Н. Тихонова, Г. Г. Боескорова, С. Е. Мостахова и других. Материалы исследований и публикации этих авторов позволяют проследить поэтапное накопление сведений, научных знаний о животных четвертичного периода, развитие во времени представлений о мамонте, его спутниках и их роли в культурной жизни коренных народов Севера.

В истории рассматриваемого научного направления могут быть выделены следующие этапы его развития:

1. *Донаучный этап* изучения четвертичных млекопитающих Якутии (с древнейших времен до XVIII в.) дал представление о мамонте как мифическом существе с неясными особенностями строения, поведения и обитания.

2. *Научный этап* (с конца XVIII в. — до конца XX в.) можно разделить на следующие периоды:

I период. Первые исследования млекопитающих четвертичного периода учеными-естествоиспытателями (конец XVIII в. — первая половина XIX в.).

Впервые в мире хорошо сохранившиеся части тела ископаемого животного — шерстистого носорога были найдены якутами — охотниками в декабре 1771 г. на берегу р. Виллой (Виллойский носорог (1771)). Переломный момент в мировоз-

зрениях и взглядах на мамонтов наступил в конце XVIII — начале XIX веков и связан он с первой достоверной находкой мамонта по месту захоронения и научному обследованию охотником Осипом Шумаховым в 1799 г. в низовье реки Лены (Мамонт Адамса (1799)). В это время происходило накопление палеонтологических экспонатов из Якутии в музеях и академических учреждениях России. Большой вклад в развитие рассматриваемого научного направления внесли Д. Г. Месершмидт, П. С. Паллас, М. И. Адамс, М. М. Геденштром, Ф. Ф. Брандт.

II период. Комплексные экспедиции Императорской академии наук (1850-е—1900-е гг.).

Были организованы Северо-Восточная (1869), три Полярные экспедиции (1885—1886, 1893—1894, 1900—1902), экспедиции АН по раскопкам Санга-Юряхского мамонта Санникова (1892), Березовского мамонта (1901), Санга-Юряхского мамонта Воллосовича (1908), Ляховского мамонта Стенбок-Фермора (1909), в результате которых был собран, а затем изучен богатейший материал по анатомическому, морфологическому, микроскопическому и гистологическому строению, питанию вымерших млекопитающих, предприняты первые попытки реконструкции растительности, палеоландшафта и климата четвертичного периода. Исследованиями палеонтологических материалов экспедиций Академии наук занимались Л. И. Шренк, Э. В. Толль, А. А. Бунге, Г. Л. Майдель, И. Д. Черский, М. В. Павлова, И. Ф. Шмальгаузен, О. Ф. Герц, Е. В. Пфиценмайер, А. Ф. Миддендорф, А. А. и Ф. А. Бялыницкий-Бируля, В. В. Заленский, П. М. Малиев, М. И. Бруснев, К. А. Воллосович и другие. Наиболее значительные находки рассматриваемого периода — Верхоянский носорог (1877), Березовский мамонт Герца (1901), Санга-Юряхский мамонт Воллосовича (1908), Ляховский мамонт Стенбок-Фермора (1909). Значительную роль для развития палеонтологических исследований сыграла премия за обнаружение мамонтов, учрежденная Императорской академией наук в 1860 г.

III период. Первые советские исследования мамонтовой фауны (1920-е—1930-е гг.).

В 1920-е гг. начинается активное изучение северных территорий России Академией наук СССР. Большая роль в этих исследованиях принадлежит экспедиции Комиссии по изучению производительных сил Якутской АССР (1925—1930). Многие экспонаты в Якутский краеведческий музей были переданы участниками экспедиций Комиссии, составившие впоследствии основу палеонтологической коллекции Якутского объединенного музея истории и культуры народов Се-

ра им. Ем. Ярославского [1]. Впервые в молодой республике — Якутской АССР в 1927 г. из отдельных костей мамонта был собран сборный скелет в Зоологическом отделе Краеведческого музея, привлекая всеобщее внимание общественности [2].

Самая значительная в научном плане находка данного периода — Среднеколымский мамонт (1924) [3].

IV период. Период 1950—1990-х гг.

Территория Якутии становится в целом основным исследовательским полигоном российской палеонтологии четвертичного периода. Этот период характеризуется подъемом в изучении мамонтовой фауны, что было связано с государственной поддержкой науки, системой планирования научно-исследовательской работы, внедрением новых методов палеонтологических исследований (метода меченых атомов, палинологического, микроструктурного анализа, молекулярного и биохимического анализа, анализов ДНК, развитие метода радиоуглеродного датирования и др.), привлечением к сбору и обработке материалов ученых различных специальностей. Наиболее известные находки рассматриваемого периода — Суольский мамонт (1955), Чекуровский мамонт (1960), Берелехское «кладбище» мамонтов (1970), Тирехтяхский мамонт (1970), Мылахчинский бизон (1971), Чурапчинский мамонт (1972), Мамонтовогорский носорог (1976), Чурапчинский мамонт (1991).

V период. Современный период (с начала 2000-х гг. по настоящее время).

Как свидетельствуют исторические сведения, с пиететом к мамонту начали относиться совсем недавно. Стойкие суеверия, распространенные среди местного населения, олицетворявшие мамонта с выходцами из «нижнего» мира, несущими смерть, невзгоды и неприятности, начали постепенно сходить на нет с развитием коммуникаций, телевидения, радио и распространением знаний о мамонтах через публикации в газетах и журналах. Трансформация образа мамонта в сознании местного населения происходит именно в 1970-е гг. после череды громких палеонтологических находок и широкого освещения этих находок в средствах массовой информации.

Знаменательным событием в советской палеонтологии явилось создание в декабре 1948 г. при Зоологическом институте АН СССР Комитета по изучению мамонтов и мамонтовой фауны. Вначале Комитет был создан для руководства раскопками и исследованиями Таймырского мамонта, обнаруженного на северо-западной части Таймырского полуострова осенью 1948 г. Дирек-

тор Палеонтологического института АН СССР Ю. А. Орлов, профессора Б. С. Соколов, В. И. Громов, Р. Ф. Геккер, А. П. Быстров и другие высказали мнение о необходимости организовать при Биоотделении АН Комитет для координации работы по изучению трупа мамонта между отдельными институтами [4]. Впоследствии он был преобразован в Комитет по изучению мамонтов и мамонтовой фауны. Организатором и председателем Комитета стал академик Е. Н. Павловский. Создание такого комитета позволило объединить усилия палеонтологов, ученых различных сфер деятельности, краеведов, местных жителей по выявлению и изучению остатков мамонтовой фауны на обширных пространствах СССР. В это время Зоологический институт АН СССР в Ленинграде и созданный в его музее «Мамонтовый зал» стали центром накопления всех материалов по ископаемым и современным хоботным, а также и другим животным четвертичного периода.

Начало формирования музейных коллекций животных мамонтовой фауны Якутии и их изучение в Якутске связано с деятельностью Института геологии ЯФ СО АН СССР (ныне Институт геологии алмаза и благородных металлов СО РАН). Именно в этот период, с основанием в 1947 г. Якутского филиала Сибирского отделения Академии Наук, исследования остатков животных мамонтовой фауны стали проводиться и в самом Якутске.

Успешные научные результаты экспедиций по раскопкам Суольского мамонта (1955 г.), Чекуровского мамонта (1960 г.), Берелехского «кладбища» мамонтов (1970 г.), Тирехтяхского мамонта (1970 г.), а также необходимость развертывания работ по изучению остатков плейстоценовых млекопитающих Якутии, недра которой скованы вечной мерзлотой, и, поэтому исключительно благоприятны для сохранения не только их скелетных, но и трупных остатков, побудили Президиум Якутского филиала СО АН СССР в 1971 г. создать Якутскую республиканскую комиссию по изучению мамонтовой фауны [5]. Уже 20 мая 1971 г. по ходатайству якутского Комитета по изучению мамонтовой фауны Совет Министров ЯАССР Постановлением № 233 объявляет республиканскими охраняемыми зонами уникальные местонахождения мамонтовой фауны в северных районах Якутии — в бассейнах рек Яны и Индигирки, побережья моря Лаптевых и Новосибирских островов.

История величайших палеонтологических открытий на территории Северо-Востока Азии золотыми буквами вписана в страницы истории изучения Земли и является его неотъемлемой

частью. Донесение этих знаний до широкого круга посетителей, грамотный и квалифицированный ретроспективный экскурс в прошлое и является одной из основных задач музейного специалиста. История палеонтологических находок зачастую не менее интересна, чем сама находка. Ведь это колоссальный труд и опыт многих поколений ученых, порою даже героизм тех исследователей, которые были первыми, а также местных жителей — авторов находок, каюров, проводников, рабочих экспедиций. Величайшие палеонтологические открытия неразрывно связаны с историей освоения Сибири, стремлением многих поколений россиян овладеть тайнами здешней природы, «подобрать ключи» к сибирским кладовым — лейтмотив всей истории Сибири. И даже хронология находок в какой-то мере совпадает с историей развития Российского государства. Подавляющее большинство находок было сделано до Первой мировой войны и в 1970—1980-е годы советской эпохи, т. е. в периоды наибольшей стабильности в государстве.

Своеобразным окном в мир прошлого являются музеи. Таким окном в мир мамонтов стал специализированный Музей мамонта в Якутске. Всемирный Музей мамонта был создан в 1991 г. по инициативе П. А. Лазарева как научный и культурный центр по изучению мамонтовой фауны, среды ее обитания и пропаганды научных знаний. В 1995 г. с целью усиления научной работы, Музей перешел в состав Академии наук РС(Я) и стал называться просто Музеем мамонта. В июле 1998 г. в порядке реорганизации Постановлением Президиума АН РС(Я) он был присоединен к Институту прикладной экологии Севера АН РС(Я) в качестве структурного подразделения. В 2011 г. Музей мамонта в составе ИПЭС стал частью нового Северо-Восточного федерального университета им. М. К. Аммосова. 14 сентября 2012 г. приказом ректора СВФУ Е. И. Михайловой лаборатории Музей мамонта было присвоено имя его создателя, д. б. н., лауреата премии Республики Саха (Якутия) в области науки и техники, заслуженного деятеля науки РС(Я), почетного ветерана СО РАН Петра Алексеевича Лазарева.

Музей мамонта им. П. А. Лазарева сегодня — специализированное научное и культурное учреждение, занимающееся изучением мамонтов, мамонтовой фауны, природной среды ее обитания в ледниковом периоде и распространением научных знаний среди населения. В наши дни мы наблюдаем переход изучения четвертичных млекопитающих на качественно новый уровень. Он является продолжением истории находок и обус-

ловлен применением новых методов междисциплинарных исследований, включая генетические, цитологические, микробиологические и другие вплоть до новейших технологий в области клонирования вымерших животных.

За сравнительно короткое время существования Музей мамонта НИИПЭС СВФУ стал одним из популярных и посещаемых в республике. И в этом заслуга не только музейных работников, но и та череда сенсационных находок животных мамонтовой фауны за последнее десятилетие, которые сделаны местными жителями, впоследствии раскопанные и исследованные учеными республики. Ни одна из ключевых находок за всю историю палеонтологических исследований не была найдена непосредственно учеными в ходе научных экспедиций. Необходимо подчеркнуть роль местного населения как определяющего фактора в выявлении и нахождении остатков мамонтовой фауны на местах. Высокая стоимость бивня на международном рынке, изменение методов добычи и глобальное потепление климата активизировали традиционный промысел коренных народов Севера — сбор бивня мамонта. И эта активизация начинает приносить свои результаты в

виде ценнейших находок, таких как голова Юкагирского мамонта (2002), Оймяконского мамонтенка (2004), туши Колымского носорога (2007), Хромского мамонтенка (2008), туши голоценовой Верхоянской лошади (2009), мумии Батагайского бизоненка (2009), туши Омолойского лося (2010), мумий Туматских щенков (2011, 2015), полным черепом пещерного льва (2012), останками Малоляховского мамонта (2013), скелета Анабарского мамонта с мумифицированными тканями (2013) и другими научными объектами, ставших экспонатами Музея мамонта.

Все эти открытия уникальных палеонтологических объектов, их исследования уже становятся страницами истории и одна из насущных задач Музея мамонта состоит в популяризации достижений науки как в историческом плане, так и на современном этапе в доступных для посетителя формах.

Статья подготовлена в рамках выполнения Государственного задания Минобрнауки РФ № 5.8169.2017/БЧ на выполнение проекта «Исследование сукцессий экосистем Севера под воздействием антропогенных факторов».

Библиографический список

1. Боескоров Г. Г. Каталог остеологической коллекции Якутского государственного объединенного музея истории и культуры народов Севера им. Ем. Ярославского (Серия: Из коллекций Якутского государственного объединенного музея истории и культуры народов Севера им. Ем. Ярославского. выпуск II / Г. Г. Боескоров. — Якутск, изд-во «Офсет», 2010. — С. 4—27.
2. Винокуров П. В. Знакомьтесь: Якутский музей / П. В. Винокуров. — Якутск: изд-во «Полиграфист», 1991. — С. 47.
3. Тихонов А. Н. Мамонты Сибири / А. Н. Тихонов, Ю. В. Бурлаков // Рукопись, М., АСПОЛ, 2008. — С. 3—69.
4. Тихонов А. Н. Мамонт (серия «Разнообразие животных». Вып. 3) / А. Н. Тихонов. — М., СПб., Т-во научных изданий КМК, 2005. — С. 23.
5. Методические рекомендации по поискам и изучению мамонтовой фауны Якутии / под ред. В. В. Ковальского. — Якутск, изд. ЯФ СО АН СССР, 1979. — С. 1—24.

MAMMOTH MUSEUM: PAGES OF HISTORY

S. E. Fedorov, Ph. D. (Biology), the Mammoth Museum, Institute of Applied Ecology of the North of North-Eastern Federal University, Yakutsk, Russia, sergej.fedorov@mail.ru

References

1. Boeskorov G. G. Katalog osteologicheskoi kollekcii Yakutskogo gosudarstvennogo ob'edinennogo muzeya istorii i kul'tury narodov Severa im. Em. Yaroslavskogo. [Catalogue of the osteological collection of the Emelyan Yaroslavsky Yakut State Museum of History and Culture of the peoples of the North (*Series: From the collection of the Emelyan Yaroslavsky Yakut State Museum of History and Culture of the peoples of the North. Issue II*)]. Yakutsk, "Offset". 2010. P. 4—27. [in Russian]
2. Vinokurov P. V. Znakom'tes': Yakutskii muzei. [Meet: Yakut Museum]. — Yakutsk, izd-vo Poligrafist, 1991. P. 47. [in Russian]
3. Tikhonov A. N., Burlakov Yu. V. Mamonty Sibiri. [Mammoth of Siberia]. Moscow, ASPOL, 2008. P. 3—69. [in Russian]
4. Tikhonov A. N. Mamont (seriya "Raznoobrazie zhivotnyh". Vyp. 3). [Mammoth. *Series: Variety of animals. Issue III*]. Moscow, St. Peterburg, T-vo nauchnyh izdaniy KMK, 2005. P. 23. [in Russian]
5. Metodicheskie rekomendacii po poiskam i izucheniyu mamontovoi fauny Yakutii [Guidelines for the search and study of the mammoth fauna of Yakutia.]. Yakutsk, izd. YaF SO AN SSSR. 1979. P. 1—24. [in Russian]



ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ СОЗДАНИЯ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ СХЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ I—II КЛАССОВ ОПАСНОСТИ

А. В. Басов, к. т. н., старший научный сотрудник, basov@ecology.perm.ru,
Ю. О. Белоногова, заведующий сектором отдела экологического менеджмента, belon@ecology.perm.ru,
А. З. Ощепкова, к. т. н., заместитель директора по инновациям, anna-z@ecology.perm.ru,
Т. Н. Сомова, начальник отдела экологического менеджмента, somova@ecology.perm.ru,
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Уральский государственный научно-исследовательский институт региональных экологических проблем» (ФГБУ УралНИИ «Экология»)

Экономика Российской Федерации на современном этапе характеризуется крайне высоким уровнем потребления материально-сырьевых ресурсов и образования отходов. Существенную угрозу для экологической безопасности России образуют отходы I и II классов опасности (чрезвычайно опасные и высокоопасные). Динамика их образования в Российской Федерации (по данным статистической отчетности) за последние 5 лет практически неизменна. В статье представлены результаты анализа обращения с отходами I—II классов опасности в 2015—2016 гг. на территории Российской Федерации. Предложена систематизация отходов I—II классов опасности, основанная на их химическом составе. Выделены подсистемы, которые должна включать система обращения с отходами I—II классов опасности. Сформулированы принципы, на которые необходимо опираться при формировании схемы обращения с отходами I—II классов опасности.

Currently, the economy of the Russian Federation is characterized by the extremely high level of consumption of material-raw resources and waste formation. The essential threat for ecological safety of Russia is formed by the waste of the first to the second classes of danger (extremely dangerous and highly dangerous). The dynamics of their generation in the Russian Federation (according to the statistical data) for the recent 5 years has been virtually unchanged. The article presents the results of the analysis of managing the waste of the first to the second classes of danger in the Russian Federation in 2015—2016. The systematization of the waste of the first to the second classes of danger, based on its chemical composition, is proposed. The paper highlights the subsystems, which should comprise the systems of managing the waste of the first and the second classes of danger. The principles, on which it is necessary to rely when making the scheme for handling the waste of the first and the second classes of danger, are formulated.

Ключевые слова: обращение с отходами, отходы I—II классов опасности, отходы производства и потребления.

Keywords: waste management, waste of the first to the second classes of danger for environment, industrial and consumption waste.

Согласно поручению Президента Российской Федерации Пр-140ГС от 24.01.2017 г. (ч. 2 пп. «ж» п. 1) [1] Правительству Российской Федерации необходимо принять меры по обеспечению безопасного обращения с отходами производства и потребления, в первую очередь, с чрезвычайно опасными и высокоопасными отходами (I и II класс опасности для окружающей среды), предусматривающие повышение требований к обращению с отходами I и II классов опасности.

ФГБУ УралНИИ «Экология» в 2017 г. в рамках Государственного задания выполнена научно-исследовательская работа «Разработка предложений по созданию в Российской Федерации схемы обращения с отходами I—II классов опасности». Объектом исследования являлась действующая система обращения с отходами I—II классов опасности, которую изучали с привлечением данных федерального статистического наблюдения, сведений из территориальных схем обращения с отходами, утвержденных субъектами Российской Федерации, данных государственного реестра объектов размещения отходов, реестра объектов накопленного вреда, нормативных правовых актов, иных сведений из открытых источников.

Результаты исследований показали, что объемы образования отходов I—II классов опасности невелики, однако их удаление должно осуществляться на специализированных объектах, создание и эксплуатация которых требует существенных затрат.

Минимизация рисков при обращении с отходами I—II классов опасности может быть достигнута за счет создания специальной системы регулирования, которая должна обеспечить контроль за полным жизненным циклом отходов I—II классов опасности.

Одним из новых механизмов регулирования обращения с отходами, введенным Федеральным законом от 29.12.2014 № 458-ФЗ [2] является требование разработки территориальных схем обращения с отходами. Разработка территориальных схем субъектами Российской Федерации приводит к упорядочению системы обращения с отходами в целом по региону. Полученная информация позволяет планировать работы по развитию инфраструктуры в области обращения с отходами. Однако это планирование ограничивается пределами одного субъекта Федерации.

Одной из задач, которую в настоящее время пытаются решить на федеральном и региональном уровнях в рамках реализации Стратегии развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 года [3], является создание инновационной, технико-экономической системы, позволяющей минимизировать количество захораниваемых отходов, максимально обеспечив при этом ресурсосбережение, повторное вовлечение в хозяйственный оборот утилизируемых компонентов отходов в качестве сырья, материалов, изделий, превращение отходов во вторичное сырье для изготовления новой продукции и получения энергии. Однако вопросы обращения с отходами I—II классов опасности носят не столько ресурсосберегающий, сколько природоохранительный характер.

Поэтому создание схемы, концентрирующей на обращении с отходами I—II классов опасности на территории всей Российской Федерации, является важным этапом совершенствования регулирования обращения с отходами в целом.

Создание системы регулирования обращения с отходами должно опираться на достоверные сведения о видах отходов, отнесенных к I—II классам опасности, источниках и количестве их образования, фактическом движении этих отходов и тех требованиях, которые в настоящее время установлены применительно к их обращению. В настоящее время единственным официальным источником сведений об образовании и обращении с отходами являются данные федерального статистического наблюдения.

В табл. 1 представлены сведения об образовании и обращении с отходами I класса опасности в 2015—2017 гг.

Сопоставляя данные по образованию и обращению с отходами за 2015—2017 гг. можно отметить их существенное различие по всем видам обращения за исключением обезвреживания. Значительная часть образующихся отходов I класса опасности передается в специализированные организации преимущественно для обезвреживания и утилизации. Обращает на себя внимание несоответствие данных о количестве отходов, находившихся на хранении на конец предыдущего года, с данными на начало последующего года. Это свидетельствует о низкой достоверности данных о размещении отходов.

Основная часть отходов I класса опасности, находящихся на хранении, — отходы групп 4 72 100 00 00 0 — «Отходы оборудования и прочей продукции, содержащих стойкие органические загрязнители» и 4 71 000 00 00 0 — «Отходы оборудования и прочей продукции, содержащих ртуть». Отходы, содержащие ртуть, представлены в основном видом отходов 4 71 101 01 52 1 — лампы ртутные, ртутно-кварцевые, люминесцентные, утратившие потребительские свойства (ориентировочно 98 %). Отходы оборудования и прочей продукции, содержащих стойкие органические загрязнители, сформированы в основном отхода-

Таблица 1
Сведения об обращении с отходами I класса опасности в 2015—2017 гг. в Российской Федерации согласно данным федерального статистического наблюдения по форме 2-тп (отходы)

№	Вид обращения	2015 г.	2016 г.	2017 г.
1	наличие отходов на начало отчетного года (т)	3653,23	24 017,38	13 983,39
2	образование отходов за отчетный год (т)	59 505,58	25 023,13	77 348,07
3	использование отходов (т)	11 663,05	648,08	11 664,56
4	обезвреживание отходов (т)	15 393,28	14 592,90	17 063,76
5	передача отходов другим организациям (т)	47 007,01	25 898,44	62 806,16
	в том числе:			
	для использования	3278,24	307,92	11 862,00
	для обезвреживания	36 551,03	23 649,46	36 578,13
	для хранения	428,07	1240,34	4565,61
	для захоронения	2867,63	588,03	5909,10
6	размещение отходов на собственных объектах (т)	804,72	1831,85	807,74
7	находится на хранении на конец года (т)	3117,48	25 862,72	13 983,70

ми трансформаторов и конденсаторов, содержащих полихлорированные бифенилы.

Сведения об обращении с отходами II класса опасности в 2015—2017 гг. в Российской Федерации согласно данным федерального статистического наблюдения по форме 2-тп (отходы) представлены в табл. 2.

Как следует из табл. 2, данные об обращении с отходами II класса опасности носят более стабильный характер, чем данные об обращении с отходами I класса опасности. В 2015 г. было использовано 64,2 % отходов II класса опасности от образованных, доля обезвреженных отходов составляла порядка 64,9 %. В 2016 г. количество использованных отходов II класса опасности составляло 90,9 % от образовавшихся, а обезвреженных — 26,3 %. Суммы долей использованных и обезвреженных отходов составляют более 100 %. Это, по-видимому, связано с тем, что утилизация и обезвреживание осуществлялись с ранее накопленными отходами. В 2017 г. также суммарное количество утилизированных и обезвреженных отходов превышает объемы их образования. Около половины всех образующихся отходов передается специализированным организациям, причем основная часть с целью последующей утилизации или обезвреживания. Существенную долю

отходов, находящихся на хранении, составляют отходы серноокислотной очистки масел (кислые гудроны), фусы каменноугольные, химические источники тока различных видов, утратившие потребительские свойства, отходы аккумуляторов свинцовых с электролитом.

Анализ обращения с конкретными видами отходов, отнесенными к I—II классам опасности, позволил провести их категорирование как по природе происхождения, так и с позиции способов потенциальных методов их утилизации или обезвреживания. Выделены следующие основные категории отходов I—II классов опасности:

- отходы, содержащие ртуть;
- отходы, содержащие стойкие органические загрязнители (СОЗ);
- отходы, содержащие органические соединения с азотсодержащими функциональными группами (преимущественно, взрывчатые вещества);
- отходы, содержащие неорганические кислоты в смеси с ароматическими углеводородами;
- отходы, содержащие свинец;
- отходы, содержащие неорганические кислоты (в том числе с содержанием соединений тяжелых металлов);
- отходы, содержащие щелочи (в том числе с содержанием соединений тяжелых металлов).

Представляется целесообразным на базе этого категорирования проводить работы по выбору наиболее эффективных технических решений по утилизации и обезвреживанию отходов I—II классов опасности, в том числе с привлечением информационно-технических справочников ИТС 15-2016 «Утилизация и обезвреживание отходов (кроме обезвреживания термическим способом (сжигание отходов)» и ИТС 9-2015 «Обезвреживание отходов термическим способом (сжигание отходов)». Так, например, в ИТС 15-2016 описаны наилучшие доступные технологии, применяемые при утилизации и обезвреживании отходов оборудования, содержащего ртуть.

При создании схемы обращения с отходами I—II классов опасности в Российской Федерации следует учитывать территориальные аспекты образования отходов и размещения существующей инфраструктуры для их переработки. С учетом данных признаков можно выделить следующие группы отходов:

- отходы, которые образуются и могут образовываться во всех субъектах Российской Федерации, представленные отходами потребления товаров, используемых как хозяйствующими субъектами, так и населением;
- отходы, которые локализованы у источников их образования; это преимущественно отхо-

Таблица 2
Сведения об обращении с отходами
II класса опасности в 2015—2017 гг.
в Российской Федерации согласно данным
федерального статистического наблюдения
по форме 2-тп (отходы)

№	Вид обращения	2015 г.	2016 г.	2017 г.
1	наличие отходов на начало отчетного года (т)	381 247,86	380 224,10	370 945,41
2	образование отходов за отчетный год (т)	266 032,79	286 810,07	269 593,85
3	использование отходов (т)	170 709,51	260 656,48	170 732,15
4	обезвреживание отходов (т)	172 698,75	75 500,66	175 686,33
5	передача отходов другим организациям (т)	129 025,47	827883,51	129 571,08
	в том числе:			
	для использования	53 128,24	43 620,52	53 601,39
	для обезвреживания	71 973,24	75 882,35	72 000,62
	для хранения	3607,34	3 038,32	3629,10
	для захоронения	297,40	447,64	320,67
6	размещение отходов на собственных объектах (т)	19 342,69	15 441,02	19 598,04
7	находится на хранении на конец года (т)	385 298,56	389 554,76	374 980,42

ды, образующиеся в определенных производствах и специфические отходы производственного потребления;

— отходы потребления на производстве, образование которых не имеет однозначной привязки к конкретной отрасли;

— отходы, размещенные на объектах размещения отходов, представленных объектами накопленного вреда, которые связаны с прошлой деятельностью несуществующих в настоящее время предприятий.

В таблице 3 представлены сведения об отходах I—II класса опасности, в обращении с которыми выявлены проблемы, связанные с незавершенностью технологического цикла удаления отходов, о чем свидетельствует факт постоянного наличия отходов на конец отчетного года, а в ряде случаев, рост количества отходов, находящихся на хранении. Данные графы 6 указывают на «интенсивность» удаления образовавшихся в течение года отходов путем утилизации и обезвреживания. Значения этого показателя, превышающие 100 %, предположительно указывают на вовлечение в этот процесс ранее накопленных отходов.

Анализ данных, представленных в таблице 3, позволил сделать следующие выводы:

1. Отходы определенных производств образуются локально, их накопление (хранение), как правило, совпадает с местонахождением предприятий соответствующих отраслей. Анализ графы 5 таблицы показывает, что основная часть отходов данной группы перерабатывается непосредственно производителями отходов. Однако при том, что отходы этой группы перерабатываются достаточно интенсивно, в ряде случаев количество отходов, находящихся на хранении, практически не уменьшается. Исходя из этого, можно предположить, что на переработку в основном направляются отходы текущего образования.

2. Отходы потребления на производстве, которые образуются (могут образовываться) на предприятиях различных видов экономической деятельности, фиксируются практически во всех регионах Российской Федерации. Для данной группы отходов характерно, что предприятия-отходообразователи, как правило, не располагают объектами по переработке своих отходов, и передают их специализированным организациям (при их наличии) с целью утилизации, обезвреживания или размещения.

3. Отходы потребления товаров хозяйствующими субъектами и населением образуются и могут образовываться во всех субъектах Российской Федерации. Данные статистики 2-ТП (отходы) для этой группы отходов не отражают реальных

объемов их образования, поскольку система сбора таких отходов от населения слабо налажена, а отчетность в области обращения с отходами представляется только юридическими лицами, индивидуальными предпринимателями. Объемы образования этих отходов могут быть определены с применением метода экспертной оценки с привлечением иных статистических данных [4]. Важной особенностью этой группы отходов I—II классов опасности является включение их в сферу действия механизма расширенной ответственности производителя: участие в сборе и удалении этих отходов по законодательству должны принимать ответственные производители и импортеры товаров, при использовании которых образуются отходы, включенные в данную группу.

Отходы, утилизация и обезвреживание которых не осуществляется в силу отсутствия соответствующих объектов или их территориальной отдаленности, направляются на хранение или захоронение на специализированные объекты, включенные в Государственный реестр объектов размещения отходов (ГРОО). Как показывает сравнительный анализ данных статистического наблюдения и базы данных объектов, включенных в ГРОО, часть отходов I—II классов опасности хранится на объектах, выведенных из эксплуатации.

Кроме отходов I—II классов опасности, хранящихся на объектах размещения отходов (далее — ОРО), имеющих собственника, владельца или пользователя, на территории РФ расположены безхозные выведенные из эксплуатации ОРО, в которых также размещены отходы I—II классов опасности. Эти объекты в соответствии со статьей 80.1 Федерального закона № 7-ФЗ классифицируются как объекты накопленного вреда окружающей среде [5].

Согласно данным, приведенным в Стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года, свыше 30 000 млн тонн отходов накоплено в результате прошлой хозяйственной и иной деятельности. По итогам инвентаризации территорий выявлено 340 объектов накопленного вреда окружающей среде, являющихся источником потенциальной угрозы жизни и здоровью 17 млн человек [3]. В результате инвентаризации объектов накопленного вреда, проведенной в 2017 году субъектами Российской Федерации, выявлено 8 объектов накопленного вреда окружающей среде, представленных объектами размещения отходов I и II классов опасности (далее — ОРО ОНВ).

На двух ОРО ОНВ хранятся отходы производства взрывчатых веществ I класса опасности.

Таблица 3

Сведения о наличии, образовании, использовании, обезвреживании отходов I—II классов опасности, по данным формы 2-ТП (отходы) за 2016 г. по Российской Федерации, в тоннах

Вид или группа отходов I—II классов опасности (код по ФККО)	Наличие на начало года	Наличие на конец года	Образование за год	Поступление за год	Использовано, обезврежено или передано для этих целей ¹
1	2	3	4	5	6
1. Отходы определенных производств					
Отходы производства кокса (фусы каменноугольные, смолка кислая и др.) (3 08 100)	30 828	31 190	20 925	0	98 %
Кислота серная отработанная процесса алкилирования углеводов (3 08 211 01 10 2)	2799	96	1094	5359	142 %
Отходы производства винилхлорида мономера и прочих производных хлорированных углеводов (3 13 140)	595	1456	9039	472	83 %
Отходы производства взрывчатых веществ (3 18 300)	0	29 802	93 700	1	100 %
Асбестовая пыль и волокно (3 48 511 02 42 1)	10	8	279	0	101 %
Пыль свинцовосодержащая и отходы ее утилизации (в производстве сплавов драгоценных металлов) (3 55 100)	120	244	1178	0	89 %
Пыль газоочистки свинца незагрязненная (3 61 232 04 42 2)	0	41	4392	0	99 %
Отходы растворов травления (3 63 330)	20	87	30 311	3172	100 %
Отходы при обезжиривании металлических поверхностей (3 63 340)	18	18	22	0	90 %
Осадки ванн гальванических производств (3 63 482)	2757	2759	2367	1	100 %
Отходы производства никель-кадмиевых батарей и аккумуляторов (3 72 220)	118	82	35	0	205 %
2. Отходы потребления на производстве (не привязанные к конкретным производствам, образуются у предприятий различных видов деятельности)					
Отходы пестицидов и агрохимикатов (1 14 100)	0,224	0,304	0,971	238,45	1 %
Упаковка из бумаги и/или картона, загрязненная кадмием (4 05 911 85 60 2)	0,034	0,176	0,142	0	—
Отходы органических растворителей (4 14 100) и отходы их регенерации (7 43 522 31 33 2)	30	42	311	311	55 %
Полимерная упаковка, загрязненная гербицидами, пестицидами, инсектицидами (4 38 100)	1	2	12	7	88 %
Отходы, содержащие свинец (в том числе пыль и/или опилки свинца), несортированные (4 62 400 99 20 2)	82	470	6453	1243	95 %
Отходы оборудования, содержащего ртуть (за исключением ламп ртутьсодержащих) (4 71 100)	19	20	117	64	76 %
Отходы конденсаторов и трансформаторов, содержащие стойкие органические загрязнители (4 72 100)	1482	1402	557	235	77 %
Отходы масел, содержащих стойкие органические загрязнители (4 72 160); содержащих галогены (4 72 320)	49	29	54	42	38 %
Источники бесперебойного питания, утратившие потребительские свойства (4 81 211 02 53 2)	94	75	37	176	107 %
Отходы конденсаторов силовых с фенилсилилэтаном (4 82 902 21 52 2)	1,22	1,22	0	0	—
Отходы химчистки (7 39 530)	13	8	39	19	98 %
Отходы при обезвреживании ртутьсодержащих отходов (7 47 400)	18	29	102	37	60 %
Отходы аккумуляторов никель-кадмиевых (9 20 120), никель-железных (9 20 130)	52	66	231	19 334	100 %
Грунт при ликвидации разливов ртути, загрязненный ртутью (9 32 201 11 39 2)	6	7	1	1	31 %
Лабораторные отходы и остатки химикалий (9 41 100)	24	48	5755	3672	97 %
Отходы арсазина в герметичной таре (9 67 131 11 50 2)	0	116	116	0	—
3. Отходы потребления товаров хозяйствующими субъектами и населением					
Лампы ртутные, ртутно-кварцевые, люминесцентные, утратившие потребительские свойства (4 71 101 01 52 1)	12 121	14 072	25 081	18 352	91 %
Химические источники тока — одиночные гальванические элементы (батарейки) (4 82 201)	1042	1049	79	139	67 %
Отходы батарей и аккумуляторов, кроме аккумуляторов для транспортнх средств (4 82 211, 4 82 212, 4 82 231)	65	21	3776	2516	101 %
Отходы аккумуляторов свинцово-кислотных (9 20 110)	12 428	13 867	41 559	855 757	18 %

¹В процентах от суммы объема «образованных» и «поступивших» отходов.

Суммарный объем размещенных отходов производства взрывчатых веществ на данных объектах составляет более 20 000 м³. На двух других ОРО ОНВ хранятся отходы обогащения золотосодержащих руд (золотоизвлечения) общим количеством более 5 млн т. На остальных объектах хранятся отходы демеркуризации ртутисодержащих отходов, средства защиты растений, пришедшие в негодность и/или запрещенные для применения.

Таким образом, при создании схемы обращения с отходами I—II классов опасности следует принимать во внимание как отходы, которые постоянно образуются в производственной и непроизводственной деятельности, так и отходы, находящиеся на хранении на объектах, принадлежащих производителям отходов, и на бесхозных объектах.

Проведенные исследования показали, что система обращения с отходами I—II классов опасности должна включать несколько подсистем:

— подсистема обращения с общераспространенными отходами. Такие отходы характеризуются многочисленными источниками образования, распространенными по территории Российской Федерации;

— подсистема обращения с отходами, удаление которых осуществляется непосредственно на предприятиях-производителях этих отходов;

— подсистема обращения с отходами, которые по каким-либо причинам не могут быть утилизированы или обезврежены на предприятиях-производителях, но для которых целесообразно создание объектов для отдельно взятого или нескольких субъектов Российской Федерации;

— подсистема обращения с отходами, которые по каким-либо причинам не могут быть утилизированы или обезврежены на предприятиях-производителях и создание объектов для отдельно взятого или нескольких субъектов Российской Федерации нецелесообразно в связи с малыми объемами образования отходов и дороговизны технологии. В данном случае речь идет о создании объектов обращения с отходами федерального уровня;

— подсистема обращения с отходами, размещенными на объектах накопленного вреда, которая может в зависимости от типа объекта накопленного вреда и характера отходов реализовываться в двух вариантах: проведение подготовки отходов вблизи этих объектов с последующим удалением отходов на объектах федерального уровня, либо создание специализированного объекта по месту расположения объекта накопленного вреда.

Выводы

Предлагается схему обращения с отходами I—II классов опасности формировать, опираясь на следующие принципы:

1. Утилизация и обезвреживание отходов I—II классов опасности, многочисленные источники образования которых распределены по территории Российской Федерации, должны быть организованы в рамках субъекта Российской Федерации, соответствующие объекты должны быть предусмотрены в территориальных схемах и региональных программах. В случае если в результате утилизации или обезвреживания будут образовываться вторичные отходы, отнесенные к I—II классам опасности, то они должны направляться на межрегиональные объекты, функционирование которых должно осуществляться на более высоком таксономическом уровне: это могут быть объекты межрегионального или федерального значения. Например, в субъектах Российской Федерации должны быть решены вопросы сбора, обработки, утилизации или обезвреживания отходов потребления, содержащих ртуть, отходы аккумуляторов, электролитов, а завершение цикла работы с опасными компонентами, представляющими собой ценный вторичный ресурс, должно осуществляться на объектах, где этот ресурс применяется для производства продукции.

2. Обезвреживание отходов I—II классов опасности органического происхождения, образующихся в обрабатывающих производствах, предпочтительно осуществлять по месту их образования. Фактически многие предприятия органического синтеза имеют собственные установки термического обезвреживания. В случае если такое обезвреживание на предприятии проводить нецелесообразно по техническим, экономическим и иным причинам, необходимо создание центров по обезвреживанию таких отходов, обслуживающих несколько регионов. Расположение этих центров зависит от размещения предприятий, образующих соответствующие отходы.

3. Обезвреживание отходов I—II классов опасности, содержащих взрывчатые вещества, также следует осуществлять по месту их образования, что следует из требований обращения с этими отходами.

4. Обезвреживание отходов I—II классов опасности неорганического происхождения следует организовывать в зависимости от объемов образующихся отходов и их химического состава. В ряде случаев это может быть решено в пределах одного региона (например, если на территории развиты

металлообработка и машиностроение с образованием соответствующих отходов I—II классов опасности). В ряде случаев могут быть созданы межрегиональные центры, обслуживающие источники образования отходов сопредельных субъектов Российской Федерации.

5. Отходы, содержащие стойкие органические загрязнители, должны обезвреживаться в специализированных центрах федерального значения, поскольку на них возможно обеспечение требуемого уровня безопасности удаления этих отходов.

Аналогичное обращение целесообразно с отходами агрохимикатов, отнесенных к I—II классам опасности.

6. Отходы I—II классов опасности, находящиеся в объектах размещения отходов, отнесенных к объектам накопленного вреда, в зависимости от состава могут при ликвидации указанного объекта по месту его размещения проходить первичную подготовку с последующим удалением на специализированные объекты федерального значения или сразу удаляться на эти объекты.

Библиографический список

1. Поручение Президента Российской Федерации от 24.01.2017 Пр-140ГС [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/acts/assignments/orders/53775#sel=27:1:Yhe,27:30:pkU;30:1:gUg,30:6:ika>. — Загл. с экрана.
2. Об отходах производства и потребления [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 24.06.1998 № 89-ФЗ. — Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
3. Об утверждении Стратегии развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 года [Электронный ресурс]: распоряжение Правительства РФ от 25.01.2018 № 84-р. — Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
4. Басов А. В., Белоногова Ю. О., Ощепкова А. З. Роль ФККО в организации системы обращения с отходами // Твердые бытовые отходы. — 2017. — № 12. — С. 51—53.
5. Об охране окружающей среды [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ (ред. от 31.12.2017). — Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

THE BASIC PRINCIPLES OF MAKING THE SCHEME FOR MANAGEMENT OF THE WASTE OF THE FIRST AND THE SECOND CLASSES OF DANGER FOR ENVIRONMENT IN THE RUSSIAN FEDERATION

A. V. Basov, Ph. D. (Engineering), Senior researcher, basov@ecology.perm.ru;

Iu. O. Belonogova, Head of the Sector of the Ecological Management Department, belon@ecology.perm.ru;

A. Z. Oshchepkova, Ph. D. (Engineering), Deputy Director for Innovations, anna-z@ecology.perm.ru;

T. N. Somova, Head of the Ecological Management Department, somova@ecology.perm.ru,
Federal State Budgetary Institution "Ural State Research Institute of Regional Ecological Problems"
(Federal State Budgetary Institution UralNII "Ecologia")

References

1. Poruchenie-Prezidenta-Rossijskoj-Federacii-ot-24-01-2017-Pr-140GS-[Ehlektronnyj-resurs]-Rezhim-dostupa-http-www-kremlin-ru-acts-assignments-orders-53775-sel-27-1-Yhe-27-30-pkU-30-1-gUg-30-6-ika-Zagl-s-ehkrana [Order of the President of the Russian Federation from 24.01.2017 Пр-140ГС [Electronic source]: / Access mode: <http://www.kremlin.ru/acts/assignments/orders/53775#sel=27:1:Yhe,27:30:pkU;30:1:gUg,30:6:ika>. Title from the screen. [in Russian]
2. Ob-othodah-proizvodstva-i-potrebleniya-[Ehlektronnyj-resurs]-Federalnyj-zakon-ot-24-06-1998-89-FZ-Dostup-iz-sprav-pravovoj-sistemy-KonsultantPlyus [On industrial and consumption waste [Electronic source]: Federal law of the Russian Federation from 24.06.1998 № 89-FZ. Access from legal-reference system "KonsultantPlus"]. [in Russian]
3. Ob-utverzhdenii-Strategii-razvitiya-promyshlennosti-po-obrabotke-utilizacii-i-obezvrezhivaniyu-othodov-proizvodstva-i-potrebleniya-na-period-do-2030-goda-[Ehlektronnyj-resurs]-rasporyazhenie-Pravitelstva-RF-ot-25-01-2018-84-r-Dostup-iz-sprav-pravovoj-sistemy-KonsultantPlyus [On the approval of the Strategy of development of the industry on processing, utilization and neutralization of industrial and consumption waste until 2030 [Electronic source]: Order of the Government of the Russian Federation from 25.01.2018 № 84-p. Access from legal-reference system "KonsultantPlus"]. [in Russian]
4. Basov A. V., Belonogova Iu. O., Oshchepkova A. Z. Rol FKCO v organizatsii sistem obraschenia s othodami. *Tvyordie bitovie othodi*. [The role of FKCO in the organization of waste management system. *Solid consumption waste*] 2017. No. 12. P. 51—53. (in Russian).
5. Ob-ohrane-okruzhayushchej-sredy-[Ehlektronnyj-resurs]-Federalnyj-zakon-ot-10-01-2002-7-FZ-red-ot-31-12-2017-Dostup-iz-sprav-pravovoj-sistemy-KonsultantPlyus [Environmental law [Electronic source]: Federal law of the Russian Federation from 10.01.2002 № 7-FZ. Access from legal-reference system "KonsultantPlus"]. [in Russian]

ВОЗМОЖНОСТИ ПЕРЕРАБОТКИ ОТВАЛЬНЫХ КЕКОВ КАК СЫРЬЯ ТЕХНОГЕННОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Ж. Т. Тунгучбекова, младший научный сотрудник, Институт химии и фитотехнологий НАН КР г. Бишкек, Кыргызстан,

Д. А. Самбаева, ведущий научный сотрудник, доктор технических наук, профессор, Институт химии и фитотехнологий НАН КР, г. Бишкек, Кыргызстан,

З. К. Маймек, доктор технических наук, профессор, Кыргызско-Турецкий Университет «Манас», заведующий отделением, г. Бишкек, Кыргызстан, z.tautekov@mail.ru,

А. З. Укелеева, научный сотрудник, Институт химии и фитотехнологий НАН КР, г. Бишкек, Кыргызстан

В статье приведен краткий обзор литературы по переработке кековых отходов металлов: железистых, свинцовых, цинковых, кобальтовых, сурьмянистых, циркониевых, фторидных, гидратных, серных, мышьяково-кальциевых, медно-сульфидных, железо-ториевых, оловосодержащих, цинк-индийсодержащих, золотосодержащих кеков с целью снижения потерь извлекаемых металлов из выщелачиваемых растворов. Отмечены возможности их переработки плавкой и многокислотным выщелачиванием в окислительной среде. Подчеркнуто, что отвальные кеки многокомпонентные и встречаются в виде техногенного образования, поэтому проблемы минимизации загрязнения окружающей среды отходами, в том числе сурьмяного производства, имеет важное экологическое значение. Особенно оценка экологического риска в почвах района добычи сурьмы, предотвращения процесса просачивания отработанных электролитов в грунтовую воду, а также уменьшение поглощения отходов сурьмы растениями и почвой требует проведение систематических научно-практических исследований. С учетом изложенных выше обстоятельств в настоящей работе установлено, что в сурьмяном кеке Кадамжайского сурьмяного комбината сурьма встречается в виде антимоноата кальция $\text{CaNaSb}_2\text{O}_6(\text{OH})$, гидроксооксида сурьмы $\text{SbSb}_2\text{O}_6(\text{OH})$, и суммарное содержание сурьмы в кеке составляет в пределах 4,5%. Осуществлено физико-химическое моделирование процесса окислительной деструкции сурьмяного кека при максимуме энтропии системы, определены равновесные составы и найдено концентрационное распределение компонентов и частиц в газовой фазе. Протекание и направление процесса деструкции сурьмяного кека подтверждены значениями энтальпии ($\Delta H < 0$) и внутренней энергии ($\Delta U < 0$) системы. Отмечено, что при разложении сурьмяного кека образуются низкомолекулярные компоненты, радикалы, ионные частицы и конденсированные фазы. Установлена концентрационная зависимость основных сурьмосодержащих соединений, в том числе оксидов сурьмы, от температуры окислительной деструкции сурьмяного кека. Показано, что конденсированные оксиды сурьмы на основе сурьмяного кека образуются в пределах изменения температуры 1098—1248 К.

Введение. Кек — нерастворимый твердый остаток, получаемый в процессе извлечения ценных компонентов из руды. Соответственно, в гидро- и пирометаллургии предусмотрены различные возможности переработки [1—16]: железистых, свинцовых, цинковых, кобальтовых, сурьмянистых, циркониевых, фторидных, гидратных, серных, мышьяково-кальциевых, медно-сульфидных, железо-ториевых, оловосодержащих, цинк-индийсодержащих, золотосодержащих кеков с целью снижения потерь извлекаемых металлов из выщелачиваемых растворов. Например, при переработке цинковых кеков, твердая фаза подвергалась сульфатизации олеумом с последующим выщелачиванием концентрированной серной кислотой и осаждением в коллективный продукт гидроксидов металлов; железистый кек под действием пептизатора (FeCl_3) переведен в лиозоля с высвобождением соосажденных металлов; осуществлено низкотемпературное автоклавное окислительное выщелачивание железогидратного кека с введением в процесс серной кислоты и сульфата натрия; апробирована обработка кека раствором едкого натра, прокаливании остатка, сернокислотная и вторичная щелочная выщелачивания; использована перекристаллизация железистого кека на основе промышленного раствора; нерастворимый кек переработан по технологии основного производства вместе со шлаками плавильного производства; предложены способы одновременной плавки кека и шлака; указаны переводы фторидного кека в раствор сульфатизацией и выщелачивание компонентов алифатическим спиртом; переработка серебросодержащих цинковых кеков включила флотацию, обжиг флотоконцентрата, сернокислотное выщелачивание, отмывку твердого остатка, выщелачивание от сульфатов в растворах каустической и кальцинированной соды и плавку серебросодержащего продукта; организованы процессы обработки железистого кека с хлоридом натрия, репульпацию раствором серной кислоты, осаждение железа сульфитом натрия, термолиз фильтрата и получение железного концентрата и порошка оксида железа (III); использовано сернокислотное извлечение компонентов из мышьяково-кальциевого кека; составлена схема выщелачивания

The article gives a brief review of the literature on the processing of metal slag wastes: ferrous, lead, zinc, cobalt, antimony, zirconium, fluoride, hydrated, sulfuric, arsenic-calcium, copper-sulfide, iron-thorium, tin, zinc-bearing, gold-containing slags in order to reduce losses of recoverable metals from leachable solutions. The possibility of their processing by fusible and multi-acid leaching in oxidizing environment is highlighted. It is emphasized that the dump slags are multicomponent and are found in the form of technogenic formation, therefore the problems of minimization of environmental pollution by wastes, including antimony production, are of great ecological importance. In particular, the assessment of environmental risk in the soils of the antimony mining area, the prevention of the leakage of the used electrolytes into groundwater, as well as a decrease in the absorption of antimony waste by plants and soil require systematic scientific and practical research. Taking into account the circumstances mentioned above, in the paper it has been established that antimony occurs in the antimony cakes of the Kadamjai antimony plant's slag as calcium antimonate $\text{CaNaSb}_2\text{O}_6(\text{OH})$, antimony hydroxide $\text{SbSb}_2\text{O}_6(\text{OH})$, and the total antimony content in the slag is 4.5 %. The physical and chemical modeling of the oxidative destruction of the surplus slag at the maximum of the entropy of the system was carried out, equilibrium compositions were determined, and the concentration distribution of the components and particles in the gas phase was found. The flow and direction of the process of destruction of antimony slag is confirmed by the enthalpy ($\Delta H < 0$) and internal energy ($\Delta U < 0$) of the system. It is identified that low-molecular components, radicals, ionic particles and condensed phases are formed during the decomposition of antimony slag. The concentration dependence of the main antimony-containing compounds, including antimony oxides, on the temperature of oxidative destruction of antimony slag was found. It is shown that condensed antimony oxides based on antimony slag are formed within the temperature range of 1098—1248 K.

Ключевые слова: руда, переработка, отход, кек, техногенное сырье, энтропия, сурьма, распределение.

Keywords: ore, processing, waste, slag, technogenic raw materials, entropy, antimony, distribution.

термопарообработанного цинкового кека; извлечение золота из твердого кека осуществлено экстракцией смесью диметилсульфоксида и соляной кислоты; медьсодержащий свинцовый кек подвержен электроплавке с последующим выщелачиванием в растворах серной кислоты и трилона Б; проведен восстановительный обжиг цинксодержащих кеков при 800—900 °С с последующей гидрометаллургической переработкой огарка; обжиг медного сульфидного кека, выщелачивание, электроэкстракция меди позволили из остатка флотацией выделить концентрат драгоценных металлов и камерный продукт; предусмотрена промывка кека восходящим потоком раствора при выщелачивании металлов из тонкоизмельченного глинисто-шламового рудного и техногенного сырья; цинк-индийсодержащий кек, известняк, цинк-хлорсодержащий отход, твердый углеродистый восстановитель загружен в печь с целью перевода индия в оксид; предложена смесь кека и известняковой муки в качестве минерального порошка в составах дорожного асфальтобетона; сочетание флотационных и гидрометаллургических процессов позволило создать технологию извлечения золота и серебра из кеков автоклавного выщелачивания комплексных урановых руд; приведены возможности вывода мышьяка из отвальных кеков посредством их обжига в смеси с содой и последующим водным выщелачиванием образующегося арсената натрия; проведены пилотные испытания процесса «смола в пульпе» с использованием низкоосновного анионита применительно к кекам автоклавного вскрытия флотоконцентратов; исследованы изоляционные материалы и показатели при флотации серебра из кислых кеков цинкового производства; отмечено, что на основе нефтяного кека можно получить теплоизоляционные материалы с высокими физико-механическими характеристиками; рассмотрена возможность использования серного кека в технологии серного бетона; исследован процесс очистки путем осаждения железо-ториевого кека известковым молоком; приведены технологии флотационного удаления серы из цинкового кека и возможности удаления мышьяка из отвальных кеков посредством их предварительной прокали и последующим сульфидизирующим обжигом при 900—950 °С; кобальтовый кек репульпирован в растворе серной кислоты с получением концентрата и последний растворен в соляной кислоте; обезвоживание суспензий на основе дисковых вакуум-фильтров проведено с целью съема кека отдувкой сжатым воздухом; проведено окислительное вскрытие золотосодержащего кека водным раствором серной и азотной кислот в присутствии кислорода; переработка железистых кеков, содержащих никель и кобальт, включила сернокислотную обработку влажного кека в присутствии хлорида железа (III); мышьяковистые щелочные полупродукты подвергались водному выщелачиванию с целью отделения сурьмянистого кека.

Краткий обзор литературы по различным отвальным кекам, приведенный выше, показал возможность их переработки плавкой и многокислотным выщелачиванием в окислительной среде. Отмечено, что отвальные кеки многокомпонентные и встречаются в виде техногенного образования, поэтому проблемы минимизации загрязнения окружающей

среды отходами, в том числе сурьмяного производства, имеет важное экологическое значение. Особенно оценка экологического риска в почвах района добычи сурьмы, предотвращения процесса просачивания отработанных электролитов в грунтовую воду, а также уменьшение поглощения отходов сурьмы растениями и почвой требуют проведения систематических научно-практических исследований. В связи с этим в научной литературе появились работы, посвященные [8–11]: удалению сурьмы (III) путем адсорбции на углеродных нанотрубках, гидроксидах железа, гематитах магнитных наночастиц и ферригидридах; удалению из воды сурьмы (V) гидратированными оксидами железа, поддерживаемыми кальцитовым песком и полимерным анионитом, а примеси сурьмы в воде путем электрокоагуляцией; поглощение Sb (III) из водного раствора пористой композицией $Fe_2O_3/Fe_3O_4/C$, приготовленной с использованием пористой матрицы. Кроме того, отмечено значимость: осуществление термодинамического анализа и проявление вероятных превращений при выщелачивании кека в кислотах; установление фазового состава и распределение элементов в компонентах исходной смеси; поиск оптимальных режимов окислительно-восстановительной плавки кека; изучение многокомпонентной системы «газ — жидкость — твердое» и определения оптимальных параметров процесса деструкции твердой фазы; разработка технологии конверсии кека в окислительной среде [9, 13, 14].

Методы исследования и обсуждение результатов исследований. В работе изучены кековые отходы сурьмы Кадамжайского сурьмяного комбината (КСК) Кыргызской Республики и осуществлено физико-химическое моделирование процесса их деструкции при максимуме энтропии системы: сурьмяной кек — кислород. В матрицу физико-химической модели процесса деструкции сурьмяного кека в окислительной среде при максимуме энтропии включены следующий химический состав твердой фазы (%): $/(Fe_2O_3\ SiO_2 - 25,5) + (FeS_2 - 21,2) + (Fe_3O_4 - 12,4) + (Na_6FeS_4O_{16} - 12,1) + (Fe_{1,05}S_{0,95} - 11) + (CaNaSb_2O_6OH - 8,2) + (SbSb_2O_6OH - 5,4) + (NaAlO_2 - 2,65) + (MgO - 0,13) + (CaO - 1,67) + (O_2 - 100)$; элементный состав, моль/кг: Fe — 3,596, O — 38,417, Si — 0,579, S — 2,769, Na — 0,886, Ca — 0,246, Sb — 0,364, H — 0,154, Al — 0,161, Mg — 0,016//. Параметры расчетного эксперимента изменялись в пределах от 298 до 3098 К, давление составило 0,1 МПа (табл. 1).

Из табл. 1 видно, что удельный объем (V), энтропия (S), динамическая вязкость (μ), теплопроводность (Lt) с увеличением температуры рас-

тет; значения энтальпии (I) и внутренней энергии (U) в пределах изменения температуры от 298 до 2698 К отрицательные. Таким образом, протекание и направление процессов в изученных выше системах подтверждены значениями энтальпии ($\Delta H < 0$) и внутренней энергии ($\Delta U < 0$) системы. Начиная с 2698 К указанные выше термодинамические параметры имеют положительное значение и показывают об уменьшении массовой доли конденсированных фаз ($z = 0,48 - 0,19$) в газовой фазе. Критериальное число Прандтля (отношение кинематической вязкости к коэффициенту диффузии) изменяется в пределах от 0,65 до 0,69, что и соответствует теоретическим его значениям для газовой фазы, где Pr_T меньше единицы, и тем самым подтверждает о правильности составленной модели сурьмяного кека и полученных на ее основе расчетных данных.

Установлено, что основные компоненты сурьмяного кека: гематит, кристоболит, пирит, магнетит, гексанатрий-тетрасульфат железа, пирротин, антимонат кальция, гидроксооксид сурьмы, алюминат натрия, периклаз и известь в окислительной среде при высоких температурах разлагаются на низкомолекулярные компоненты, атомарные и ионные частицы (табл. 2).

Ниже приведены результаты разложения сурьмяного кека с указанием всех компонентов и частиц (моль/кг) при 2698 К: O = 0,53547, $O_2 = 12,767$, H = 0,00453, $H_2 = 0,3664e-3$, OH = 0,06818, $HO_2 = 0,1298e-3$, $H_2O = 0,02178$, $H_2O_2 = 0,1974e-6$, $S = 0,2277e-3$, $S_2 = 0,33e-6$, SO = 0,05341, $SO_2 = 2,7119$, $SO_3 = 0,0031$, $S_2O = 0,2896e-6$, $SH = 0,2395e-5$, $H_2S = 0,7619e-8$, HSO = 0,8199e-7, $SOH = 0,5070e-6$, $H_2SO = 0,1533e-10$, $H_2SO_4 = 0,3643e-10$, Sb = 0,03102, $Sb_2 = 0,5559e-4$, $Sb_3 = 0,1579e-7$, SbO = 0,3219, $SbO_2 = 0,2058e-3$, $Sb_4O_6 = 0,6146e-9$, SbH = 0,01109, $SbS = 0,9303e-5$, Si = 0,3641e-8, $SiO_2(c) = 0,1309$, $SiO_2 = 0,06499$, SiH = 0,4857e-11, SiS = 0,1791e-7, Al = 0,1331e-6, $AlO_2 = 0,1041e-4$, $Al_2O = 0,2161e-8$, $Al_2O_2 = 0,16e-7$, $Al_2O_3(c) = 0,08069$, $Al_2O_3 = 0,5377e-8$, AlH = 0,8784e-10, AlOH = 0,1981e-5, AlIO = 0,7151e-10, $AlIO_2 = 0,1903e-5$, $AlO_2H_2 = 0,1191e-6$, $AlO_3H_3 = 0,78e-9$, AIS = 0,6065e-10, Fe = 0,02145, FeO = 0,02822, $FeO_2 = 0,00538$, $Fe_3O_4(c) = 1,1791$, FeOH = 0,00298, $FeO_2H = 0,1710e-5$, $FeO_2H_2 = 0,1120e-3$, FeS = 0,2008e-5, $O_3 = 0,2028e-7$, Mg = 0,5623e-3, $Mg_2 = 0,1251e-11$, MgO = 0,00222, $MgH = 0,3756e-8$, MgOH = 0,4596e-4, $MgO_2H_2 = 0,8507e-5$, MgS = 0,1507e-6, $MgSiO_3(c) = 0,01327$, Ca = 0,5278e-6, CaO = 0,1864e-5, CaH = 0,2019e-10, CaOH = 0,6560e-6, $CaO_2H_2 = 0,1031e-5$, CaS = 0,1730e-9, $CaSiO_3(c) = 0,2463$, Na = 0,76789, $Na_2 = 0,4476e-4$, NaO = 0,02851,

Таблица 1

Изменение физико-химических и термодинамических свойств системы:
сурьмяной кек — кислород при $P = 0,1$ МПа, $z = 0,48-0,19$

T, K	$V \cdot 10^2, \text{ м}^3/\text{кг}$	$S, \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	$I, \text{ кДж}/\text{кг}$	$U, \text{ кДж}/\text{кг}$	$Ср \cdot 10^4, \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	$Му \cdot 10^5, \text{ Па} \cdot \text{с}$	$Lt \cdot 10^5, \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$	$Pr \cdot 10^3$
298	31,89	3,10	-4158,3	-4158,2	7468,7	1,82	2298,2	654,4
398	42,60	3,33	-4079,5	-4090,2	8246,7	2,30	3013,7	668,6
498	53,32	3,52	-3993,6	-4015,0	8843,7	2,72	3698,9	676,0
598	64,22	3,70	-3893,8	-3926,0	9337,2	3,11	4354,4	679,7
698	75,16	3,86	-3794,6	-3837,7	9731,4	3,46	4983,7	682,1
798	86,13	3,99	-3689,8	-3743,8	10 115,2	3,80	5590,0	684,2
898	97,76	4,14	-3564,8	-3630,1	10 470,8	4,13	6181,7	685,8
998	110,65	4,31	-3411,8	-3489,4	10 088,0	4,47	6767,6	686,7
1098	125,03	4,47	-3244,8	-3335,8	10 178,9	4,81	7343,8	687,3
1198	138,21	4,59	-3097,3	-3201,1	10 185,4	5,12	7889,0	687,8
1298	151,25	4,70	-2964,2	-3080,7	10 265,4	5,44	8403,7	685,8
1398	165,31	4,82	-2809,1	-2939,1	10 245,9	5,89	8902,1	670,1
1498	181,99	4,96	-2608,2	-2754,0	10 187,4	6,15	9320,0	670,5
1598	194,36	5,02	-2502,8	-2660,9	10 241,5	6,42	9784,8	670,8
1698	210,24	5,13	-2326,8	-2500,1	10 271,5	6,67	10 197,7	671,1
1798	227,46	5,27	-2074,6	-2264,4	10 216,3	6,93	10 660,4	671,9
1898	245,99	5,49	-1678,9	-1886,3	10 692,8	7,16	11 030,0	672,7
1998	260,30	5,56	-1541,6	-1763,1	10 733,8	7,40	11 446,5	674,2
2098	276,49	5,64	-1368,3	-1605,5	10 731,0	7,64	11 761,7	677,8
2198	294,17	5,73	-1174,4	-1428,6	10 731,2	7,86	12 088,9	681,5
2298	312,54	5,82	-986,1	-1258,1	10 692,6	8,04	12 413,3	682,5
2398	333,11	5,91	-765,5	-1057,2	10 633,1	8,20	12 707,3	683,1
2498	348,73	5,97	-617,5	-924,6	10 665,9	8,42	13 118,5	682,6
2598	366,57	6,04	-430,8	-755,3	10 687,0	8,62	13 495,7	682,1
2698	393,34	6,17	-94,6	-444,5	10 654,9	8,75	13 734,1	681,9
2798	437,00	6,42	604,2	213,8	10 543,9	8,92	14 062,1	681,2
2898	464,84	6,55	948,3	531,3	10 538,8	9,13	14 397,6	679,4
2998	502,53	6,71	1449,3	996,8	10 492,2	9,34	14 645,9	676,3
3098	562,85	6,99	2302,1	1793,4	10 332,6	9,52	14 669,9	670,3

Таблица 2

Изменение концентраций (C , моль/кг) сурьмусодержащих компонентов и частиц системы:
сурьмяной кек — кислород при $P = 0,1$ МПа, $T = 298-2698$ К, $\Delta H < 0$, $\Delta U < 0$

C , моль/кг	298	598	1048	1648	2048	2348	2698
Sb	—	—	—	0,375e-6	0,00101	0,01014	0,03102
Sb ₂	—	—	—	0,57e-10	0,517e-5	0,491e-4	0,5559e-4
Sb ₃	—	—	—	—	0,105e-8	0,196e-7	0,1579e-7
Sb ₄	—	—	0,1097e-11 (2098K)—0,1043e-11 (2648K)		—	—	—
Sb ⁻	—	—	—	—	0,278e-9	0,477e-7	0,5615e-6
SbO ₂ ⁻	—	—	—	0,645e-9	0,238e-5	0,197e-4	0,1533e-4
SbO	—	—	0,14e-11	0,629e-3	0,13528	0,35202	0,3219
SbH	—	—	—	0,554e-8	0,811e-4	0,00173	0,01109
SbS	—	—	—	—	0,138e-7	0,715e-6	0,9303e-5
SbO ₂	—	—	—	0,507e-6	0,999e-4	0,243e-3	0,2058e-3
Sb ₄ O ₆	—	—	0,323e-7	0,09093	0,05697	0,247e-4	0,6146e-9
Sb ₂ O ₄ (c)	—	—	0,18217 (1098K)—0,0364 (1348K)		—	—	—
Sb ₂ O ₅ (c)	0,18217	0,18217	0,18217	—	—	—	—

$\text{Na}_2\text{O} = 0,7251\text{e-}4$, $\text{Na}_2\text{O}_2 = 0,3408\text{e-}6$, $\text{NaH} = 0,1672\text{e-}4$, $\text{NaOH} = 0,02246$, $\text{Na}_2\text{O}_2\text{H}_2 = 0,9709\text{e-}7$, $\text{NaS} = 0,2734\text{e-}5$, $\text{Na}_2\text{SO}_4 = 0,1804\text{e-}4$, $\text{Na}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{c}) = 0,03318$, $\text{O}^- = 0,2466\text{e-}4$, $\text{O}_2^- = 0,2314\text{e-}4$, $\text{H}^- = 0,7344\text{e-}8$, $\text{OH}^- = 0,5514\text{e-}5$, $\text{HO}_2^- = 0,1802\text{e-}7$, $\text{S}^- = 0,1486\text{e-}6$, $\text{S}_2^- = 0,7441\text{e-}10$, $\text{SO}^- = 0,1227\text{e-}5$, $\text{SO}_2^- = 0,1235\text{e-}3$, $\text{SH}^- = 0,1708\text{e-}8$, $\text{Sb}^- = 0,5615\text{e-}6$, $\text{SbO}_2^- = 0,1533\text{e-}4$, $\text{Al}^+ = 0,1202\text{e-}11$, $\text{AlO}^- = 0,4090\text{e-}5$, $\text{AlO}_2^- = 0,5346\text{e-}5$, $\text{Fe}^+ = 0,5270\text{e-}9$, $\text{Mg}^+ = 0,4630\text{e-}10$, $\text{Ca}^+ = 0,3179\text{e-}10$, $\text{CaO}^+ = 0,6500\text{e-}10$, $\text{CaOH}^+ = 0,3710\text{e-}9$, $\text{Na}^+ = 0,7623\text{e-}3$, $\text{Na}_2\text{O}^+ = 0,9564\text{e-}7$, $\text{AlO} = 0,3048\text{e-}4$, $\text{SiO} = 0,05758$.

Отмечено, что при разложении сурьмяного кека образуются низкомолекулярные компоненты, радикалы, ионные частицы и конденсированные фазы типа $\text{SiO}_2(\text{c})$, $\text{Al}_2\text{O}_3(\text{c})$, $\text{Fe}_3\text{O}_4(\text{c})$, $\text{MgSiO}_3(\text{c})$, $\text{CaSiO}_3(\text{c})$, $\text{Na}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{c})$, $\text{Sb}_2\text{O}_4(\text{c})$, $\text{Sb}_2\text{O}_5(\text{c})$.

На основании полученных данных установлена концентрационная зависимость основных сурьмосодержащих соединений (моль/кг), в том числе оксидов сурьмы от температуры окислительной деструкции сурьмяного кека: 298—1048 К $\text{Sb}_2\text{O}_5(\text{c}) = 0,18217$; 1248 К $\text{Sb}_2\text{O}_4(\text{c}) = 0,17934$; 1448—2148 К $\text{Sb}_4\text{O}_6 = 0,09108 - 0,09093 - 0,07944 - 0,01773$; 2148—2948 К $\text{SbO} = 0,28925 - 0,35202 - 0,33822 - 0,33334 - 0,28473 - 0,27603 - 0,35202$; 2348—2998 К $\text{Sb} = 0,01014 - 0,02005 - 0,0233 - 0,05613 - 0,06236$; 2948—2998 К $\text{SbH} = 0,02317 - 0,02564$. Показано, что из оксидов сурьмы ($\text{Sb}_2\text{O}_5(\text{c})$, $\text{Sb}_2\text{O}_4(\text{c})$, Sb_4O_6 , SbO) содержание SbO значительное и в пределах изменения температуры от 2148 до 2948 К составляет 0,289—0,352 моль в 1 кг газовой фазе.

Таким образом, ступенчатое плавление твердой фазы показало потенциальную возможность получения $\text{Sb}_2\text{O}_5(\text{c})$, $\text{Sb}_2\text{O}_4(\text{c})$, Sb_4O_6 , SbO , а также металлической сурьмы (Sb) и гидрида сурьмы (SbH) из сурьмяного кека.

Выводы

1. Отмечено, что в гидро- и пирометаллургии предусмотрены различные возможности переработки: железистых, свинцовых, цинковых, ко-

бальтовых, сурьмянистых, циркониевых, фторидных, гидратных, серных, мышьяково-кальциевых, медно-сульфидных, железо-ториевых, оловосодержащих, цинк-индийсодержащих, золотосодержащих кеков с целью снижения потерь извлекаемых металлов из выщелачиваемых растворов.

2. Установлено, что в сурьмяном кеке КСК сурьма встречается в виде антимоната кальция $\text{CaNaSb}_2\text{O}_6(\text{OH})$, гидроксооксида сурьмы $\text{SbSb}_2\text{O}_6(\text{OH})$, и суммарное содержание сурьмы в кеке составляет в пределах 4,5 %.

3. Осуществлено физико-химическое моделирование процесса окислительной деструкции сурьмяного кека при максимуме энтропии системы, определены равновесные составы и найдено концентрационное распределение компонентов и частиц в газовой фазе.

4. Протекание и направление процесса деструкции сурьмяного кека подтверждены значениями энтальпии ($\Delta H < 0$) и внутренней энергии ($\Delta U < 0$) системы. Отмечено, что начиная с 2698 К ΔH и ΔU имеют положительное значение и показывают об уменьшении массовой доли конденсированных фаз ($z = 0,48 - 0,19$) в газовой фазе.

5. Отмечено, что при разложения сурьмяного кека образуются низкомолекулярные компоненты, радикалы, ионные частицы и конденсированные фазы типа $\text{SiO}_2(\text{c})$, $\text{Al}_2\text{O}_3(\text{c})$, $\text{Fe}_3\text{O}_4(\text{c})$, $\text{MgSiO}_3(\text{c})$, $\text{CaSiO}_3(\text{c})$, $\text{Na}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{c})$, $\text{Sb}_2\text{O}_4(\text{c})$, $\text{Sb}_2\text{O}_5(\text{c})$.

6. Установлена концентрационная зависимость основных сурьмосодержащих соединений (моль/кг), в том числе оксидов сурьмы от температуры окислительной деструкции сурьмяного кека: 298—1048 К $\text{Sb}_2\text{O}_5(\text{c}) = 0,18217$; 1248 К $\text{Sb}_2\text{O}_4(\text{c}) = 0,17934$; 1448—2148 К $\text{Sb}_4\text{O}_6 = 0,09108 - 0,09093 - 0,07944 - 0,01773$; 2148—2948 К $\text{SbO} = 0,28925 - 0,35202 - 0,33822 - 0,33334 - 0,28473 - 0,27603 - 0,35202$; 2348—2998 К $\text{Sb} = 0,01014 - 0,02005 - 0,0233 - 0,05613 - 0,06236$; 2948—2998 К $\text{SbH} = 0,02317 - 0,02564$. Показано, что конденсированные оксиды сурьмы на основе сурьмяного кека образуются в пределах изменения температуры 1098—1248 К.

Библиографический список

1. Васеха М. В. Повышение отдачи цветных металлов железистыми кеками медно-никелевого производства: Известия вузов / М. В. Васеха, Н. М. Путинцев. — М.: 2015. — С. 15—18.
2. Пат. 2326176 Российская Федерация. Способ извлечения осмия из кеков, содержащих селен и цветные металлы / В. Б. Глазков, З. Ф. Грабчак, С. Л. Кирпичников, А. К. Тер-Оганесянц, Г. Н. Дылько; дата регистр. 22.08.2006.
3. Исследования возможности снижения содержания цветных металлов в отвальных железистых кеках / [Л. А. Большаков, Е. В. Салимжанова, А. И. Юрьев и др.]. — М.: Руда и металлы, 2013. — С. 65—68.
4. Мальцев Г. И. Термодинамическое прогнозирование восстановительной плавки свинцового кека: Вестник Магнитогорского КТУ им. Г. И. Носова / Г. И. Мальцев, К. Л. Тимофеев, А. И. Попов. — 2017. — Т. 15. № 3. — С. 24—30.

5. Пат. 2153013 Россия, RU (11) 2170773 (13) C2 (51) 7 C22B11/00, C22B3/08, C22B7/00, C22B19/00 Способ переработки цинковых кеков / Казанбаева Л. А., Козлов П. А., Колесников А. В. — 2000. Заявка: 99121047/02. Заявл. 1999.10.05; опубл. 2001.07.20.
6. Ахматов З. Э. Переработка цинковых кеков Журнал Теория и технология металлургического производства / З. Э. Ахматов, Б. У. Нишовов. — М.: 2016. № 1 (18). — С. 69—72.
7. Кожонов А. К. Обзор и классификация промышленных отходов рудных месторождений Кыргызской Республики: Известие КГТУ им. И. Раззакова А. К. Кожонова, К. А. Ногаева, М. С. Молмакова. — Бишкек. — 2016. — Т. 39. № 1. — С. 259—263.
8. Бондаренко Е. В. Извлечение металлической сурьмы из Сарылахских золото-сурьмяных концентратов феррохлоридным выщелачиваем / Е. В. Бондаренко, Ш. Т. Кушаков, П. М. Соложенкин. Альтекс. — Иркутск 2004., Москва 2004. — С. 154—155.
9. Очуроол А. П. Исследование состава и свойств кека: Сборник трудов. Тувинск. гос. унив. / Очуроол А. П., Шоева Т. Н. 2015. — С. 198—199.
10. Пат. 630119. Россия, МПК 7С 22В 30/02 А. Способ получения сурьмы из концентрата / А. А. Розловский, Е. В. Бондаренко, В. Е. Дьяков, Ю. Ф. Звонков. № заявки 2002121914/12; регистр 06.08.2002.
11. Шеров Х. Д. Физико-химические основы получения сурьмы сублимацией ее концентрата / Х. Д. Шеров, Б. Амибов, И. Н. Ганиев // журнал Известие АН Респ. Таджикистан (Душанбе), 2009. — С. 85—92. — Рус.
12. Тюрин А. Г. Термодинамические основы процесса сульфитизации железистого кека / Тюрин А. Г., Васеха М. В., Бирюков А. И. Журнал Металлы. 2016. № 2. — С. 47—53.
13. Патент № 228088 Россия, Способ переработки железистого кека, содержащего цветные металлы / Мотов Д. Л., Васеха М. В. // регистр. 07.04.2004. 2005.
14. Тунгучбекова Ж. Т. Подбор окислителей для триоксида сурьмы / [К. Д. Дубанаева, Ж. Т. Тунгучбекова, М. У. Усубакунунов и др.] // Вестник КНУ им. Ж. Баласагына. — Бишкек, 2011. спец. выпуск. — С. 44—47.

POSSIBILITIES OF PROCESSING DUMP SLAGS AS RAW MATERIAL OF TECHNOGENIC ORIGIN

Zh. T. Tunguchbekova, Assistant Researcher, Institute of Chemistry and Phytotechnology, National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic, Bishkek, Kyrgyzstan;

D. A. Sambaeva, Leading Researcher, Doctor of Technical Sciences, Professor, Institute of Chemistry and Phytotechnology, National Academy of Sciences of Kyrgyzstan, Bishkek, Kyrgyzstan, damira_sam@mail.ru;

Z. K. Maimekov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Kyrgyz-Turkish University "Manas", Head of the Department, Bishkek, Kyrgyzstan z.maimekov@mail.ru;

A. Z. Ukeleeva, Researcher, Institute of Chemistry and Phytotechnology, National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic, Bishkek, Kyrgyzstan

References

1. Vasekha M. V., Putintsev N. M. Increase in the return of non-ferrous metals with ferrous slags of copper-nickel production. *Izvestia Vuzov*. 2015. P. 15—18. [in Russian]
2. Glazkov V. B., Grabchak Z. F., Kirpichenkov S. L., Ter-Oganesyants A. K., Dylko G. N. A method for extracting osmium from the cakes containing selenium and non-ferrous metals. *Pat. 2326176 Russian Federation, date of registration. 22.08.2006*. [in Russian]
3. Bolshakov L. A., Salimjanova Ye. V., Yuriev A. I., et al. Studies of the possibility of reducing the content of non-ferrous metals in dump glandular slags. *Ore and Metals*. 2013. P. 65—68. [in Russian]
4. Maltsev G. I., Timofeev K. L., Popov A. I. Thermodynamic prediction of the reductive fusion of lead slag. *Bulletin of Magnitogorsk KTU*. G. I. Nosov. 2017. Vol. 15. No. 3. P. 24—30. [in Russian]
5. Kazanbaeva L. A., Kozlov P. A., Kolesnikov A. V. Method of processing of zinc cakes. *Pat. 2153013 Russia, RU (11) 2170773 (13) C2 (51) 7 C22B11 / 00, C22B3 / 08, C22B7 / 00, C22B19 / 00. — 2000. Application: 99121047/02. Declared. 1999.10.05; publ. 2001.07.20*. [in Russian]
6. Akhmatov Z. E., Nishovov B. U. Processing of zinc slags. *Journal of Theory and Technology of Metallurgical Production*. 2016. No. 1 (18) P. 69—72. [in Russian]
7. Kojonov A. K., Nogaeva K. A., Molmakova M. S. Review and classification of industrial wastes of ore deposits of the Kyrgyz Republic. *Izvestiya of I. Razzakov KSTU*. 2016. Vol. 39. No. 1. P. 259—263. [in Russian]
8. Bondarenko E. V., Kushakov Sh. T., Solozhenkin P. M. The extraction of metallic antimony from the Sarylakh gold-antimony concentrates by ferrochloride by leaching. *Altex*. 2004. P. 154—155. [in Russian]
9. Ochurool A. P., Shoeva T. N. Investigation of the composition and properties of slag. *Collected works of Tuvinsk.gov.univ*. 2015. P. 198—199. [in Russian]
10. Rozlovskiy A. A., Bondarenko E. V., Dyakov V. E., Zvonkov Yu. F. Method of obtaining antimony from concentrate. *Pat. 630119. Russia, IPC 7C 22B 30/02 A. Application number 2002121914/12.; register 06.08.2002*. [in Russian]
11. Sherov Kh. D., Amibov B., Ganiev I. N. Physical-chemical basis for the production of antimony by sublimation of its concentrate. *Journal Izvestiya AN Resp. Tajikistan*. 2009. P. 85—92. [in Russian]
12. Tyurin A. G., Vasekha M. V., Biryukov A. I. Thermodynamic bases of the process of sulphatization of ferruginous slag. *Journal of Metals*. 2016. No. 2. P. 47—53. [in Russian]
13. Mотов D. L., Vasekha M. V. Method of processing of ferrous slag containing non-ferrous metals. *Patent No. 228088 Russia. register. 07.04.2004. 2005*.
14. Tunguchbekova J. T., Dubanaeva K. D., Usubakunov M. U., et al. Selection of oxidants for antimony trioxide. *Vestnik of J. Balasagyn KNU*. 2011. Special Edition. P. 44—47. [in Russian]

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ОТНЕСЕНИЯ ОБЪЕКТОВ, ОКАЗЫВАЮЩИХ НЕГАТИВНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ, К РАЗЛИЧНЫМ КАТЕГОРИЯМ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИХ ФАКТИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

*Д. С. Зиновьев, м. н. с. отдела проблем охраны окружающей среды ФГБУ «Уральский государственный научно-исследовательский институт региональных экологических проблем» (ФГБУ УралНИИ «Экология»),
zinoviev@ecology.perm.ru,*

*М. В. Зильберман, д. х. н., ст. науч. сотр. отдела проблем охраны окружающей среды ФГБУ «Уральский государственный научно-исследовательский институт региональных экологических проблем» (ФГБУ УралНИИ «Экология»), Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д. Н. Прянишникова (ФБГОУ ВО ПГАТУ им. академика Д. Н. Прянишникова),
zilberman@ecology.perm.ru,*

*М. В. Черепанов, начальник отдела проблем охраны окружающей среды ФГБУ «Уральский государственный научно-исследовательский институт региональных экологических проблем» (ФГБУ УралНИИ «Экология»),
cherepanov@ecology.perm.ru, г. Пермь, Россия,*

О. В. Морозова, начальник отдела регулирования экологической экспертизы и государственного экологического надзора Департамента государственной политики и регулирования в сфере охраны окружающей среды Минприроды России, г. Москва, Россия

Согласно Федеральному закону от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» объекты, оказывающие негативное воздействие на окружающую среду, необходимо поставить на государственный учет. Так, сформированный реестр объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, представлен электронным ресурсом. В соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 28.09.2015 № 1029 «Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий», производится распределение объектов по категориям. Для оценки качества распределения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, проведен анализ эффективности распределения объектов. Анализ показал, что существующая система критериев отнесения объектов является удовлетворительной. Основными направлениями такой корректировки является изменение количественных критериев, определяющих распределение объектов, осуществляющих одинаковый вид хозяйственной деятельности между категориями I и II.

In accordance with the Federal Law from 1/10/2002 No. 7-FL on Environmental Protection, it is necessary to include the facilities that have negative effect on environment into the state records. Thus, the compiled register of the facilities that have negative effect on environment is submitted as an electronic resource. According to the resolution of the Government of the Russian Federation from 9/28/2015 No. 1029 "On the approval of the criteria of referring the facilities that have negative effect on environment to the facilities of categories I, II, III and IV", the distribution of the facilities on categories is made. For quality assessment of the distribution of the facilities that have negative effect on environment, their distribution efficiency analysis is carried out. The analysis has shown that the existing system of criteria of referring the facilities is satisfactory. The main guideline of the adjustment is the change of the quantitative criteria that define the distribution of the facilities that carry out the same type of economic activity between categories I and II.

Ключевые слова: категоризация, объекты, оказывающие негативное воздействие на окружающую среду, критерии, распределение, дифференцирование.

Keywords: categorization, the facilities that make negative effect on environment, criteria, distribution, differentiation.

Введение. В соответствии с Федеральным законом от 21.07.2014 № 219-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон “Об охране окружающей среды” и отдельные законодательные акты Российской Федерации» и Федеральному закону от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» введены новые понятия с целью распределения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду (далее — объекты НВОС) по категориям, в зависимости от уровня воздействия [1].

Формирование и регулирование государственного реестра объектов НВОС осуществляется в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 23.06.2016 № 572 «Об утверждении правил создания и ведения государственного реестра объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду» [2].

Основополагающим документом для распределения объектов НВОС по категориям является постановление Правительства Российской Федерации от

28.09.2015 № 1029 «Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий» [3].

Критериями, используемыми для отнесения объектов негативного воздействия к первой, второй и четвертой категориям, являются тип хозяйственной деятельности и ее интенсивность, оцениваемая по производственной мощности объекта.

Реестр НВОС стал первым публично доступным ресурсом, содержащим информацию о негативном воздействии на окружающую среду в Российской Федерации в разрезе отдельных объектов.

Цель настоящей работы состояла в анализе эффективности распределения объектов, внесенных в реестр НВОС, по категориям.

Основная часть. Исходными данными являлся файл, размещенный на сайте onv.fsrnp.ru и содержащий открытые данные реестра НВОС по состоянию на 23.05.2017. В качестве информации, характеризующей отдельный объект, учитывалась его категория и данные об интенсивности воздействия на окружающую среду.

Сведения, характеризующие объем доступной информации об этих характеристиках, представлены в табл. 1.

Как видно из табл. 1, объекты, содержащие сведения о сбросах и размещении твердых отходов, встречаются в реестре НВОС существенно реже, чем объекты, содержащие сведения о вы-

бросах. Поэтому анализ эффективности распределения объектов по категориям проводился только на основе данных о выбросах.

Поскольку набор веществ, содержащихся в выбросах для отдельных объектов, различался между собой, возникла необходимость введения некоторой обобщенной оценки выбросов. В качестве такой оценки использовалась формула (1).

$$U = \sum_{i=1}^n V_i \cdot P_i, \quad (1)$$

где U — обобщенная оценка; V_i — выброс i вещества (тонны в год); P_i — весовой коэффициент

При определении весовых коэффициентов рассматривались две возможности:

— в качестве весовых коэффициентов можно было использовать ставки платежей за выбросы, определенные в [4]. При помощи такого подхода удалось учесть 161 вещество из 1616, присутствующих в данных, и 1 412 597 записей из 1 814 654, содержащихся в реестре;

— в качестве весовых коэффициентов величин, обратных критическим величинам концентраций, содержащимся в [5] (ПДК и ОБУВ). В этом случае удавалось бы учесть все записи и, соответственно, все вещества.

В итоге предпочтение было отдано второму варианту, а весовые коэффициенты определялись по формуле (2).

$$P = \begin{cases} \frac{1}{\text{ПДК}_{\text{сс}}}, & \text{если определен ПДК}_{\text{сс}} \\ \frac{1}{\text{ПДК}_{\text{мр}}}, & \text{если не определен ПДК}_{\text{сс}}, \\ & \text{но определен ПДК}_{\text{мр}} \\ \frac{1}{\text{ОБУВ}}, & \text{если определен только ОБУВ} \end{cases} \quad (2)$$

Для определения статистических характеристик объекты объединялись в группы по категориям. При выборе статистических характеристик для сравнения отдельных категорий объектов НВОС учитывался тот факт, что исходные данные содержали грубые ошибки. Поэтому в качестве статистических характеристик были выбраны значения медианы и полуширины распределения.

Результаты проведенных расчетов указаны в табл. 2.

Значения медиан выборок, сгруппированных по категориям, образуют убывающую последовательность, представленную на рис. 1.

Сравнение величин отношений квартилей для выборок, сгруппированных по отдельным категориям, с величиной отношения квартилей для вы-

Таблица 1
Распределение объектов по категориям

Условия отбора в группу	Число объектов, отнесенных к категории			
	I	II	III	IV
Все объекты	5770	28 023	111 385	37 944
Объекты, для которых имеются данные о выбросах	5407	25 106	102 654	33 218
Объекты, для которых имеются данные об отходах	1065	2003	5228	1222
Объекты, для которых имеются данные о сбросах	973	3358	3482	74

Таблица 2
Статистические характеристики объектов НВОС, принадлежащих к различным категориям

Категория	Объектов	Медиана	Отношение квартилей
Все	164 276	4,1774	78,736
I	5355	816,2653	51,067
II	24 839	36,1132	66,284
III	101 687	4,4305	45,645
IV	32 395	0,5333	40,009

Медиана распределения в зависимости от категории объектов, включенных в выборку

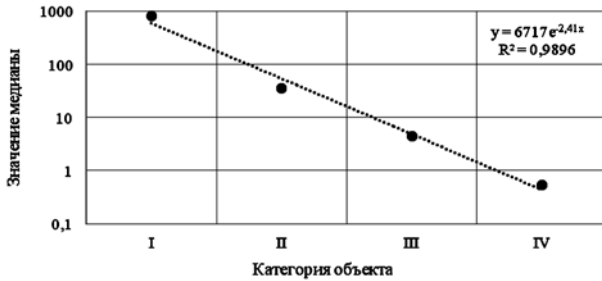


Рис. 1. Медиана распределения в зависимости от категории объектов, включенных в выборку

борки с включением всех объектов показывает, что группирование по категориям приводит к формированию более узких групп, чем исходное распределение.

Как видно из рис. 1, представленная последовательность близка к геометрической прогрессии с показателем $e^{2,41} \approx 11,1$.

Для оценки доли воздействия, приходящейся на отдельную категорию объектов, необходимо оценить средние величины воздействия для каждой из категорий.

Для получения таких оценок выдвинуто предположение о том, что распределение объектов по величине обобщенной оценки соответствует

логнормальному распределению, определяемому формулой (3).

$$f(x) = \exp\left(-\left[\frac{\ln(x) - \mu}{\sigma}\right]^2 / 2\right) / x \cdot \sigma \cdot \sqrt{2 \cdot \pi}, \quad (3)$$

где $f(x)$ — дифференциальная функция логнормального распределения; x — аргумент распределения; μ, σ — параметры распределения.

При этом между параметрами логнормального распределения и статистическими характеристиками имеются соотношения, представленные в табл. 3.

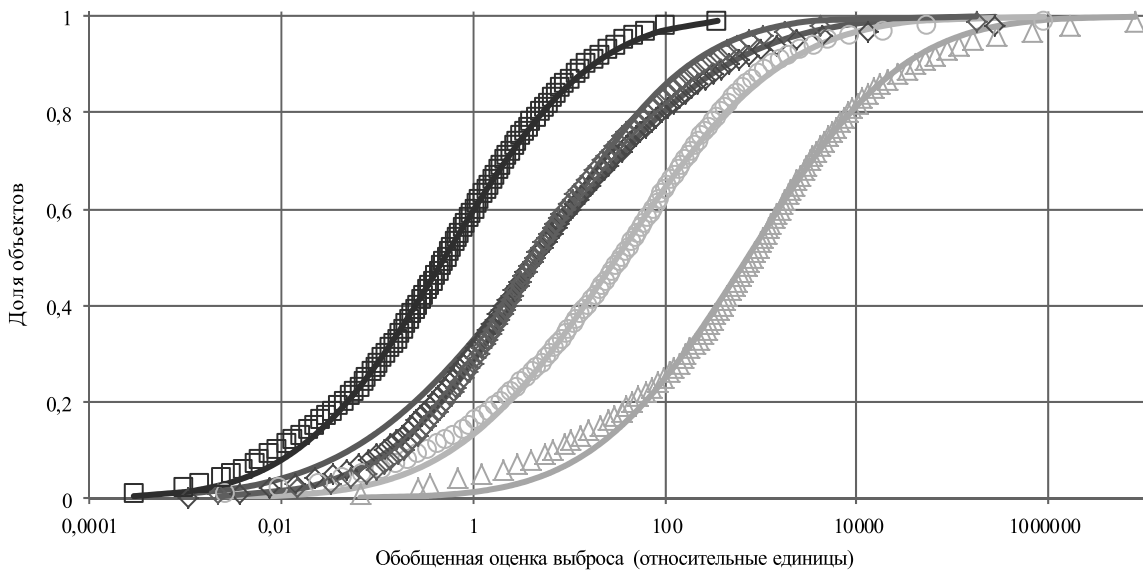
Сопоставление фактических интегральных кривых распределения с результатами расчетов приведено на рис. 2.

Как видно из рис. 2, фактические кривые распределения довольно хорошо совпадают с расчетными кривыми. Таким образом, предположение о соответствии фактических распределений логнормальному распределению выглядит правдоподобно, использование выражений, приведенных в табл. 2, для оценки средних значений представляется оправданным.

Оценки средних величин воздействий для отдельных категорий объектов НВОС и распределение доли воздействия по категориям объектов представлено в табл. 4.

Согласно данным табл. 4 использование существующих критериев категорирования объек-

Распределение выбросов для отдельных категорий объектов НВОС



- ◇ Все категории факт — Все категории расчет △ Категория I факт — Категория I расчет
- Категория II факт — Категория II расчет ◇ Категория III факт — Категория III расчет
- Категория IV факт — Категория IV расчет

Рис. 2. Распределение выбросов для отдельных категорий объектов НВОС

Таблица 3
Связь между статистическими характеристиками и параметрами логнормального распределения

Статистический параметр	Выражение через параметр распределения
Медиана распределения Среднее значение Полуширина распределения	$\exp(\mu)$ $\exp(\mu + \sigma^2/2)$ $1,35\exp(\sigma)$

Таблица 4
Основные характеристики разделения объектов НВОС по категориям

Категория объектов	Доля объектов (%)	Средняя величина воздействия (относительные единицы)	Доля воздействия (%)
I	3,26	52 823,55	69,73
II	15,12	3866,78	23,68
III	61,90	255,12	6,40
IV	19,72	24,22	0,19

тов НВОС приводит к ожидаемым результатам, а именно — формированию относительно узких групп объектов, существенно различающихся между собой.

Понятно, что распределение объектов по категориям, результаты которого показаны в табл. 3, не является единственно возможным. С точки зрения эффективности разделения объектов по категориям наилучшее разделение должно соответствовать следующим условиям:

— средние значения негативного воздействия для категорий объектов образуют геометрическую прогрессию;

— равная размытость распределений для всех категорий.

Указанным условиям соответствует распределение негативного воздействия, определяемое выражением (4):

$$F(x) = \sum_{i=1}^4 a_i \cdot \text{Log}N(x, \mu_1 + (i-1) \cdot \Delta\mu, \sigma), \quad (4)$$

где x — интенсивность негативного воздействия; $F(x)$ — доля объектов, для которой негативное воздействие меньше или равно x ; a_i — доля объектов i категории; i — номер категории; $\text{Log}N$ — интегральная функция логнормального распределения; μ_1 — параметр логнормального распределения μ для I категории объектов НВОС; $\Delta\mu$ — шаг параметра μ , используемый при расчетах для II, III и IV категорий; σ — параметр логнормального распределения σ , один для всех категорий.

Доли объектов (a_i), а также параметры μ_1 , $\Delta\mu$ и σ определялись из условия минимизации суммы квадратов разностей между зависимостью $F(x)$, рассчитанной по данным реестра НВОС и по выражению (7).

Сопоставление результатов этих расчетов с результатами разделения объектов, представленных в реестре НВОС, показано в табл. 5.

Из табл. 5 следует, что результаты «наилучшего» и фактического разделения для объектов I категории мало отличаются друг от друга по среднему уровню воздействия и доле объектов в категории. При этом доля воздействия, приходящегося на объекты первой категории, для наилучшего распределения несколько возрастает по сравнению с фактическим распределением. Для остальных категорий различия сводятся в основном к перераспределению доли объектов II и IV категорий и существенном снижении доли воздействия, приходящегося на каждую категорию за исключением первой.

Таким образом, анализ эффективности отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к различным категориям в зависимости от их воздействия на атмосферный воздух показывает, что существующая система критериев отнесения объектов является в целом удовлетворительной, однако допускает отдельные корректировки. Основными направлениями такой корректировки является изменение количественных критериев, определяющих распределение объектов, осуществляющих

Таблица 5
Сопоставление результатов «наилучшего» разделения объектов по категориям с фактическим разделение

Категория	Средний уровень воздействия (отн. ед.)		Доля объектов в категории, %		Доля воздействия, приходящегося на объекты категории, %	
	«Наилучшее» разделение	Фактическое разделение	«Наилучшее» разделение	Фактическое разделение	«Наилучшее» разделение	Фактическое разделение
I	41 864,71	52 823,55	3,0	3,3	85,6528	69,7336
II	726,40	3866,78	28,3	15,1	13,8330	23,6776
III	12,60	255,12	60,4	61,9	0,5131	6,3953
IV	0,22	24,22	8,3	19,7	0,0012	0,1934

одинаковый вид хозяйственной деятельности между категориями I и II. Кроме того, критерии отнесения объектов НВОС к этим категориям могут изменяться, дополняться или исключаться. В любом случае предложения по изменению отдельных критериев могут быть оценены с точки зрения увеличения или уменьшения эффективности распределения объектов между категориями.

Выводы. Данные, представленные в реестре НВОС, свидетельствуют об удачном формулировании критериев, однако корректировка критериев с целью улучшения является возможной.

Разработаны и опробованы алгоритмы, позволяющие на основе данных реестра НВОС оценить целесообразность корректировки отдельных критериев отнесения объектов НВОС к отдельным категориям.

Библиографический список

1. О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты Российской Федерации: Федер. закон № 219-ФЗ [принят Гос. Думой Федер. Собр. Рос. Федерации 09.07.2014]. — Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
2. Об утверждении правил создания и ведения государственного реестра объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду: постановление № 572 [Правительство Российской Федерации 23.06.2016]. — Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
3. Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий: постановление № 1029 [Правительство Российской Федерации от 28.09.2015]. — Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
4. О ставках платы за негативное воздействие на окружающую среду и дополнительных коэффициентах: постановление № 913 [Правительство Российской Федерации от 13.09.2016]. — Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
5. Перечень веществ (атмосфера) ред. от 14.12.2016 (ГН 2.1.6.1338—03, ГН 2.1.6.2309—07, ГН 2.1.6.2177—07). — Режим доступа: <http://eco-c.ru/guides/emission> (дата обращения 17.05.2018)

EFFICIENCY ASSESSMENT OF REFERRING THE FACILITIES THAT HAVE NEGATIVE EFFECT ON ENVIRONMENT TO VARIOUS CATEGORIES DEPENDING OF THEIR ACTUAL IMPACT

D. S. Zinoviev, Junior Researcher, Federal State Budgetary Institution "Ural State Research Institute of Regional Ecological Problems" (Federal State Budgetary Institution UralNII "Ecologia"), zinoviev@ecology.perm.ru;

M. V. Zilberman, Ph. D. (Chemistry), Dr. Habil., Professor, Federal State Budgetary Institution "Ural State Research Institute of Regional Ecological Problems" (Federal State Budgetary Institution UralNII "Ecologia"), Academician D. N. Pryanishnikov Perm State Agrarian and Technological University, zilberman@ecology.perm.ru;

M. V. Cherepanov, Head of the Department, Federal State Budgetary Institution "Ural State Research Institute of Regional Ecological Problems" (Federal State Budgetary Institution UralNII "Ecologia"), cherepanov@ecology.perm.ru. Russian Federation, Perm;

O. V. Morozova, Head of the Division of Regulation of environmental assessment and state ecological supervision of Department of State policy and regulation in the sphere of environmental protection of the Ministry of Natural Resources and Environmental Protection of the Russian Federation, morozova@mnr.gov.ru. Russian Federation, Moscow

References

1. O vnesenii izmenenij v Federal'nyj zakon "Ob ohrane okruzhayushchej sredy" i otdel'nye zakonodatel'nye akty Rossijskoj Federacii: Feder. zakon № 219-FZ [prinyat Gos. Dumoj Feder. Sobr. Ros. Federacii 09.07.2014]. — Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy "Konsul'tantPlyus". [On the introduction of the amendments to the Federal Law on Environmental Protection and separate acts of the Russian Federation: federal law № 219-FZ [is adopted by the State Duma of Feder. Assam. of the Russian Federations 07.09.2014]. Access from legal-reference system "KonsultantPlus"]. [in Russian]
2. Ob utverzhdenii pravil sozdaniya i vedeniya gosudarstvennogo reestra ob'ektov, okazyvayushchih negativnoe vozdejstvie na okruzhayushchuyu sredu: postanovlenie № 572 [Pravitel'stvo Rossijskoj Federacii 23.06.2016]. — Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy "Konsul'tantPlyus". [On the approval of the rules of creation and maintaining the state register of the facilities that have negative effect on environment: the resolution № 572 [the Government of the Russian Federation 06.23.2016]. Access from legal-reference system "KonsultantPlus"]. [in Russian]
3. Ob utverzhdenii kriteriev otneseniya ob'ektov, okazyvayushchih negativnoe vozdejstvie na okruzhayushchuyu sredu, k ob'ektam I, II, III i IV kategorij: postanovlenie № 1029 [Pravitel'stvo Rossijskoj Federacii ot 28.09.2015]. — Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy "Konsul'tantPlyus". [On the approval of the criteria of reference of the facilities that have negative effect on environment to the facilities of categories I, II, III and IV: the resolution № 1029 [The Government of the Russian Federation from 09.28.2015]. Access from legal-reference system "KonsultantPlus"]. [in Russian]
4. O stavkah platy za negativnoe vozdejstvie na okruzhayushchuyu sredu i dopolnitel'nyh koehfficientah: postanovlenie № 913 [Pravitel'stvo Rossijskoj Federacii ot 13.09.2016]. — Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy "Konsul'tantPlyus". [On the rates of the fees for the negative effect on environment and additional coefficients: the resolution № 913 [The Government of the Russian Federation from 09.13.2016]. Access from legal-reference system "KonsultantPlus"]. [in Russian]
5. Perechen' veshchestv (atmosfera) red. ot 14.12.2016 (GN 2.1.6.1338—03, GN 2.1.6.2309—07, GN 2.1.6.2177—07). — Rezhim dostupa: <http://eco-c.ru/guides/emission> (data obrashcheniya 17.05.2018) [The list of substances (atmosphere) of an edition from 12.14.2016 (GN 2.1.6.1338—03, GN 2.1.6.2309—07, GN 2.1.6.2177—07). Access mode: <http://eco-c.ru/guides/emission>, date of the address 05.17.2018]. [in Russian]

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ПРИНЯТИЯ СТРАТЕГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В ЗАДАЧАХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ В АРКТИКЕ

В. Б. Коробов, доктор географических наук, директор Северо-Западного отделения Института океанологии им. П. П. Ширшова РАН; главный научный сотрудник лаборатории моделирования социально-экономических систем, Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н. П. Лаверова РАН; szoioran@mail.ru; Архангельск, Россия,
А. Г. Тутыгин, кандидат физико-математических наук, доцент, заведующий лабораторией моделирования социально-экономических систем, Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н. П. Лаверова РАН; andgt64@yandex.ru; Архангельск, Россия,
Л. А. Чижова, кандидат экономических наук, доцент, старший научный сотрудник лаборатории моделирования социально-экономических систем, Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н. П. Лаверова РАН; chijova.mila@yandex.ru; Архангельск, Россия

*«Наиболее ценные открытия делаются позднее всего: наиболее же ценные открытия — это методы»
Фридрих Ницше*

Для минимизации ошибки выбора наиболее экономически эффективной и экологически безопасной альтернативы при принятии стратегических решений проектирования транспортной инфраструктуры в Арктике авторами разработан подход, основанный на последовательном принятии решений. Оценку альтернатив предлагается проводить в семь этапов, предполагающих: наращивание числа факторов, так и сложности системы по мере роста информационного обеспечения и стадии прединвестиционного и инвестиционного процессов; введение весовых коэффициентов влияния факторов и перераспределение их с использованием процедур аналитических сетей.

На виртуальном примере выбора места расположения порта на побережье арктических морей показано, что предложенная технология позволяет учесть максимальное число вариантов и определить наиболее важные из них. Авторы обращают внимание на возникающие при применении поэтапного подхода проблемы. Основными из которых являются: сложность выработки критерия бесспорного превосходства альтернативы-лидера над конкурентами; вопрос усложнения модели, если лидирующая альтернатива определена согласно принятому критерию; ограниченность применения метода аналитических сетей для задач многокритериального оценивания случаями возможности формализации большей части связей между факторами.

Введение. Транспортная инфраструктура является основой освоения минерально-сырьевых ресурсов и обеспечения национальной безопасности в Арктике. Крупные проекты, требующие для своей реализации многие миллиарды рублей, рассматриваются последовательно на альтернативной основе. Такая практика сложилась, чтобы свести к минимуму — насколько это возможно, ошибки и выбрать наиболее экономически эффективный и экологически безопасный вариант [1].

Транспортная инфраструктура как раз относится к таким проектам без всяких оговорок. Большая вариативность размещения объектов инфраструктуры и прокладки трасс, длительные сроки отдачи от вложения инвестиций, а в Арктике еще и сложные природные условия, оказывающие серьезное влияние на многие аспекты выбора [2], делают этот процесс многоэтапным.

Этапность в принятии решений необходима еще и потому, что на принятие решений влияют множество факторов, информация о некоторых на стадии прединвестиционного процесса и ранних стадиях проектирования может быть не полной, а для части факторов и недоступной. Поэтому в процессе принятия решений широко используются экспертные оценки, сочетание которых с числовыми характеристиками позво-

In order to minimize the error of choosing the most cost-effective and environmentally safe alternative when making strategic decisions on the design of transport infrastructure in the Arctic, the authors developed an approach based on consistent decision-making. Evaluation of alternatives is proposed to be carried out in seven stages, involving: the increase in both the number of factors and the complexity of the system with the growth of information support and the stage of pre-investment and investment processes; the introduction of the weighting coefficients of influence of factors and their redistribution, applying the procedures in analytical networks.

In the virtual case study of choosing the location of the port along the coastline of the Arctic seas it is shown that the proposed technology allows to take into account the maximum number of options, and to determine the most important of them. The authors draw attention to the problems arising in the application of a phased approach. The main ones are: the complexity of the development of the criterion of indisputable superiority of the alternative-leader over competitors; the issue of complication of the model, if the leading alternative is determined according to the accepted criterion; limited application of the method of analytical networks for multicriteria evaluation of the possibility of formalization of most of the links between the factors.

Ключевые слова: транспортная инфраструктура, Арктика, стратегические решения, ранги, весовые коэффициенты.

Keywords: transport infrastructure, the Arctic, strategic decisions, ranks, weight coefficients.

ляет создавать эффективные модели выбора для принятия стратегических решений [3].

Весь вопрос заключается в том, какими должны быть эти модели на разных стадиях процесса принятия решений. Представляется целесообразным последовательное наращивание сложности модели по мере роста информационного обеспечения и стадии прединвестиционного и инвестиционного процессов [4].

Анализ возникающих проблем. Однозначные рекомендации относительно моделей дать сложно из-за отсутствия четких критериев к информации, объем и качество которой будут достаточными для уверенного принятия решения в пользу той или иной альтернативы. Это зависит от нескольких обстоятельств объективного и субъективного характера.

Проблема 1: насколько численная оценка альтернативы должна превосходить конкурентов, чтобы быть безоговорочной?

Все модели позволяют, так или иначе, оценить альтернативы численно. Самое простое решение состоит в выборе наибольшей или, если оценивание производится на принципах минимизации, наименьшей оценок. Минимальные значения при обычном оценивании также могут использоваться для исключения явных аутсайдеров, что позволяет экономить ресурсы на последующих стадиях рассмотрения альтернатив. Но это не столь актуально, как проблема выбора лидера. Кроме того, при изменении модели некоторые альтернативы могут статус аутсайдера потерять.

Решить, весьма приближенно, эту проблему можно двумя способами: формальным и экспертным. Формальный подход основывается на использовании шкалы, например, хорошо известной шкалы Харрингтона [5], оцифрованной соответствующим образом. Тогда если лидер попадает в первую градацию, а остальные в другие, то его можно принять за безусловного. Правда, при применении шкал может оказаться, что различие между интегральными показателями невелико, а они оказываются в разных градациях, что снижает эффективность применения шкал для классификации объектов.

Другой путь состоит в определении минимальной разницы между первой и последующей альтернативами, выраженной в процентах, экспертным путем. Усредненная экспертная оценка и станет таким критерием. Нам этот подход представляется более эффективным, в том числе и потому, что он свободен от недостатка, органически присущему предыдущему подходу.

Проблема 2: какая должна быть область неопределенности между численно и экспертно оцениваемыми факторами, чтобы лица, принимающие решения, могли делать это уверенно? На первых этапах оценивания, когда используются относительно простые модели, не все показатели влияющих факторов могут быть получены в численном виде, а оцениваются только экспертно. Этот процесс носит объективный характер и делает неравноценным сравнение факторов. Соотношение между этими двумя группами факторов может быть весьма значительным и по предварительным оценкам авторов достигать 30–60 %. Это приводит к неуверенности у лиц, принимающих решения, к выбору альтернативы, так как на пос-

ледующих этапах более строгие и обусловленные оценки факторов могут кардинально изменить ситуацию.

Какой должна быть величина этой неопределенности, должны решать сами менеджеры, усредненные мнения которых могут быть приняты в качестве минимально необходимого порога. В случае превышения установленного такой процедурой порога, формализация объекта должна быть пересмотрена.

Проблема 3: какой сложности должны быть модели, чтобы соответствовать уровню принятия решения? С точки зрения системного подхода к моделированию ответ на этот вопрос в определенной мере дает фундаментальная теорема У. Р. Эшби, известная еще как закон необходимого разнообразия [6]. Суть его заключается в том, что для создания системы, способной справиться с решением проблемы, обладающей определенным разнообразием (сложностью), необходимо, чтобы сама система имела еще большее разнообразие, чем решаемая проблема, или была способна создать в себе это разнообразие [7].

Этапы содержат в себе модели, позволяющие последовательно наращивать их сложность и обладающие свойством производить оценку по некоторому ясно интерпретируемому интегральному показателю. В соответствии с этими требованиями оценка альтернатив может проводиться в такой последовательности.

Этап 1. Простое ранжирование альтернатив. Эксперты — для простоты всех лиц, принимающих участие в оценивании, будем называть экспертами, располагают альтернативы по мере их значимости. Если эксперт полагает, что две или более альтернатив равны, что допускается, то их рангом будет средняя величина [8]. Например, если вторая и третья альтернативы принимаются равнозначными, то их рейтинг у данного эксперта будет равным $(2 + 3)/2 = 2,5$, а если вторая, третья и четвертая, то $(2 + 3 + 4)/3 = 3$. Все оценки экспертов усредняются, и по ним проводится окончательное ранжирование.

Этап 2. Ранжирование факторов и ранжирование альтернатив. Факторы принимаются неравными, и также ранжируются по их значимости. Расчеты суммарного показателя проводятся по формуле

$$R_j = \sum_{i,j=1}^N l_i r_{ij}, \quad (1)$$

где R — суммарная оценка ранга альтернативы, а r_{ij} — ранг i -го фактора j -ой альтернативы, l_i — ранги факторов.

Этап 3. Присвоение влияющим факторам весовых коэффициентов и ранжирование альтернатив. Весовые коэффициенты более точные оценки значимости факторов [3]. Их можно получить различными способами путем экспертных опросов. Отметим только, что перерасчет рангов в весовые коэффициенты — а это вполне возможно, если каждый ранг разделить на их сумму, ничего в данном случае не дает, поскольку будет являться простым линейным преобразованием. Линейные же преобразования шкал для сравнительных оценок равноценны умножению интегральных оценок на некую константу, вследствие чего иерархия альтернатив остается прежней.

Тогда расчеты проводятся по формуле

$$R_j = \sum_{i,j=1}^N k_i r_{ij}, \quad (2)$$

где R — суммарная оценка ранга альтернативы, а r_{ij} — ранг i -го фактора j -ой альтернативы, k_i — весовые коэффициенты факторов.

Этап 4. Расчет показателей влияющих факторов и приведение показателей к единому масштабу. При ранжировании альтернатив каждый показатель сравнивается экспертами по его значимости. При этом нет необходимости, чтобы абсолютно все показатели были сопоставимы. Так, показатель «длина трубопровода» легко поддается сравнению, а вот «экологическая ситуация» — только экспертным путем исходя из принципа: чем хуже ситуация, тем больше затрат потребуется на природоохранные мероприятия. Как видно из этого примера, эти два показателя в натуральном выражении несопоставимы. Это приводит к неопределенности при принятии решения, поскольку при сравнимых оценках стоимость тех же природоохранных мероприятий для некоторой альтернативы может существенно повысить стоимость всего проекта по данному варианту и тем самым кардинально повлиять на интегральный показатель. Поэтому требуется привести их к сопоставимым величинам — натуральным или безразмерным, например, балльным оценкам [3]. Расчет интегрального показателя можно производить по формуле (2), заменив в ней ранги на балльные оценки.

Этап 5. Увеличение количества влияющих факторов. Один и тот же объект можно описать различным количеством характеристик. На первых этапах исследования число учитываемых факторов и, соответственно, показателей, стремятся свести к минимуму, выбирая наиболее важные из них. При этом часто, хотя и не всегда, производят агрегирование показателей.

Но на заключительных этапах проблему необходимо исследовать всесторонне, что требует рас-

смотрения большего числа влияющих факторов. При большом их количестве, факторы целесообразно разбивать на группы: экономические, экологические, технические и т. д.

Тогда расчетная формула для интегрального показателя примет вид:

$$R_j = \sum k_l \sum_{i,j=1}^N k_i r_{ij}, \quad (3)$$

где k_l — весовые коэффициенты групп; l — число групп.

Если число факторов становится слишком большим — порядка сотни и более, группы также можно объединять, рассчитывая для них свои весовые коэффициенты. Тогда в расчетной формуле появится еще одна — и более, сумма. Однако этого следует избегать, поскольку каждый новый уровень сопровождается метапереходами в состоянии системы, что накладывает необходимость в исследовании дополнительных связей между уровнями [9].

Этап 6. Применение сетей для уточнения весовых коэффициентов влияющих факторов. В последние годы быстрыми темпами развиваются сетевые технологии, позволяющие более точно учесть все виды связей между компонентами сложных систем. Наиболее известные из сетей нейронные и аналитические, которые дают возможность сделать перерасчет весовых коэффициентов. Это приводит, как показано в работе [10], к принципиальному изменению значений интегрального показателя при балльных классификациях, используемых нами в решении данной задачи.

Этап 7. Использование более сложных показателей. Использование большего числа данных и информации вызывает необходимость пересмотра показателей влияющих факторов с целью сделать их более адекватными исследуемому объекту. Достигается это как уточнением уже принятых показателей, так и введением новых.

Под уточнением понимается: а) использование новых выборок; б) удлинение рядов; в) добавление большего количества характеристик (например, при расчете представляющих собой сумму некоторых величин индексов).

Новые показатели имеют другую природу по отношению к старым. Так, натуральные показатели заменяются показателями в денежном выражении, которые далеко не всегда коррелированы. Абсолютные показатели могут заменяться удельными, которые в большинстве случаев более эффективны, особенно в задачах, где социальный блок имеет большую важность.

Показатель — формально, может оказаться прежним, но его расчет меняется кардинальным

образом. Для расчета многих показателей используются модели различной сложности. На начальных стадиях нет смысла чрезмерно усложнять задачу, и стараются выбрать модели попроще. (Простые модели совсем не означает, что они хуже сложных. Просто сложные модели обладают большими возможностями, и их использование может иметь место и в других случаях, например, непосредственно при проектировании объектов, таких как гидротехнические сооружения, где используются климатические и океанологические характеристики, являющиеся показателями природных факторов в задаче выбора альтернативы.)

Расчетные формулы — (2) и (3), при замене показателей не меняются, но балльные оценки новых показателей могут измениться заметно.

Виртуальный пример. Выбор места расположения порта на побережье арктических морей является одной из таких задач, имеющую приоритетную актуальность для развития транспортной инфраструктуры Арктики [11]. Сложность выбора, как отмечено выше, заключается как во влиянии природных условий, так и в необходимости обеспечения рентабельности транспортировки грузов, что также в немалой степени зависит от выбора точки выгрузки [12].

Учитывая сильную изрезанность береговой черты, наличие большого количества отмелей и островов, значительную пространственно-временную изменчивость характеристик гидрометеорологических факторов и существенные экологические ограничения, место расположения порта (портопункта) может заметно варьировать даже на относительно небольших участках побережья, относящихся к одному гидрографическому району.

Рассмотрим три альтернативы возможного размещения порта (рис. 1). Пусть каждая имеет свою особенность: у варианта А — жилой поселок и крупный остров, влияющий на гидрометеоро-

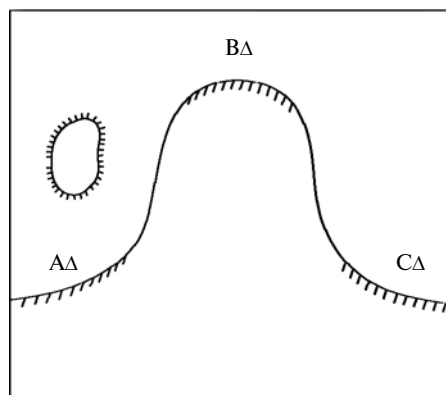


Рис. 1. Схема возможного расположения порта

логические характеристики акватории; у варианта В — объект Министерства обороны; восточнее варианта С — национальный парк федерального значения.

Для начального оценивания выберем следующие факторы: гидрометеорологические условия, экологическая ситуация, инфраструктура, близость населенных пунктов, инвестиционная привлекательность [13] и проведем их ранжирование. Расчеты суммарных рангов выполнены по формулам (1)—(2) и представлены в табл. 1—7.

На первом этапе ранжирование проведено по принципу: «чем лучше условия, тем выше ранг». По результатам простого ранжирования бесспорный лидер — первый вариант (табл. 1).

Таблица 1
Этап 1. Ранжирование альтернатив

Факторы		Альтернативы		
		А	В	С
1	гидрометеорологические условия	1	2	3
2	экологическая ситуация	2,5	2,5	1
3	инфраструктура	3	2	1
4	близость населенных пунктов	3	1,5	1,5
5	инвестиционная привлекательность	3	1	2
Сумма рангов		12,5	9,5	8,5
Место		1	2	3

Ранжирование факторов проведено по принципу: «чем большая значимость, тем выше ранг». Итоговый результат не изменился, но отрыв лидера — альтернатива А, от конкурентов стал более значимым: с 24 и 32 % до 39 и 53 % соответственно.

Таблица 2
Этап 2. Ранжирование факторов и альтернатив

Факторы		Ранги факторов	Альтернативы		
			А	В	С
1	гидрометеорологические условия	1	1	2	3
2	экологическая ситуация	2	2,5	2,5	1
3	инфраструктура	5	3	2	1
4	близость населенных пунктов	3	3	1,5	1,5
5	инвестиционная привлекательность	4	3	1	2
Сумма			42	25,5	22,5
Место			1	2	3

Использование весовых коэффициентов, найденных авторами прямой расстановкой, привело к изменению порядка суммарных рангов альтернатив: второй и третий вариант поменялись местами. Бесспорным лидером осталась первая альтернатива (табл. 3).

Таблица 3
Этап 3. Присвоение влияющим факторам весовых коэффициентов и ранжирование альтернатив

Факторы		Весовые коэффициенты	Альтернативы		
			А	В	С
1	гидрометеорологические условия	0,05	1	2	3
2	экологическая ситуация	0,10	2,5	2,5	1
3	инфраструктура	0,15	3	2	1
4	близость населенных пунктов	0,31	3	1,5	1,5
5	инвестиционная привлекательность	0,39	3	1	2
Сумма			2,85	1,50	1,64
Место			1	3	2

Замена рангов показателей на их балльные оценки, рассчитанные по 10-балльным линейным шкалам, вернуло ранжирование альтернатив к исходному порядку (табл. 4). При этом преимущество первой альтернативы над конкурентными увеличилось примерно в два раза.

Таблица 4
Этап 4. Балльные оценки показателей и весовые коэффициенты альтернатив

Факторы		Весовые коэффициенты	Альтернативы		
			А	В	С
1	гидрометеорологические условия	0,05	5	6	9
2	экологическая ситуация	0,10	5	7	3
3	инфраструктура	0,15	9	5	3
4	близость населенных пунктов	0,31	9	6	4
5	инвестиционная привлекательность	0,39	10	2	3
Сумма			8,79	4,39	3,61
Место			1	2	3

Увеличение числа влияющих факторов с последующим пересчетом весовых коэффициентов оставило порядок альтернатив прежним, но разница между ними, особенно между первой и второй, заметно сократилась (табл. 5).

Таблица 5
Этап 5. Увеличение количества влияющих факторов и пересчет весовых коэффициентов

Факторы		Весовые коэффициенты	Альтернативы		
			А	В	С
1	климат	0,04	5	6	9
2	океанологические условия	0,05	5	8	6
3	экологическая ситуация	0,08	5	7	3
4	инфраструктура	0,13	9	6	3
5	близость населенных пунктов	0,17	9	6	4
6	инвестиционная привлекательность	0,21	10	4	3
7	интересы национальной безопасности	0,20	6	10	5
8	коренные малочисленные народы Севера	0,12	6	8	3
Сумма			7,57	6,80	3,98
Место			1	2	3

Перерасчет весовых коэффициентов путем аналитической сети — сами построения из-за дефицита объема статьи мы приводить не будем, еще более сблизили первую и вторую альтернативы, но порядок мест остался прежним (табл. 6).

Таблица 6
Этап 6. Применение сетей для уточнения весовых коэффициентов влияющих факторов

Факторы		Весовые коэффициенты	Альтернативы		
			А	В	С
1	климат	0,08	5	6	9
2	океанологические условия	0,08	5	8	6
3	экологическая ситуация	0,11	5	7	3
4	инфраструктура	0,12	9	6	3
5	близость населенных пунктов	0,16	9	6	4
6	инвестиционная привлекательность	0,18	10	4	3
7	интересы национальной безопасности	0,18	6	10	5
8	коренные малочисленные народы Севера	0,09	6	8	3
Сумма			7,29	6,57	4,24
Место			1	2	3

Уточнение показателей влияющих факторов за счет привлечения дополнительной информации привело к тому, что первая и вторая альтернативы поменялись местами (табл. 7). Различие между ними невелико, но выбор между ними сделать непросто.

Таблица 7
Этап 7. Применение более сложных показателей влияющих факторов

Факторы		Весовые коэффициенты	Альтернативы		
			А	В	С
1	климат	0,08	4	7	9
2	океанологические условия	0,08	4	8	6
3	экологическая ситуация	0,11	4	8	3
4	инфраструктура	0,12	9	7	3
5	близость населенных пунктов	0,16	9	6	4
6	инвестиционная привлекательность	0,18	9	5	3
7	интересы национальной безопасности	0,18	7	10	6
8	коренные малочисленные народы Севера	0,09	5	8	4
Сумма			6,93	7,06	4,51
Место			2	1	3

Рассмотрим, как изменялись места альтернатив от этапа к этапу (табл. 8). Мы видим, что изменение ранжирования происходило не на всех этапах — все же географически варианты размещения объекта транспортной инфраструктуры достаточно близки, но сближение и расхождение интегрального показателя имело место постоянно. На последних этапах это привело к тому, что основные альтернативы поменялись местами.

Таблица 8
Ранжирование альтернатив по этапам

Этапы	Альтернативы		
	А	В	С
1	1	2	3
2	1	2	3
3	1	3	2
4	1	2	3
5	1	2	3
6	1	2	3
7	2	1	3

Обсуждение и дискуссия

Подход, основанный на поэтапном анализе объекта, прочно вошел в практику. Для сложных нечетко формализуемых объектов последовательный анализ может достигать 14 шагов [14]. На основании полученных результатов, пусть и на виртуальном, но достаточно приближенном к реальной действительности примере, рассмотрим, какие возникают при этом проблемы.

Критерий выделения бесспорного лидера. Учитывая неопределенность, возникающую в отсутствии четкого и однозначного критерия бесспорного превосходства альтернативы-лидера над конкурентами, однозначно выработать такой критерий будет чрезвычайно сложно. Эта проблема, которую можно определить как установление границ между классами, носит общеметодологический характер и не имеет четкого решения. Как мы могли убедиться, даже почти двойное превосходство еще не является гарантией окончательного лидерства одной альтернативы.

Сколько требуется этапов? Один из ключевых вопросов состоит в том, стоит ли продолжать усложнение модели, если лидирующая альтернатива определена согласно принятому критерию — его можно установить формально, что часто и делается на практике?

Если численные оценки двух и более альтернатив будут находиться в пределах одного оцениваемого интервала, то окончательное решение может быть принято с использованием процедур голосования.

Обратим внимание, что некоторые сетевые методы, в частности аналитических сетей, не являются универсальным решением для всех задач

многокритериального оценивания [15]. Он хорошо подходит только в тех случаях, когда большую часть связей между факторами можно формализовать и получить в результате сильносвязанную сеть [16]. Также и расчеты весовых коэффициентов в настоящее время превратились в набор процедур, что привело, как показано авторами на примере популярного метода анализа иерархий [17], к ряду не совсем корректных и достоверных оценок роли факторов.

Заключение. Таким образом, предложенный подход к последовательному принятию стратегических решений в задачах проектирования транспортной инфраструктуры в Арктике позволяет свести к минимуму возможные ошибки и выбрать наиболее экономически эффективный и экологически безопасный вариант реализации соответствующего проекта.

Данная работа выполнена в рамках темы НИР (государственное задание) «Разработка модели организации управления трансконтинентальными перевозками по высокоширотной трассе Северного морского пути», регистрационный номер: АААА-А17-117033010116-2.

Библиографический список

1. Кочуров Б. И. Экологически безопасное и сбалансированное развитие региона // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2001, № 4, с. 87–92.
2. Антипов Е. О., Тутьгин А. Г., Коробов В. Б. Проблемы осуществления транспортировки грузов в Арктической зоне Российской Федерации морским путем // Управленческое консультирование, 2017, № 11, с. 72–79.
3. Коробов В. Б., Тутьгин А. Г. Классификационные методы решения эколого-экономических задач. — Архангельск, Поморский университет, 2010, 310 с.
4. Коробов В. Б. Эколого-географическое обоснование экспертной оценки создания нефтяной транспортной инфраструктуры севера Тимано-Печорской провинции // Диссертация на соискание ученой степени доктора географических наук. — М.: ИГ РАН, 2004, 422 с.
5. Harrington E. C. The desirable function. — Industrial Quality Control, 1965, V. 21, № 10, p. 124–131.
6. Ashby W. R. An Introduction to Cybernetics. — London: Chapman & Hall Ltd, 1957, 295 p.
7. Острейковский В. А. Теория систем. — М.: Высшая школа, 1997, 240 с.
8. Химмельблау Д. Анализ процессов статистическими методами. — М.: Мир, 1973, 957 с.
9. Турчин В. Ф. Феномен науки: Кибернетический подход к эволюции. — М.: ЭТС, 2000, 368 с.
10. Коробов В. Б., Середкин К. А. Применение экспертных сетей для экологического районирования Белого моря // Известия Российской академии наук. Серия географическая. — 2016. — № 3. — С. 81–87.
11. Тутьгин А. Г. Концепция создания комплекса моделей развития транспортной инфраструктуры Арктической зоны Российской Федерации // Научное обозрение, 2016, № 24, стр. 182–185.
12. Есеев М. К., Коробов В. Б., Макаров Д. Н., Матвеев В. И., Тутьгин А. Г. Моделирование погрузочно-разгрузочных операций судна в процессе перевозок по Северному морскому пути // Arctic Environmental Research, 2017, № 4, С. 273–282.
13. Матвиенко И. И., Тутьгин А. Г., Чижова Л. А. Инвестиционная привлекательность муниципальных образований региона. Монография. — Архангельск: Изд-во «КИРА», 2012, 248 с.
14. Колоденкова А. Е. Топологический анализ структуры нечеткой когнитивной модели оценки реализуемости проекта по созданию информационно-управляющих систем для сложных технических объектов // Вестник УГАТУ, 2016, № 3 (73), стр. 129–136.
15. Середкин К. А. О границах применимости метода аналитических сетей в задачах принятия решений в естественных науках // Искусственный интеллект и принятие решений, 2018, № 2, с. 95–102.
16. Саати Т. Л. Принятие решений при зависимостях и обратных связях: аналитические сети: пер с англ. М., 2009. — 360 с.
17. Коробов В. Б., Тутьгин А. Г. Проблемы использования метода анализа иерархий и пути их решения // Экономика и управление, 2016, № 8, с. 60–65.

THE SEQUENCE OF STRATEGIC DECISIONS IN THE DESIGN OF TRANSPORT INFRASTRUCTURE IN THE ARCTIC

V. B. Korobov, Ph. D. (Geography), Dr. Habil, Director, North-Western branch of P. P. Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences; Chief Researcher, Laboratory of Socio-economic systems modeling, Academician N. P. Laverov Federal Centre for Integrated Arctic Research, Russian Academy of Sciences; szoioran@mail.ru; Arkhangelsk, Russia;
A. G. Tutygin, Ph. D. (Physics and Mathematics), Head of the Laboratory of Socio-economic systems modeling, Academician N. P. Laverov Federal Centre for Integrated Arctic Research, Russian Academy of Sciences; andgt64@yandex.ru; Arkhangelsk, Russia;
L. A. Chizhova, Ph. D. (Economy), Senior Researcher, Laboratory of Socio-economic systems modeling, Academician N. P. Laverov Federal Centre for Integrated Arctic Research, Russian Academy of Sciences; chijova.mila@yandex.ru; Arkhangelsk, Russia

References

1. Kochurov B. I. Ekologicheski bezopasnoe i sbalansirovanoe razvitie regiona. Izvestiya Rossijskoj akademii nauk [Environmentally safe and balanced development of the region. *News of the Russian Academy of Sciences. Series geographical*] 2001. No. 4. P. 87. [in Russian]
2. Antipov E. O., Tutygin A. G., Korobov V. B. Problemy osushestvleniya transportirovki gruzov v Arkticheskoj zone Rossijskoj Federacii morskim putjom. — Upravlencheskoe konsultirovanie [Problems of transport cargo in the Arctic zone of the Russian Federation by sea. *Management consulting*]. 2017. No. 11. P. 72—79. [in Russian]
3. Korobov V. B., Tutygin, A. G. Klassifikacionnye metody resheniya ekologo-ekonomicheskich zadach. — Arhangelsk, Pomorskiy universitet [Classification methods of solving economic problems]. Arkhangelsk, Pomor University. 2010, 310 p. [in Russian]
4. Korobov V. B. Ekologo-geograficheskoe obosnovanie ekspertnoj ocenki sozdaniya neftyanoj transportnoj infrastruktury severa Timano-Pechorskoj provincii. Dissertaciya na soiskanie uchenoj stepeni doktora geograficheskich nauk. [The geographical justification of the expert assessment of the creation of the oil transport infrastructure of the North of the Timan-Pechora Province. *Dissertation for the degree of Doctor of Geographical Sciences*]. Moscow, IG RAS, 2004, 422 p. [in Russian]
5. Harrington E. C. The desirable function. *Industrial Quality Control*. 1965, Vol. 21, No. 10. P. 124—131.
6. Ashby W. R. An Introduction to Cybernetics. London: Chapman & Hall Ltd, 1957. 295 p.
7. Ostreikovskij V. A. Teoriya sistem [Systems Theory]. Moscow, Vysshaya shkola. 1997. 240 p. [in Russian]
8. Himmelblau D. Analiz processov statisticheskimi metodami [Process Analysis by statistical methods]. Moscow, Mir. 1973. 957 p. [in Russian]
9. Turchin V. F. Fenomen nauki: Kiberneticheskij podhod k evolyucii [The Phenomenon of science: Cybernetic approach to evolution]. Moscow, ETS, 2000, 368 p. [in Russian]
10. Korobov V. B., Seredkin K. A. Primenenie ekspertnyh setej dlya ekologicheskogo rajonirovaniya Belogo moray. Izvestiya Rossijskoj akademii nauk. Seriya geograficheskaya [Application of expert networks for ecological zoning of the White Sea. *Izvestiya of the Russian Academy of Sciences, Series geographical*]. 2016. No. 3. P. 87. [in Russian]
11. Tutygin A. G. Konceptciya sozdaniya kompleksa modelej razvitiya transportnoj infrastruktury Arkticheskoj zony Rossijskoj Federacii. Nauchnoe obozrenie [The Concept of creation of a complex of models of development of transport infrastructure of the Arctic zone of the Russian Federation. *Scientific review*], 2016. No. 24. P. 182—185. [in Russian]
12. Eseev M. K., Korobov V. B., Makarov D. N., Matveev V. I., Tutygin A. G. Modelirovanie pogruzochno-razgruzochnyh operacij sudna v processe perevozok po Severnomu morskomu puti. [Modeling of loading and unloading operations of the ship in the process of transportation along the Northern sea route]. *Arctic Environmental Research*. 2017. No. 4. P. 273—282. [in Russian]
13. Matvienko I., Tutygin A., Chizhova L. Investicionnaya privlekatelnost municipalnyh obrazovanij regiona. Monografiya. [Investment attractiveness of municipalities in the region. *Monograph*] Arkhangelsk, Izd-vo “KIRA”. 2012. 248 p. [in Russian]
14. Molodenkov A. E. Topologicheskij analiz struktury nechyotkoj kognitivnoj modeli ocenki realizuemosti proekta po sozdaniyu informacionno-upravlyayushih sistem dlya slozhnyh tehnicheskich obektov. [Topological analysis of the structure of a fuzzy cognitive model of evaluation of the feasibility of a project for the establishment of information management systems for complex technical objects] *Vestnik UGATU*. 2016. No. 3 (73). P. 129—136. [in Russian]
15. Seredkin K. A. O granicah primenimosti metoda analiticheskich setej v zadachah prinyatiya reshenij v estestvennyh naukah. — Iskusstvennyj intellekt i prinyatie reshenij. [On the limits of applicability of the method of analytical networks in the problems of decision-making in the natural Sciences. *Artificial intelligence and decision-making*]. 2018. No. 2. P. 95—102. [in Russian]
16. Saati T. L. Prinyatie reshenij pri zavisimostyah i obratnyh svyazyah: analiticheskie seti [Decision-making with dependencies and feedbacks: analytical networks: per with English]. Moscow. 2009. 360 p. [in Russian]
17. Korobov V. B., Tutygin A. G. Problemy ispolzovaniya metoda analiza ierarhij i puti ih resheniya. Ekonomika i upravlenie [The problems of the use of the method of analysis of the hierarchies and the ways of their solutions. *Economics and management*]. 2016. No. 8. P. 60—65. [in Russian]

ОСОБЕННОСТИ ГЕНДЕРНЫХ РАЗЛИЧИЙ В ПРОИЗВЕДЕНИЯХ Л. Н. ТОЛСТОГО

И. Н. Лыков, д. б. н., к. м. н., профессор,
научный руководитель института
естествознания, Калужский государственный
университет им. К. Э. Циолковского,
linprof47@yandex.ru, г. Калуга, Россия

Организм женщины и мужчины формировался многие тысячелетия, исходя из задач, которые перед ними поставила Природа. Поэтому на планете Земля сосуществуют два прекрасных вида *Homo sapiens* — женщина и мужчина. Сложные механизмы саморегуляции и адаптации к изменяющимся условиям окружающей среды определенным образом настраивали организм женщины и мужчины, что способствовало выживанию и процветанию человеческой популяции. Но технический прогресс очень быстро и резко изменил условия обитания человека, сделав многие его функции не востребуемыми. Это является сегодня причиной сложных взаимоотношений между женщиной и мужчиной.

В статье представлены результаты медико-экологического анализа гендерных особенностей мужчины и женщины по произведениям Л. Н. Толстого. Читая произведения Л. Н. Толстого наглядно видны масштабы и скорость изменения поведения человека, вопреки заложенным в него биологическим задачам.

The body of man and woman has been in shaping for thousands of years, based on the tasks that Nature sets for them. Therefore, on the Earth, there are two beautiful types of *Homo sapiens*, i.e. man and woman. The complex mechanisms of self-regulation and adaptation to the changing environmental conditions in a certain way set up the body of man and woman, it contributed to the survival and prosperity of the human population. But technical progress very quickly and dramatically changed the human environment, making many of its functions unclaimed. Today, it is the cause of a complex relationship between man and woman.

The article presents the results of the medical and environmental analysis of the gender characteristics of man and woman based on the works by L. N. Tolstoy. Reading the works of L. N. Tolstoy, we clearly watch the scale and rate of the change in human behavior, in spite of the biological tasks laid down in them.

Ключевые слова: гендерные особенности, экологии мужчины и женщины.

Keywords: gender features, ecology of man and woman.

Вновь и вновь перечитывая произведения Л. Н. Толстого, поражаешься глубокому психоанализу взаимоотношений мужчины и женщины. С каждым новым прочтением этот психологизм раскрывает новые нюансы, позволяет по-иному взглянуть на описываемые события, на внутренний мир действующих лиц.

Кто они, мужчина и женщина? Почему между ними формируются такие сложные отношения? Что является движущей силой тех или иных поступков?

По библейской версии первым человеком на Земле стал мужчина, которого Бог сотворил по образу и подобию своему. Из ребра мужчины Бог создал женщину. В некоторых семьях до сих пор существует традиция пересчитывать ребра подозреваемых в неверности мужей (вдруг одного не хватает). Одной из главных проблем во взаимоотношениях двух любящих людей всегда была верность друг другу. При этом считалось, что измена — проступок чисто психологический, находящийся исключительно на совести партнера-предателя (*Все смешалось в доме Облонских. Жена узнала, что муж был в связи с бывшей в их доме француженкою-гувернанткой, и объявила мужу, что не может жить с ним в одном доме.*) [1, с. 5].

Во времена Адама и Евы, живших в садах Эдема, между человеком и природой существовала гармония. Ева первой нарушила эту гармонию, заставив Адама вкусить запретный плод. Но именно благодаря ей Адам увидел мир во всем многообразии и во всем противоречии. С тех пор женщина играет исключительную роль в жизни мужчины от его рождения и до последних дней — и это справедливо не только для библейской трактовки истории человечества (*Как только мужчина подошел к женщине, так и подпал под ее дурман и ошалел.*) [2, с. 117].

Мужчины и женщины созданы Природой для выполнения различных эволюционных и социальных целей и задач. Эволюция их протекала по-разному, поскольку разными были обстоятельства. Мужчина охотился, а женщина собирала. Мужчина защищал, а женщина нянчила. В результате формирование тела и мышления у них шло разными путями [3].

Но технический прогресс нарушил старый порядок. Вместо него воцарилась неудовлетворенность. Выживание членов семьи не зависит более только от мужчины. От женщины теперь не требуется только поддерживать порядок в доме и воспитывать детей. Впервые в истории человечества как вида большинство мужчин и женщин не знают точно, какова их роль. Впервые в истории мы ищем в наших партнерах любовь, сочувствие и личное удовлетворение, поскольку вопросы выживания потеряли свою остроту [3]. И, если этот поиск ока-

зывается безуспешным, мы часто пытаемся закрыть глаза на проблему и уделить все свое внимание чему-то второстепенному (*Она старалась забыть напряженными, всегда поспешными занятиями хозяйством, обстановкой, нарядами своими и детей, учением, здоровьем детей. У меня же было свое пьянство — пьянство службы, охоты, карт. Мы оба постоянно были заняты. <...> Так мы и жили, в постоянном тумане не видя того положения, в котором мы находились.*) [2, с. 137—138].

Женщины — хранители жизни на Земле, мужчины — ее разрушители. В истории человечества нет (или почти нет) примеров, когда женщина, возглавляя государство, привела бы его в упадок. С мужчинами таких примеров много. Эта разница обусловлена биологически.

Женский организм устроен сложнее мужского и более утонченно. Особенностью женщин является наличие двух основных половых гормонов-антагонистов — эстрогена и прогестерона. Женский гормон эстроген создает у женщины чувство благополучия, счастья и вызывает положительную реакцию на окружающее (*Кити была в одном из своих счастливых дней. Платье не теснило нигде, нигде не спускалась кружевная берта, розетки не смялись и не оторвались; розовые туфли на высоких выгнутых каблуках не жали, а веселили ножку.*) [2, с. 87].

Прогестерон — гормон родительского инстинкта, инстинкта нянчить. Он способствует успешному выполнению женщиной функции ухода за младенцем. Прогестерон появляется в крови у женщины, когда она видит ребенка, — получает сигнал, который можно назвать «форма младенца». Женщина регистрирует короткое пухленькое тельце, пухлые ручки и ножки, большую голову и большие глаза [3]. Установлено, что именно такие формы вызывают повышение количества прогестерона в крови (*— Как мил! — сказала графиня Марья, глядя на ребенка и играя с ним. — Вот этого я не понимаю, Nicolas, — обратилась она к мужу, — как ты не понимаешь прелесть этих чудо прелестей. — Не понимаю, не могу, — сказал Николай, холодным взглядом глядя на ребенка. — Кусок мяса* [4, с. 282—283]... *Наслаждение, которое доставляет им ребенок прелестью его, этих ручек, ножек, тельца всего...*) [2, с. 133].

В период с 21-го по 28-й день месячного цикла уровень женских гормонов в крови резко падает, что приводит к появлению острых симптомов подавленности, известных под названием «менструальная напряженность». Для многих женщин этими симптомами могут оказаться депрессия, тоска и даже тяга к самоубийству, особенно в сочетании с другими проблемами. И именно

женщины у Толстого совершают попытки свести счеты с жизнью (*Наташа была очень больна... она в ту же ночь, как ей было объявлено, что Анатолий женат, отравилась мышьяком, который она тихонько достала...* [5, с. 378]. *Она в юбках и высоких ботинках лежит неловко на кровати без чувств. На столике пустая склянка с опиумом...*) [2, с. 145].

В жизни мужчины значительную роль играет тестостерон. Он способствует возбуждению мозговых центров, участвующих в агрессии и развитии мышечной системы, которая позволяет ее реализовать. Агрессия — одна из мужских особенностей, связанная с охотой, необходимостью убивать добычу. Агрессивное поведение возникает в результате выброса тестостерона, который активизирует подкорковые области головного мозга (*Пьер почувствовал увлечение и прелесть бешенства. Он бросил доску, разбил ее и, с раскрытыми руками подступая к Элен, закричал: «Вон!»*) [5, с. 34]. Взлет количества тестостерона в крови подростков наблюдается в возрасте от 12 до 18 лет (*Петя находился в постоянно счастливо-возбужденном состоянии радости на то, что он большой, и в постоянно восторженной поспешности не пропустить какого-нибудь случая настоящего героизма.*) [4, с. 143]. (*Но Оленин слишком сильно сознавал в себе присутствие этого всемогущего бога молодости, эту способность превратиться в одно желание, в одну мысль, способность захотеть и сделать, способность броситься головой вниз в бездонную пропасть, не зная за что, не зная зачем.*) [6, с. 336].

Кроме гормональных, можно назвать и множество других отличий женщины от мужчины. Например, женский голос более сложен, чем мужской, из-за различий в размере и форме голосовых связок и гортани. Первый мелодичнее и проще для восприятия, диапазон его звуковых частот более вариативен (*О, как задрожала эта терция и как тронулось что-то лучшее, что было в душе Ростова...*) [5, с. 63].

Предпочтения цветовых оттенков для мужчин и женщин тоже значительно различаются. Женские находятся в красновато-розовато-фиолетовой области, мужские смещаются в сторону сине-зеленой. Эта особенность возникла из специфических для каждого пола функциональных специализаций в эволюционном разделении труда. Мозг женщины-собирательницы лучше, чем мужчины-охотника, настроен на идентификацию зрелых, съедобных желтых или красных фруктов, встроенных в зеленую листву. Поэтому, специализируясь на сборе, женский мозг оттачивал трихроматическую адаптацию с предпочтением

красного и розового цвета. Сыграла роль и необходимость ухаживать за большими детьми, различать тонкие изменения цвета кожи ребенка и окружающих из-за эмоциональных состояний и социально-половых сигналов [7]. Предрасположенность женщины к теплым тонам часто отражается в выборе одежды, интерьера (*Военный... поглаживая усы, любовался на розовую Кити* [1, с. 87]. *Войдя в маленький кабинет Кити, хорошенькую, розовенькую, с куколками *vieux saxe*, комнатку, такую же молоденькую, розовенькую и веселую, какою была сама Кити еще два месяца тому назад...*) [1, с. 138].

Мозг мужчины обеспечивает ему «туннельное» видение, что означает способность видеть четко и ясно прямо перед собой, но на большое расстояние, т. е. его глаза можно уподобить биноклю. Мужчине как охотнику необходимо поймать глазом цель и не выпускать ее из поля зрения, причем на довольно далеком расстоянии. Его зрение эволюционировало таким образом, чтобы, не отвлекаясь на цвета, обнаруживать детали в движущейся добыче и поймать ее, пока она не убежала или не спряталась, а затем найти путь домой [3] (*По поверхности воды тянулись черные тени, которые привычный глаз казака признавал за проносимые сверху коряги.*) [6, с. 360].

Человеческий глаз отличается наличием большой белой склеры, которой лишены другие приматы. У женщины склера больше, чем у мужчины; она позволяет следить за движением глаз и направлением взгляда, что является важным фактором при общении. Размер склеры (прищуренные или широко раскрытые глаза) и ее цвет позволяет судить о психологическом состоянии партнера и о его здоровье. Большие глаза сексуально более привлекательны [8]. Поэтому женщины карандашом и тушью подчеркивают это впечатление. Однако то, что в женском облике является, бесспорно, красивым, в применении к мужчине может быть воспринято двояко и даже отрицательно — таким приемом характеристики персонажа искусно пользуется Толстой: «*Миндалевидные влажные глаза, красные улыбающиеся губы... прическа последняя, модная, лицо пошло-хорошенькое, то, что женщины называют недурен, сложения слабого... с особенно развитым задом, как у женщины*» [2, с. 142].

Женщины лучше мужчин могут контролировать свои эмоции. Примером этому является поведение Кити на балу: «*...она была возбуждена, а вместе с тем обладала собой настолько, что могла наблюдать*» [1, с. 88]. Эмоциональные реакции других людей женщины читают лучше, чем мужчины, независимо от того, получают ли они сиг-

налы словесно или визуально. Это может быть связано с потребностью женщины быть более чувствительной к эмоциям ребенка, выделять людей с наиболее негативной эмоциональностью — потенциальную опасность для нее и ее детей. В декодировании мимики и определении изменяющихся вокальных интонаций женщины тоже искуснее мужчин (*Она знала это чувство и знала его признаки и видела их на Анне — видела дрожащий, вспыхивающий блеск в глазах и улыбку счастья и возбуждения, невольно изгибающую губы, и отчетливую грацию, верность и легкость движений* [1, с. 91]. *И на лице Вронского, всегда столь твердом и независимом, она видела то поразившее ее выражение потерянности и покорности, похожее на выражение умной собаки, когда она виновата.*) [1, с. 94].

В определенных ситуациях эта восприимчивость к эмоциям принимает почти экстрасенсорный характер. Ученые провели эксперимент, в ходе которого в родильном доме женщинам-матерям показали несколько десятисекундных клипов с плачущими детьми и попросили просмотреть их с выключенным звуком. Матери получали информацию только визуально. В большинстве случаев они смогли быстро определить широкий диапазон проявленных на экране эмоций: от голода и боли до дискомфорта и усталости [9]. (*Она знала, что он кричит, еще прежде, чем она подошла к детской. И действительно, он кричал. <...> Голос был хороший, здоровый, только голодный и нетерпеливый.*) [10, с. 387].

Женщины больше, чем мужчины, склонны к полноте (*Она пополнела и поширела, так что трудно было узнать в этой сильной матери прежнюю тонкую, подвижную Наташу.* <...> *Видна была одна сильная, красивая и плодовитая самка.*) [4, с. 275]. В этом повинны и гормональные нарушения, и отсутствие заботы о своей фигуре (*Наташа не следовала тому золотому правилу, проповедоваемому умными людьми, в особенности французами, и состоящему в том, что девушка, выходя замуж, не должна опускаться...*) [4, с. 276]. Чем полнее женщина, тем старше она выглядит. Склеротические изменения у полных женщин наблюдаются в 4 раза чаще. Среди них больше диабетиков и больных сердечно-сосудистыми заболеваниями.

Имеются данные о том, что дневной сон спасает от перегрузки информацией и что улучшение овладения моторными навыками в результате ночного сна связано преимущественно с его поздними стадиями. Ночной сон мозг использует для обработки воспоминаний о привычках, действиях и навыках, обретенных в течение дня [11].

Короткий сон днем улучшает мышление и память человека, обеспечивает более активную работу мозга (*Старик находился в хорошем расположении духа после дообеденного сна. Он говорил, что после обеда серебряный сон, а до обеда золотой.*) [12, с. 125].

Хотя представители обоих полов в равной степени подвержены стрессовым состояниям, более эмоциональная женщина обладает природным даром снижать стрессовую нагрузку. Крик, слезы, истерика позволяют ей снимать отрицательное эмоциональное напряжение. Имеются предположения, что женщины живут дольше потому, что чаще плачут. Плач — это огромный подарок нашей нервной системе. Когда мы плачем, наши слезы освобождают нейротрансмиттеры (лейцин, энкефалин). Они действуют как естественное обезболивающее и успокаивающее. Плач является эмоциональной разрядкой, которая помогает человеку снять стресс. Выплакавшись, человек чувствует себя бодрее (*Кругом было темно, безмолвно, уныло, а в душе было так полно воспоминаний, любви, сожаления и приятных давивших слез...*) [6, с. 335]. Кроме того, слезная жидкость удаляет из организма токсичные вещества и гормоны стресса, которые образуются при различных эмоциональных потрясениях. Есть данные о том, что люди, позволяющие себе вволю поплакать, менее подвержены сердечно-сосудистым заболеваниям и болезням желудочно-кишечного тракта. Помимо этого, слезы содержат бактерицидное вещество лизоцим, обладающее ранозаживляющим действием. В них присутствуют также кислород и питательные вещества, необходимые для роговой оболочки. Поэтому после обильных слез глаза блестят очень привлекательно (*Княжна Марья повернулась к брату, и сквозь слезы любовный, теплый и кроткий взгляд ее прекрасных в ту минуту, больших лучистых глаз остановился на лице князя Андрея* [12, с. 123]. *Некрасивая графиня Марья всегда хорошела, когда плакала. <...> И когда она плакала, лучистые глаза ее приобретали неотразимую прелесть.*) [4, с. 267].

И у мужчин, и у женщин организм в целом и отдельные органы имеют определенный ритм жизни. Например, в первую половину дня у мужчин выделяется много желчи, печень накапливает жиры и отдает воду. Во второй половине дня, особенно после приема пищи, количество свободной желчи уменьшается, что сказывается на настроении и поведении. Это замечательно подметил Толстой, описывая поведение раздраженного старого князя Н. А. Болконского: «...и князь после супа смягчился» [12, с. 272].

Сказываются на мужчинах и условия городского образа жизни, нерациональное питание. Питание городского мужчины отличается высокой калорийностью, увеличением потребления жиров и углеводов при снижении доли молочной пищи и продуктов, не содержащих химических добавок. В сочетании с малоподвижным образом жизни и небольшой физической нагрузкой это является причиной нарушения обменных процессов и нервной регуляции, что приводит к атеросклерозу и спазмам сосудов (*И он, представив, как махал руками кварталный, опять захохотал звучным и басистым смехом, колебавшим все его полное тело, как смеются люди, всегда хорошо евшие и особенно пившие.*) [12, с. 49].

Наилучшим образом стресс у мужчин снимается при общении с домашними животными. Огромное значение имеет и уютная домашняя обстановка, чистота в квартире. Там, где это соблюдается, мужчины меньше болеют и живут дольше (*Когда он вошел в маленькую гостиную, где всегда пил чай, и уселся в своем кресле с книгою, а Агафья Михайловна принесла ему чаю..., он чувствовал, что в глубине его души что-то устанавливалось, умерялось и укладывалось.*) [1, с. 107].

Большое значение в профилактике и лечении стрессовых состояний имеет музыка. Прослушивание музыки, главным образом песен или мелодий с личностным смыслом, заставляет меньше думать о боли. Это особенно касается людей, имеющих высокий уровень тревожности. Музыка активирует сенсорные пути, затрудняющие прохождение болевых импульсов. Наилучшим терапевтическим эффектом обладает классическая и народная музыка, так как во многих случаях ее ритмика благотворно влияет на функции внутренних органов человека, нормализует сердечный ритм и волновые структуры мозга, уменьшает частоту дыхания (*Музыка заставляет меня забывать себя, мое истинное положение, она переносит меня в какое-то другое, не свое положение: мне под влиянием музыки кажется, что я чувствую то, чего я, собственно, не чувствую, что я понимаю то, чего не понимаю, что могу то, чего не могу.*) [2, с. 155]. Классическая музыка способствует ускорению темпов развития синоптических связей головного мозга у детей и развитию их творческих способностей.

Пение также является средством поддержания здоровья. Исследования показывают, что оно может стабилизировать сердечный ритм, понизить кровяное давление, улучшить кровообращение, способствует синтезу эндорфинов и снижению содержания гормонов стресса — кортизола, адреналина, норадреналина (*После обеда*

Натasha, по просьбе князя Андрея... стала петь. Князь Андрей стоял у окна, разговаривая с дамами, и слушал ее. В середине фразы князь Андрей замолчал и почувствовал неожиданно, что к его горлу подступают слезы, возможность которых он не знал за собой. Он посмотрел на поющую Наташу, и в душе его произошло что-то новое и счастли-вое.) [5, с. 218].

...Наверное, тема экологии мужчины и женщины в произведениях Л. Н. Толстого заслуживает отдельного, более вдумчивого исследования. Приведенные здесь цитаты — лишь малая часть примеров острой наблюдательности классика русской литературы. Он не мог быть знаком с результатами современных научных исследований. Но он знал — человека.

Библиографический список

1. Толстой Л. Н. Анна Каренина. Собрание сочинений в 12 томах. т. VII. М.: Изд-во «Правда», 1984. с. 494.
2. Толстой Л. Н. Крейцерова соната. Собрание сочинений в 12 томах. — т. XI. — М.: Изд-во «Правда». 1984 г. с. 573.
3. Пиз А., Пиз Б. Язык взаимоотношений. Как научиться общаться с противоположным полом без конфликтов. — Издательство: Эксмо-Пресс, 2013 г. — 368 с. <https://www.labyrinth.ru/books/389656/>
4. Толстой Л. Н. Война и мир. Собрание сочинений в 12 томах. — т. VI. — М.: Изд-во «Правда». 1984 г. с. 366.
5. Толстой Л. Н. Война и мир. Собрание сочинений в 12 томах. — т. IV. — М.: Изд-во «Правда». 1984 г. с. 399.
6. Толстой Л. Н. Казаки. Собрание сочинений в 12 томах. — т. II. — М.: Изд-во «Правда». 1984 г. с. 495.
7. Hurlbert A. C. Ling Y. Biological components of sex differences in color preference // *Current Biology*. 2007. v. 17. P. 623–625. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2007.06.022>
8. Provine R. R., Cabrera M. O., Nave-Blodgett J. Red, yellow, and super-white sclera: uniquely human cues for healthiness, attractiveness, and age // *Hum. Nat.* 2013. v. 24 (2). P. 126–136.
9. Valanne E., Vuorenkoski V., Partanen T. et al. The ability of human mothers to identify the hunger cry signals of their own new-born infants during the lying-in period // *Cell. Mol. Life Sci.* 1967. v. 23. P. 768–769.
10. Толстой Л. Н. Анна Каренина. Собрание сочинений в 12 томах. — т. VIII. — М.: Изд-во «Правда». 1984 г. с. 430.
11. Alger S. E., Lau H., Fishbein W. Slow wave sleep during a daytime nap is necessary for protection from subsequent interference and long-term retention // *Neurobiol. Learn. Mem.* 2012. v. 98. P. 188–196.
12. Толстой Л. Н. Война и мир. Собрание сочинений в 12 томах. — т. III. — М.: Изд-во «Правда». 1984 г. с. 398.

FEATURES OF GENDER DIFFERENCES IN THE WORKS BY L. N. TOLSTOY

I. N. Lykov, Ph. D. (Biology), Dr. Habil., Professor, Tsiolkovskiy Kaluga State University, Scientific advisor, Institute of Natural Science, Head of the Department of Botany, Microbiology and Ecology, linprof47@yandex.ru. Kaluga, Russia

References

1. Tolstoy L. N. Anna Karenina. *Sobranie sochinenij v 12 tomah. t. VII.* [Anna Karenina. Collected Works in 12 volumes. Vol. VII]. Moscow, Pravda Publishing House, 1984. p. 494. [in Russian]
2. Tolstoy L. N. Krejcerova sonata. *Sobranie sochinenij v 12 tomah. — t. XI* [Kreutzer Sonata. Collected Works in 12 volumes. Vol. XI]. Moscow, Pravda Publishing House. 1984. p. 573. [in Russian]
3. Pease A., Pease B. *Yazyk vzaimootnoshenij. Kak nauchit'sya obshchat'sya s protivopozhnyim polom bez konfliktov.* [Language of relationships. How to learn to communicate with the opposite sex without conflict]. Publisher: Eksmo-Press, 2013. 368 p. [Electronic resource <https://www.labyrinth.ru/books/389656/>] [in Russian]
4. Tolstoy L. N. *Voyna i mir. Sobranie sochinenij v 12 tomah. — t. VI.* [War and Peace. Collected Works in 12 volumes. Vol. VI]. Moscow, Pravda Publishing House. 1984. p. 366. [in Russian]
5. Tolstoy L. N. *Voyna i mir. Sobranie sochinenij v 12 tomah. — t. IV.* [War and Peace. Collected Works in 12 volumes. Vol. IV]. Moscow, Pravda Publishing House. 1984. p. 399. [in Russian]
6. L. N. Tolstoy. *Kazaki. Sobranie sochinenij v 12 tomah. — t. II.* [Cossacks. Collected Works in 12 volumes. Vol. II]. Moscow, Pravda Publishing House. 1984. p. 495. [in Russian]
7. Hurlbert A. C. Ling Y. Biological components of sex differences in color preference. *Current Biology*. 2007. Vol. 17. P. 623–625. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2007.06.022>
8. Provine R. R., Cabrera M. O., Nave-Blodgett J. Red, yellow, and super-white sclera: uniquely human cues for healthiness, attractiveness, and age. *Hum. Nat.* 2013. Vol. 24 (2). P. 126–136.
9. Valanne E., Vuorenkoski V., Partanen T. et al. The ability of human mothers to identify the hunger cry signals of their own new-born infants during the lying-in period. *Cell. Mol. Life Sci.* 1967. Vol. 23. P. 768–769.
10. Tolstoy L. N. Anna Karenina. *Sobranie sochinenij v 12 tomah. t. VIII.* [Anna Karenina. Collected Works in 12 volumes. Vol. VIII]. Moscow, Pravda Publishing House. 1984. p. 430. [in Russian]
11. Alger S. E., Lau H., Fishbein W. Slow wave sleep during a daytime nap is necessary for protection from subsequent interference and long-term retention. *Neurobiol. Learn. Mem.* 2012. Vol. 98. P. 188–196.
12. Tolstoy L. N. [Voyna i mir. *Sobranie sochinenij v 12 tomah. — t. III.*] War and Peace. Collected Works in 12 volumes. Vol. III. Moscow, Pravda Publishing House. 1984. p. 398. [in Russian]



ПОТЕНЦИАЛ ПОЧВЕННОЙ ВЛАГИ В АЛАСНЫХ ПОЧВАХ

В. С. Макаров, кандидат биологических наук,
старший научный сотрудник,
научно-исследовательский институт
прикладной экологии Севера Северо-Восточного
федерального университета, mvs379@yandex.ru,
Г. Н. Саввинов, доктор биологических наук,
главный научный сотрудник,
научно-исследовательский институт
прикладной экологии Севера Северо-Восточного
федерального университета,
savvinov_gn@mail.ru

Рассмотрен потенциал почвенной влаги в мерзлотных аласных болотных, луговых и остепненных почвах, отличающихся между собой по характеру и степени увлажнения. Величина потенциала почвенной влаги растет от центра к периферии аласа и за вегетационный период изменяется в широком диапазоне. В почвах нижнего и среднего поясов преобладает капиллярное движение влаги, причем наблюдается не только вертикальный, но и горизонтальный приток и отток влаги. В почвах верхнего пояса отсутствует боковой приток капиллярной влаги и степень увлажнения почвы всецело зависит от продолжительности и интенсивности атмосферных осадков. Знание особенностей распределения потенциала влаги в пространстве и времени позволит понять природу формирования гидротермических поясов аласной котловины.

The article discusses the potential of soil moisture in permafrost alas swamp, meadow and steppified soils, differing in nature and moisture degree.

The magnitude of the soil moisture potential grows from the center to the periphery of the alas and during the growing season varies over a wide range. In the soils of the lower and middle zones, capillary movement of moisture prevails, and not only vertical, but also horizontal inflow and outflow of moisture is observed. In the soils of the upper belt there is no lateral inflow of capillary moisture, and the degree of soil moisture is entirely dependent on the duration and intensity of precipitation.

The knowledge of features for moisture potential distribution in space and time will allow us to understand the nature of hydrothermal belts of alas basin formation.

Ключевые слова: влажность, потенциал почвенной влаги, аласные почвы.

Keywords: soil moisture, potential of soil moisture, alas soils.

Введение. До настоящего времени исследование поведения воды в аласных почвах велось традиционными водобалансовыми методами, при этом оценка состояния воды базировалась на категориях почвенной влаги и почвенно-гидрологических констант.

С развитием современных технологий в почвоведении растет термодинамический подход в изучении свойств почвенной влаги, при котором количественно оцениваются силы взаимодействия между водой и вмещающей ее твердой фазой почвы [1, 2]. На сегодня данный подход считается как наиболее перспективный и теоретически обоснованный, поскольку он не только позволяет описывать состояние и поведение воды в почве на данный момент времени, но и допускает количественный прогноз водообменных процессов, что особенно важно для суждений о водообеспеченности и водопотреблении растений.

Цель работы — изучить пространственное распределение потенциала почвенной влаги в аласных почвах и ее динамику в течение вегетационного периода.

Модели и методы. Объектом исследований был выбран алас «Атыгытар», расположенный в середине Лено-Амгинского междуречья и представляющий собой термокарстовую котловину округлой формы. Площадь аласа равна 7,5 га, глубина — около 5–6 м. Центр котловины занят озером, площадь зеркала которого колеблется в зависимости от количества атмосферных осадков и в среднем равна около 3 га. В настоящее время алас огорожен, используется в качестве сенокосного угодья. Пастбищная нагрузка кратковременная, весной и осенью по отаве.

Нами исследованы мерзлотные аласные болотные, луговые и остепненные почвы, отличающиеся между собой по характеру увлажнения и приуроченные к определенному гидротермическому поясу. Выделяют 3 пояса: нижний гидротермический пояс (луг избыточного увлажнения); средний

гидротермический пояс (луг оптимального увлажнения); верхний гидротермический пояс (луг недостаточного увлажнения).

По гранулометрическому составу исследованные почвы классифицируются как легкие и средние суглинки. Здесь доминирующими механическими элементами являются фракции крупной пыли и мелкого песка.

Плотность сложения аласных почв постепенно увеличивается до глубины 30–40 см, ниже наблюдаются его незначительные колебания. Если рассматривать только гумусовые горизонты, то почвы аласа Атыытар характеризуются как рыхлые и нормальные. Самой рыхлой структурой выделяется остепненная почва ($0,5–0,9 \text{ г/см}^3$), а самой уплотненной структурой луговая почва ($0,7–1,1 \text{ г/см}^3$). Плотность в иллювиальных горизонтах колеблется в пределах от 1,2 до 1,4 г/см^3 .

Измерения давления почвенной влаги проводились с помощью датчиков MPS-2, работающие на базе накапливающего регистратора EM50 от компании DecagonDevises. Датчики устанавливались в почвах среднего и верхнего поясов северо-западной части аласа, на глубинах 10, 40 и 70 см. Замеры проводились в теплое время с интервалом съемки 4 часа. В 2013 году потенциал влаги определяли в аласной болотной почве, в 2014 году в аласной луговой и остепненной почвах.

Результаты и обсуждение. Исследования якутских почвоведов показывают [3, 4], что почвы нижнего пояса аласа, расположенные узкой полосой вокруг озера, увлажнены до полной влагоемкости (ПВ). Из-за высокой увлажненности эти почвы наименее восприимчивы к атмосферным осадкам и при незначительных изменениях площади озера трудно было уловить изменение влажности традиционными водобалансовыми методами. Однако наши датчики показали очень

хорошую чувствительность и зарегистрировали малейшие колебания увлажнения почвы, которые хорошо коррелируют с метеорологическими данными. Из рис. 1 видно, как на глубинах 10 и 40 см периоды постепенного снижения потенциала почвенной влаги чередуются с его резкими подъемами, которые совпадают по времени с началом атмосферных осадков. В нижних слоях (70 см) потенциал влаги менее изменчивый, но даже здесь отчетливо видим отклики почвы на атмосферные осадки. В целом, в нижнем поясе зафиксированные значения потенциала влаги лежат в очень узком диапазоне, и степень увлажнения почвенного профиля можно считать однородной.

Помимо колебаний потенциала влаги, связанные с динамикой увлажнения, наблюдаются и его суточные колебания, которые наиболее сильно заметны в органических горизонтах. По фазе и периоду эти колебания абсолютно схожи с суточными колебаниями температуры почвы. В литературе на тесную связь температуры воздуха и почвы с энергетическим состоянием почвенной влаги и интенсивностью ее потока указано в работах Нерпина, Чудновского (1975), Глобуса (1977), Муромцева и др. (2013), (2017) и др. Авторы данное явление объясняют повышением подвижности и активности почвенной влаги при повышении ее температуры.

В аласах оптимальным гидрологическим условием выделяются мерзлотные аласные луговые почвы. Эти почвы так же, как и почвы нижнего пояса, представляют собой аккумулятивный тип экосистемы, в котором запас влаги формируется за счет поверхностного стока весенней воды и после продолжительных атмосферных осадков в летнее время. Запас влаги в метровом слое почв среднего пояса в вегетационный период в основном держится на уровне выше наименьшей вла-

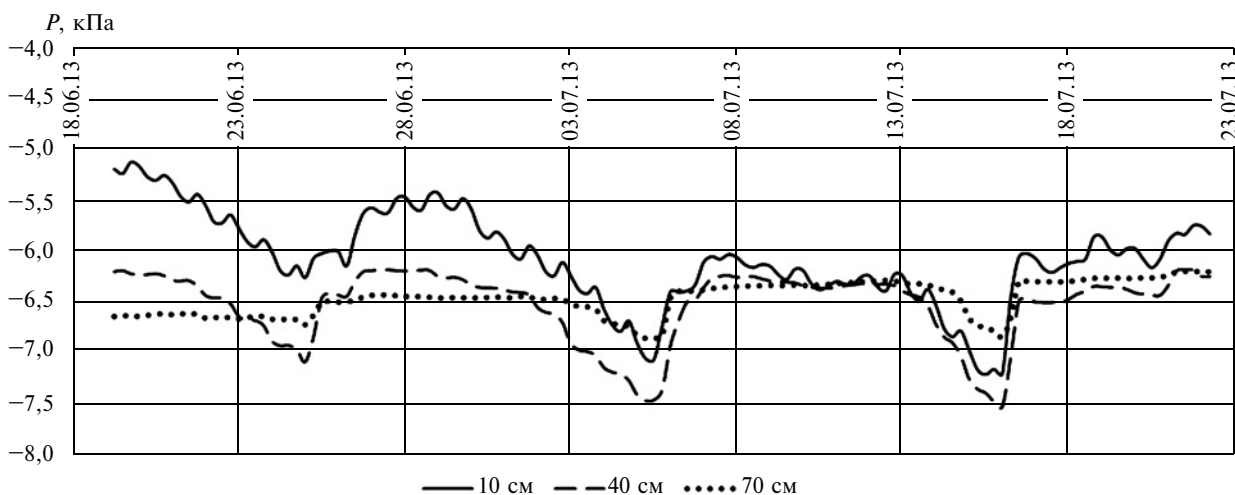


Рис. 1. Сезонная динамика потенциала влаги аласной болотной почвы

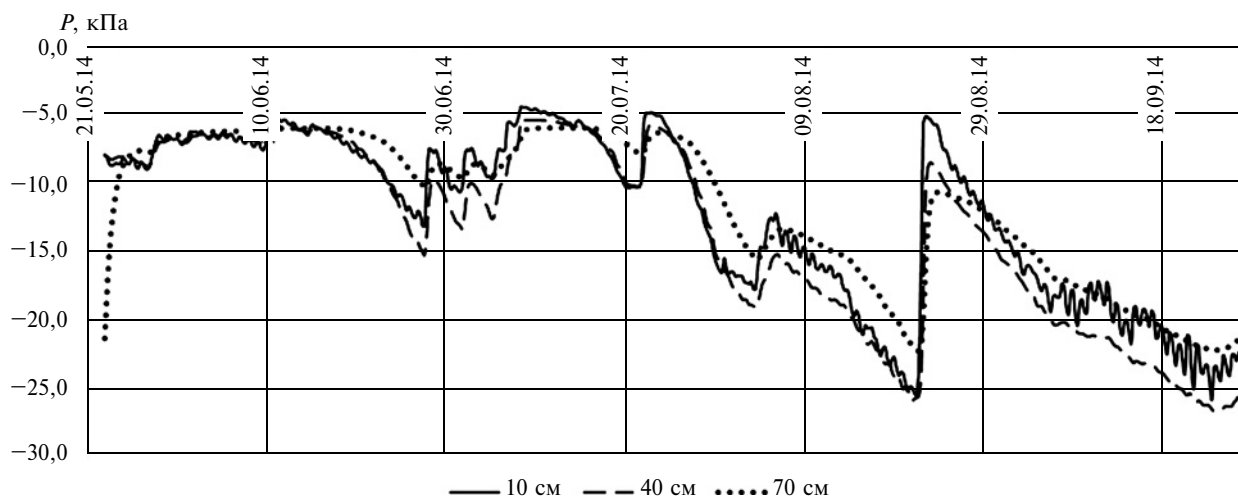


Рис. 2. Сезонная динамика потенциала влаги аласной луговой почвы

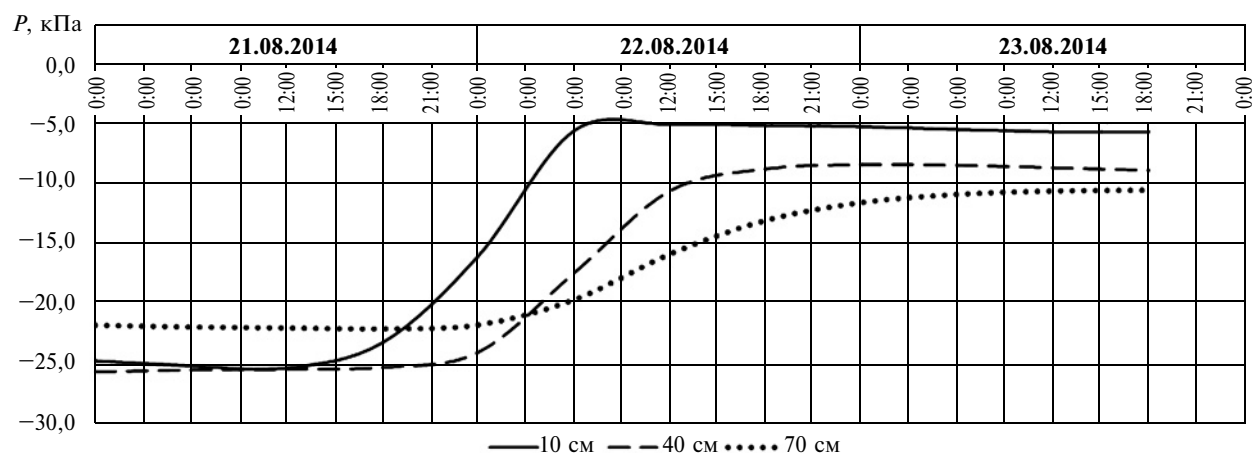


Рис. 3. Суточная динамика потенциала влаги в аласной луговой почве

гоемкости (НВ), и только наиболее засушливые годы опускается до влажности разрыва капилляров (ВРК).

Наши исследования показали, что потенциал почвенной влаги в среднем поясе за наблюдаемый период времени варьирует от -27 до -5 кПа (рис. 2). Как и ожидалось, самые высокие значения потенциала влаги были зафиксированы весной после протаивания почвы. Продолжительные дожди, начавшиеся еще в конце мая, почти на месяц удерживали высокую увлажненность луговой почвы. В этом промежутке времени наблюдаются незначительные колебания потенциала влаги, при этом разница потенциала между датчиками на разных глубинах не превышала 2 кПа.

С середины июня и до конца сентября наблюдаются более амплитудные колебания потенциала почвенной влаги, с общей тенденцией к понижению потенциала в конце вегетационного периода. Максимальный разброс потенциала по глубине составляет всего 5 кПа, и преимущественно он наблюдается в периоды иссушения почвы.

Следует обратить внимание на пилообразный характер динамики потенциала влаги, где периоды постепенного понижения потенциала сменяются с их резким ростом, причем минимальные и максимальные пики на разных глубинах практически совпадают по времени. Для того чтобы более четко уловить и сравнить для разных глубин почвы время проникновения влаги от атмосферных осадков, рассмотрим график суточных изменений потенциала почвенной влаги (рис. 3). По данным метеорологической станции Чурапча (расположена в 30 км от объекта исследования), в первой половине августа стояли сухие дни, которые понизили потенциал влаги до его минимального значения. В полдень 21 августа после выпадения осадков в сумме 37 мм в почвах среднего пояса фиксируется резкий скачок потенциала влаги на глубине 10 см. Спустя 9 часов, практически одновременно, но с разной скоростью начинают расти потенциалы влаги на глубинах 40 и 70 см. Интересно отметить, что потенциал почвенной влаги на глубине 70 см был выше потен-

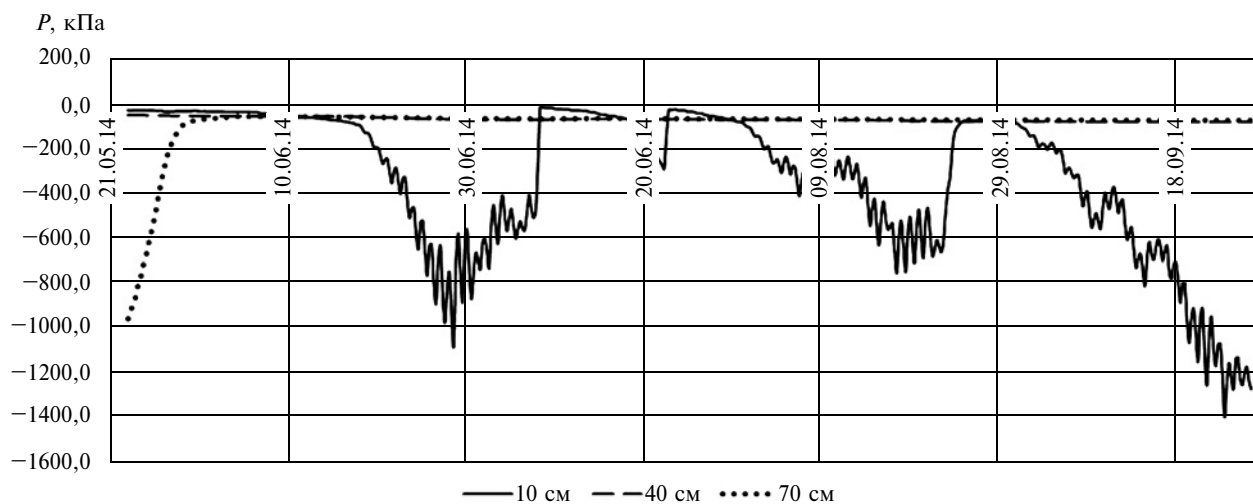


Рис. 4. Суточная динамика потенциала влаги аласной остепненной почвы

циала на глубине 40 см, однако он начал расти еще до того, как сравнялись их влажности, что противоречит основному закону переноса массы, где вода в почве передвигается в направлении понижения потенциала [8]. По видимому, поступление воды в нижние слои произошло не сверху вниз, а через боковые стенки от более увлажненных почв, лежащих ближе к озеру аласа. Во время сильных осадков происходит не только промачивание поверхностных слоев почвы, но и образование поверхностного стока воды, которое способствует увеличению зеркала воды в озере. В результате этого увеличивается горизонтальный градиент влаги и усиливается передвижение влаги в этом направлении. Особенно высокая передача влаги может происходить в нижних слоях аласных почв, так как у них более ярко выражено листоватое сложение, которое, на наш взгляд, имеет более высокую влагопроводность в горизонтальном направлении, чем в вертикальном.

В верхнем поясе аласа развиваются наименее обеспеченные влагой остепненные почвы. Весной, вследствие высотного местоположения, эти участки очень рано освобождаются от снега и почвы не успевают полностью впитать в себя поверхностные талые воды. Запас влаги остепненных почв даже в первой половине лета очень редко превышает ВРК, поэтому ко второй половине лета чаще всего иссушается до влажности завядания (ВЗ) и ниже ВЗ.

По динамике потенциала влаги остепненные почвы можно разделить на 2 гидрологических слоя (рис. 4). Первый — это активный слой, представляющий органические горизонты, где наблюдаются колебания потенциала влаги в очень широком диапазоне. В начале лета после протаивания почвы и в период сильных атмосферных осадков потенциал влаги растет до -10 кПа,

в период наибольшего иссушения падает ниже -1000 кПа. Также отметим высокую амплитуду суточных колебаний потенциала в органических горизонтах, которая в наиболее теплые и сухие дни достигает до 300 кПа. Второй — пассивный слой, представляющий минеральные горизонты, где в отличие от луговой почвы потенциал влаги практически не реагирует на атмосферные осадки и в течение лета медленно и монотонно падает от -42 до -72 кПа. Очевидно это связано с оттоком парообразной влаги в поверхностные слои почвы.

Заключение

Наши исследования показывают, что абсолютная величина потенциала почвенной влаги растет от центра к периферии аласа и за вегетационный период изменяется в широком диапазоне.

Наибольшей однородностью по степени увлажнения и наименьшей динамичностью из представленных почв характеризуются почвы нижнего пояса. Здесь потенциал почвенной влаги в теплое время года варьирует в пределах от -26 до -5 кПа, а максимальный разброс потенциала по глубине составляет всего 5 кПа и наблюдается в период наибольшего иссушения почвы.

По характеру изменения потенциала влаги по профилю почвы и во времени можно предположить, что в почвах нижнего и среднего поясов преобладает капиллярное движение влаги, причем наблюдается не только вертикальный, но и горизонтальный приток и отток влаги.

В почвах верхнего пояса отсутствует боковой приток капиллярной влаги и степень увлажнения почвы всецело зависит от продолжительности и интенсивности атмосферных осадков. Максимальные изменения степени увлажнения наблюдаются в органогенных горизонтах остепненной

почвы, где потенциал влаги варьирует в широких пределах от -1400 до -10 кПа. В минеральных горизонтах отсутствуют колебательные процессы, здесь потенциал влаги в течение лета монотонно падает от -42 до -72 кПа.

Статья подготовлена в рамках выполнения Государственного задания Минобрнауки РФ № 5.8169.2017/БЧ на выполнение проекта «Исследование сукцессий экосистем Севера под воздействием антропогенных факторов».

Библиографический список

1. Глобус А. М. Экспериментальная гидрофизика почв. — Л.: Гидрометеиздат, 1968. — 272 с.
2. Судницын И. И. Движение почвенной влаги и влагопотребление растений. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1979. — 254 с.
3. Десяткин Р. В., Семенова Т. Н., Слепцов В. И. Пространственная структура водообильности и температурный режим почв таежно-аласных ландшафтов // Климат и мерзлота: комплексные исследования в Якутии. — Якутск: Изд-во ИМЗ СО РАН, 2000. — С. 114—122.
4. Дмитриев А. И. Особенности гидротермического режима и агрофизических свойств аласных почв // Климат. Почва. Мерзлота: Комплексные исследования в районах Сибири и Дальнего Востока. — Новосибирск: Наука, 1991. — С. 49—54.
5. Нерпин С. В., Чудновский А. Ф. Энергомассообмен в системе растение—почва—приземный воздух. — Л.: Гидрометеиздат, 75. — 358 с.
6. Муромцев Н. А., Анисимов К. Б. Особенности формирования водного режима дерново-подзолистой почвы на различных элементах почвенной // Бюл. Почв. ин-та им. В. В. Докучаева. — 2015. — Вып. 77. — С. 78—93.
7. Муромцев Н. А., Анисимов К. Б., Семенов Н. А., Грибов В. В. Потенциал влаги в условиях фазового перехода почвенного раствора и в течение года в дерново-подзолистой почве // Бюл. Почв. ин-та им. В. В. Докучаева. 2017. — Вып. 87. — С. 114—127.
8. Воронин А. Д. Структурно-функциональная гидрофизика почв. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1984. — 204 с.

ALAS SOILS MOISTURE POTENTIAL

V. S. Makarov, Ph. D. (Biology), Senior Researcher, Research Institute of Applied Ecology of the North of the Northeast Federal University, mvs379@yandex.ru;

G. N. Savvinov, Ph. D. (Biology), Dr. Habil., Chief Researcher, Research Institute of Applied Ecology of the North of the Northeast Federal University, savvinov_gn@mail.ru

References

1. Globus A. M. Eksperimentalnaya gidrofizika pochv [Experimental soil hydrophysics]. Leningrad, Gidrometeoizdat, 1968. 272 p. [in Russian]
2. Sudnitsyn I. I. Dvizhenie pochvennoj vlagi i vlagopotreblenie rastenij [Movement of soil moisture and moisture consumption of plants]. Moscow, Izd-vo Mosk. un-ta, 1979. 254 p. [in Russian]
3. Desyatkin R. V., Semenova T. N., Sleptsov V. I. Prostranstvennaya struktura vodoobilnosti i temperaturnyj rezhim pochv-taezhno-alasnyh landshaftov [Spatial structure of water abundance and temperature regime of soils in taiga-alas landscapes]. *Klimat i merzlota: kompleksnye issledovaniya v Yakutii* [Climate and Permafrost: Comprehensive Studies in Yakutia]. Yakutsk, Izd-vo IMZ SO RAN, 2000. P. 114—122. [in Russian]
4. Dmitriev A. I. Osobennosti gidrotermicheskogo rezhima i agrofizicheskikh svojstv alasnyh pochv [Features of the hydrothermal regime and agrophysical properties of alas soils]. *Klimat. Pochva. Merzlota: kompleksnye issledovaniya v rajonah Sibiri i Dalnego Vostoka* [Climate. The soil. Permafrost: Comprehensive studies in areas of Siberia and the Far East]. Novosibirsk, Nauka, 1991. P. 49—54. [in Russian]
5. Nerpin S. V., Chudnovskiy A. F. Energomassoobmen v sistemerastenie-pochva-prizemnyjvozduh [Energy-mass exchange in the plant]. Leningrad, Gidrometeoizdat, 75. 358 p. [in Russian]
6. Muromtsev N. A., Anisimov K. B. Osobennosti formirovaniya vodnogo rezhima dernovo-podzolistoj pochvy na razlichnyh elementah pochvennoj [Features of the formation of the water regime of sod-podzolic soil on various soil elements]. *Byul. Pochv. in-ta im. V. V. Dokuchaeva* [Bulletin of V. V. Dokuchaev soil science institute]. 2015. No. 77. P. 78—93. [in Russian]
7. Muromtsev N. A., Anisimov K. B., Semenov N. A., Gribov V. V. Potencial vlagi v usloviyah fazovogo perehoda pochvennogo rastvora i v techenie goda v dernovo-podzolistoj pochve [The moisture potential under the conditions of the phase transition of the soil solution and during the year in sod-podzolic soil] *Byul. Pochv. in-ta im. V. V. Dokuchaeva* [Bulletin of V. V. Dokuchaev soil science institute]. 2017. No. 87. P. 114—127. [in Russian]
8. Voronin A. D. Strukturno-funkcionalnaya gidrofizika pochv [Structural and functional soil hydrophysics]. Moscow, Izd-vo Mosk. un-ta, 1984. 204 p. [in Russian]

**ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ
ХАРАКТЕРИСТИКА
ПРИУСТЬЕВОГО УЧАСТКА
Р. ЗАПАДНЫЙ БУЛГАНАК
(П-ОВ КРЫМ)
ДЛЯ ВОЗМОЖНОСТЕЙ
РАЗРАБОТКИ И РЕАЛИЗАЦИИ
НАЦИОНАЛЬНЫХ
ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЦЕЛИ В ОБЛАСТИ
УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ
(ЦУР) 6 «ЧИСТАЯ ВОДА
И САНИТАРИЯ»**

Н. Е. Рязанова, *зав. лабораторией, к. г. н., доцент, ФГАОУ ВО «Московский государственный институт международных отношений (университет) Министерства иностранных дел Российской Федерации», natamgimo@gmail.com,*

А. И. Никифоров, *к. с.-х. н., доцент, ФГАОУ ВО «Московский государственный институт международных отношений (университет) Министерства иностранных дел Российской Федерации», hosanianig@gmail.com.*

Настоящая статья посвящена описанию комплексного экологического исследования приустьевое участка реки Западный Булганак, устье которой расположено в Каркинитском заливе, на западном побережье п-ова Крым в районе села Береговое. В работе представлены результаты проведенных в июле 2017 года сотрудниками и студентами кафедры международных комплексных проблем природопользования и экологии МГИМО МИД России гидрологических, гидрохимических, фитоценологических и фаунистических наблюдений. Также в работе рассмотрены существующие сложности в организации рационального использования водных ресурсов западной части п-ова Крым и связанные с этим экологические и социально-экономические проблемы. Обсуждаются наиболее реальные перспективы дальнейшего развития негативных гидрологических и геоморфологических процессов, представлены рекомендации по улучшению гидрологического режима приустьевое участка реки Западный Булганак. Данные исследования направлены на формирование принципов комплексного подхода к оценке состояния водотока и обеспечение возможности создания Дорожных карт по достижению национальных показателей по ЦУР 6 за счет преобразования существующей управленческой модели по использованию ресурсов малых рек в условиях полупустынного климата.

This article is devoted to the description of a comprehensive environmental study of the mouth part of the West Bulganak River, the mouth of which is located in Karkinitzky Bay, on the western coast of the Crimea Peninsula near the village of Beregovoe. The work includes the results of the hydrological, hydrochemical, phytocenological and faunistic observations carried out in July 2017 by the staff and students of the Department of international integrated problems of environmental management and ecology of the MGIMO. The work also includes the description of current difficulties in organizing the water resources management in the western part of the Crimea Peninsula and associated environmental and socio-economic problems. The most realistic prospects for the further development of negative hydrological and geomorphological processes are discussed, recommendations are presented for improving the hydrological regime of the mouth part of the Western Bulganak River. These studies are aimed at the possibility of an integrated approach to the assessment and the possibility of creating roadmaps to achieve national indicators for SDG 6 and a significant transformation of the management model of small rivers in semi-desert climate.

Ключевые слова: река Западный Булганак, полуостров Крым, водообеспеченность, гидрология, водные ресурсы, прибрежные фитоценозы, временные водотоки, приустьевое участок, национальные показатели ЦУР, цели в области устойчивого развития, ЦУР 6, дорожные карты по достижению ЦУР.

Keywords: the Western Bulganak River, the Crimea Peninsula, water availability, hydrology, water resources, coastal plant association, temporary watercourses, mouth area, national SDG indicators, sustainable development goals, SDG 6, road maps on SDG achievement.

Цель и актуальность исследования. Основные направления природопользования Западного Крыма — это сельское хозяйство и рекреационный бизнес. Для обоих этих направлений важнейшим фактором развития является наличие достаточного количества пресной воды. Значительные нарушения режима водопользования, допущенные в относительно недавний «дороссийский» период территориальной подчиненности Крыма, привели к существенному нарушению его гидрологического режима. Это нарушение связано, в первую очередь, с экологически необоснованным, а зачастую и незаконным зарегулированием стока рек (в результате которого происходят огромные потери на испарение из открытых оросительных систем), а также с уничтожением древесно-кустарниковой растительности в охранных зонах малых водотоков. В связи с вышеуказанным, в настоящее время представляется весьма актуальным проведение рекогносцировочных исследований сохранившихся водотоков, результаты которых могут лечь в основу рекомендаций по разработке регионального плана по обеспечению устойчивого природопользования на территории Западного Крыма.

Обзор литературы. Традиционной практикой натурного изучения малых водоемов является их комплексное исследование, т. е. исследование, направленное на изучение биотических и абиотических сред [1]. Такими средами выступают водная среда, почвенный покров и растительность [2—4] водосборного бассейна водного объекта. Исследованию подвергаются стандартные гидрохимические и гидробиологические параметры, состояние

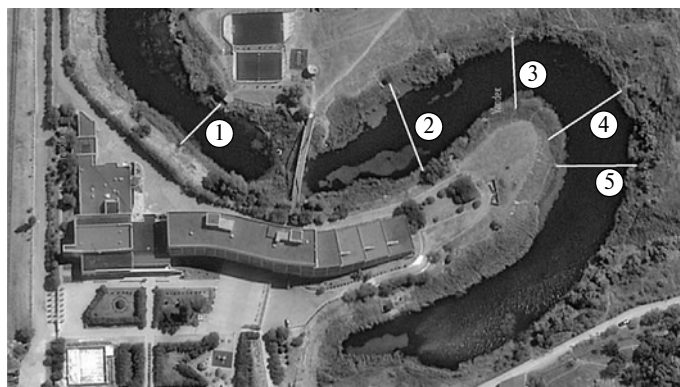


Рис. 1. Участки гидрометрических измерений на исследованном участке р. Западный Булганак
(Источник исходной информации (снимок): <http://krym-puteshestvie.for-you.co.ua/crimea/beregovoe-sevsstopol/>)

смыва химических элементов в приемный водоем, последствия хозяйственной деятельности [5], соответствие качества вод установленным показателям для различных нужд и пр. [6–8].

В последние десятилетия, при отсутствии густой сети гидрометеорологических постов и регулярной съемки натуральных показателей на малых реках, имеющих незначительное хозяйственное использование, в структуре исследований стали преобладать разовые наблюдения, проводящиеся время от времени с использованием несложного оборудования и самых простых методик [9]. Однако даже такие данные становятся зачастую дефицитными из-за их редкости и небольшого объема отснятых натуральных параметров. Тем актуальнее становятся редкие публикации о таких исследованиях, дошедшие до научных журналов, они дают необходимые штрихи к портрету гидрологической характеристики исследованной местности [10].

Исходя из набора проведенных исследований и полученных данных, делаются и некоторые рекомендации, обычно местного значения [11–14]. Однако всегда хочется взглянуть на проблему шире и затронуть хотя бы региональный масштаб [7, 14–16].

Материал и методика исследования. Настоящее исследование было осуществлено в ходе летнего полевого сезона Кафедры международных комплексных проблем природопользования и экологии МГИМО МИД России, проводившегося на базе «Экопарк» Бахчисарайского района республики Крым. Объектом исследования выступил приустьевой участок реки Западный Булганак. При обследовании указанного участка данной реки были применены стандартные методики гидрологических, гидрохимических, фитоценологических и гидробиологических исследований. В ходе работ были использованы следу-

ющие материалы и оборудование: схема участка водного объекта, трос с метровыми метками через 0,5 м, рулетка, лот для промера глубин, диск Секки, рН-метр Waterproof рНер HANNA, тест-системы для химического анализа проб воды (ООО «МедЭкоТест»), сосуды для отбора воды, пипетка пробоотборная, фотоколориметр Экотест-2020.

Результаты исследования. В ходе проведенных исследований, помимо гидрологических, гидрохимических, фитоценологических и гидробиологических исследований, было осуществлено картирование приустьевого участка р. Западный Булганак, построен профиль глубин на нескольких станциях-трансектах в пределах исследованного участка реки (рис. 1).

Было установлено, что река Западный Булганак в нижнем течении как таковая практически прекратила в настоящее время свое существование, так как непосредственно в устье реки возведено запорное устройство — шлюз (рис. 2), и на исследованном участке отсутствует какое-либо



Рис. 2. Дамба с шандорным механизмом в устье реки Западный Булганак (фото авторов)



Рис. 3. Запруда на р. З. Булганак у села Кольчугино
 Источник: Яндекс-карты — <https://yandex.ru/maps>



Рис. 4. Устье реки Западный Булганак
 (фото авторов)

течение. При интервьюировании местных жителей было выяснено, что до 1990—1993 гг. река была судоходной, имела рiasовый тип побережья в приустьевом участке и впадала в Каламитский залив Черного моря в районе центральной части пляжа пансионата «Экопарк». Общая длина реки ранее составляла более 50 км, это был один из важных водотоков Симферопольского и Бахчисарайского районов. Однако впоследствии у с. Кольчугино (около 20 км выше по течению) была создана искусственная запруда (рис. 3), которая существенно уменьшила приток воды в основное русло. В итоге в жаркий период года, который в этой части Крыма длится не менее 5 месяцев, приток воды из основного течения в нижнюю часть реки Западный Булганак почти прекращается, фактически сток осуществляется лишь в очень краткий период весеннего половодья.

Тем не менее, в сохранившемся участке русла был измерен расход воды, составивший около 400 л/час (измерения проводились методом поплавков). Имеющийся приток воды, судя по всему, расходуется на испарение и фильтрацию сквозь

щебнистые грунты берегов водоема. Вследствие возведения водозапорного сооружения в устье реки, а также вследствие бесконтрольного разбора вод на орошение, ее приустьевой участок превратился в настоящее время в бессточный водоем, уровень которого может регулироваться искусственно (рис. 4).

Вместе с тем непосредственно на территории поселка Береговое нами были обнаружены признаки существования малых притоков, представленных в настоящее время небольшими прудиками с родниковым питанием (используемыми местными жителями для полива частных огородов), а также замусоренными и частично запруженными руслами сезонных ручьев (по которым осуществляется сброс паводковых и ливневых вод).

При изучении картографического материала нами было установлено, что на значительной части исторического русла р. Западный Булганак возведены дамбы, превратившие некогда единую гидроэкосистему реки в цепочку разрозненных сезонно-пополняемых водоемов. Со слов местных жителей, а также по сезонным google-картам можно отметить разную обводненность побережий реки, обмеление иногда доходит до полного пересыхания участков реки в нижнем течении. Для составления экологического описания состояния реки в самый тяжелый для нее период летней межени и оценки степени ухудшения экологического состояния потребовалось произвести гидрометрические измерения (табл. 1), которых, как стало известно, не проводилось на этом участке более 30 лет. Более достоверных и, главное, систематических гидрометрических данных найти нам не удалось ни в опубликованной литературе, ни в официальных гидрологических отчетах. Тем большую ценность, на наш взгляд, могут представлять полученные натурные данные на июль 2017 года.

На исследованном участке средняя ширина реки составляет 27 м, максимальная глубина 4,4 м, средняя глубина реки достигает 3,23 м. Таким образом, на данном участке р. Западный Булганак может быть охарактеризована как малая река. Берега сильно обнажены, видны границы более высокого стояния воды в более влажный сезон и наблюдаются признаки ливневой эрозии грунта.

Гидрохимическое исследование. Для оценки текущего состояния исследуемого участка реки Западный Булганак были отобраны пробы на химический анализ по следующим параметрам: концентрация растворенного кислорода, прозрачность (по диску Секки), pH, железо (Fe II), железо общее (Fe_{общ}), общая жесткость, марганец

(Mg), аммоний (Nh4^+), нитрат-ионы, нитрит-ионы, температура поверхностных вод у берегов и в центре реки, а также температура вод у дна. Исследование гидрохимических показателей проводилось с использованием фотоколориметра марки «Экотест-2020», отградуированном под препараты ООО «МедЭкоТест» в одноименной лаборатории перед началом экспедиции. Сравнение полученных данных проводилось с ПДК для вод природных водоемов (Приказ Росрыболовства от 18.01.2010 № 20 и СанПиН 2.1.5.980—00).

Результаты комплексного гидрохимического исследования проб воды приведены в табл. 2.

Анализ данных показал, что очевидное (двукратное) превышение ПДК продемонстрировал показатель «Общая жесткость». Причиной этого, скорее всего, является то, что река течет в карбонатных породах и при очень высокой температуре водной массы в данный (летний) сезон года активно идет процесс взаимодействия с водорастворимыми компонентами грунта. Таким образом, вода на данном участке реки может быть

Таблица 1

Профиль дна исследованного участка р. Западный Булганак

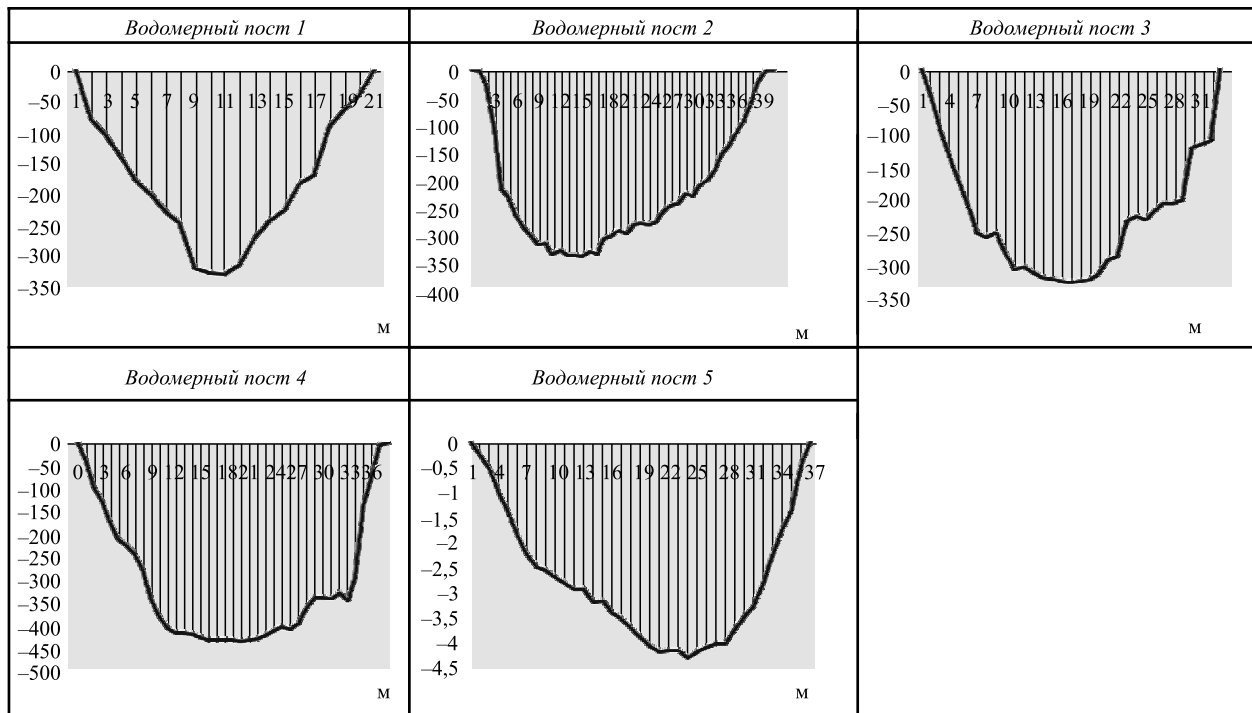


Таблица 2

Гидрохимическая характеристика исследуемого участка

Показатель	ПДК природных вод	Водомерный пост 1	Водомерный пост 2	Водомерный пост 3	Водомерный пост 4	Водомерный пост 5
		Значение	Значение	Значение	Значение	Значение
Растворенный кислород, мг/л	4	3—12	3—5	3—8	3	5
Прозрачность, см	20	105	126	176	217	190
pH	6—9	7,5	7,5	8	7,9	8
Железо (Fe II), мг/л	0,3	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Общая жесткость, мг-кв/л	7	13,2	13,2	18,5	14	18,5
Марганец (Mg), ммоль/л	0,1	0	0	0	0	0
Аммоний (Nh4^+), ммоль/л	2,6	0,8	0,8	1,3	0,9	1,3
Нитрат-ионы, мг/л	45	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Нитрит-ионы, мг/л	0,1	0	0	0	0	0
Fe общ, мг/л	0,05	0,3	0,3	0,45	0,35	0,45
t, °C, поверхн.	—	26,7	26,7	26,5	27,2	27,2
t, °C, у дна	—	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0

охарактеризована как слабощелочная (рН составляет 7,8), русло выстлано осадочными и метаморфическими геологическими породами, способствующими ошелачиванию воды.

Очевидно, что именно очень высокие значения температуры вод приводят к сильному падению уровня растворенного кислорода, что делает реку почти безжизненной при увеличении глубины. Это приводит к значительному увеличению прозрачности воды, местами превышающей существующие нормативы для природных вод в 5–6 раз (до 126 см).

При такой значительной прозрачности вод фотический слой распространяется почти до самых глубоких участков реки, что гипотетически может приводить к интенсивному фотосинтезу и обогащению воды кислородом, однако зафиксированный уровень концентрации растворенного кислорода очень низок.

Высокая температура воды на изученном участке водного объекта вполне характерна для данного периода года (середина летнего засушливого сезона), кроме того, этому сильно способствует стоячая вода, ведь течение в водотоке отсутствует, поэтому на данном участке реку можно охарактеризовать как «водоток—водоем».

Фитоценологическое описание береговой зоны на приустьевом участке реки Западный Булганак. В ходе описываемого исследования производилось определение видового разнообразия растительности на приустьевом участке р. Западный Булганак. Были собраны образцы водной и околоводной растительности на приустьевом участке реки. Определение собранных образцов производилось с использованием определитель высших растений Крыма, составленного Н. И. Рубцовым. Полученные результаты представлены в табл. 3.

Выводы по результатам натуральных фитоценологических исследований. В результате исследо-

ваний были изучены прибрежные фитоценозы, определен видовой состав гидрофитов. Было выяснено, что собранные образцы растительности в устье р. Западный Булганак соответствуют фитоценологическим описаниям флоры Бахчисарайского района. В их составе были определены 10 видов макрофитов (рогоз узколистный, тростник южный, сусак зонтичный, элодея канадская, роголистник погруженный, камыш озерный, ряска малая, частуха подорожниковидная, манник обыкновенный, уруть колосистая) и 1 вид зеленых водорослей (улотрикс опоясанный). При этом заметно, что вследствие наблюдающегося падения уровня реки происходит интенсивное зарастание береговой линии крупными растениями-гидрофитами (тростником, рогозом, камышом). Эти густые заросли служат убежищем для неоднократно наблюдавшихся на исследованном участке реки таких ассоциированных с водоемами птиц, как лысуха (*Fulica atra*) и камышница (*Gallinula chloropus*). По словам местных жителей, также в этих местах иногда гнездятся кряквы (*Anas platyrhynchos*).

Батрахофауна приустьевого участка реки Западный Булганак, очевидно, небогата — за все время наблюдений были отмечены лишь особи лягушки озерной (*Pelophylax ridibundus*).

Фитоценологическое исследование береговой линии Каламитского залива в районе устья р. Западный Булганак показало, что, несмотря на отсутствие видимого стока в море в пределах исторического русла, существует дренаж пресных вод сквозь грунт в направлении моря, и места выхода этих вод на поверхность маркированы локальными зарослями несколько угнетенного тростника.

Относительно малакофауны исследованного участка реки следует отметить, что, несмотря на обилие в донных отложениях раковин двусторчатых моллюсков перловицы обыкновенной (*Unio*

Таблица 3

Макрофиты приустьевого участка р. Западный Булганак

№	Видовое название		Семейство	
	Рус.	Лат.	Рус.	Лат.
1	Тростник южный	<i>Phragmites australis</i>	Злаковые	<i>Poaceae</i>
2	Рогоз узколистный	<i>Typha angustifolia</i>	Рогозовые	<i>Typhaceae</i>
3	Сусак зонтичный	<i>Butomus umbellatus</i>	Сусяковые	<i>Butomus</i>
4	Манник обыкновенный	<i>Glyceria fluitans</i>	Злаковые	<i>Poaceae</i>
5	Камыш озерный	<i>Schoenoplectus lacustris</i>	Осоковые	<i>Cyperaceae</i>
6	Частуха подорожниковидная	<i>Alisma plantago-aquatica</i>	Частуховые	<i>Alismataceae</i>
7	Ряска малая	<i>Lemna minor</i>	Арбидные	<i>Araceae</i>
8	Уруть колосистая	<i>Myriophyllum spicatum</i>	Сланоягодниковые	<i>Haloragaceae</i>
9	Элодея канадская	<i>Elodea canadensis</i>	Водокрасовые	<i>Hydrocharitaceae</i>
10	Роголистник погруженный	<i>Ceratophyllum demersum</i>	Роголистниковые	<i>Ceratophyllaceae</i>
11	Нитчатка (улотрикс опоясанный)	<i>Ulothrix zonata</i>	Улотриксевые	<i>Ulotrichales</i>

pictorum) и дрейссены речной (*Dreissena polymorpha*), непосредственно в живом состоянии обнаружить представителей этих видов не удалось. Возможно, непроточный характер приустьевоего участка и чрезвычайно низкое содержание кислорода привели к исчезновению этих видов.

В связи с отсутствием необходимого оборудования, ихтиологическое исследование водоема не проводилось — тем не менее, по словам местных жителей, в водоеме есть такие виды рыб, как карась серебряный, карп, линь, белый амур, толстолобик — причем все эти виды в разное время специально запускались в то время, когда приустьевой участок реки уже представлял собой практически бессточный водоем. Что же касается представителей нативной ихтиофауны, ранее характерной (по архивным данным) для реки (такие виды, как быстрянка, шемая, усач, голавль, рыбец, пескарь, голянь, голец, бычок-песочник, щиповка и др.) — то в отношении них никаких данных получить не удалось. Судя по всему, изменение гидрологического и гидрохимического режима реки повлекло за собой существенное обеднение ихтиофауны.

В целом следует отметить, что при отсутствии плановых работ по восстановлению проточности реки и очистке малых притоков, степень эвтрофикации оставшегося приустьевоего фрагмента р. Западный Булганак будет скачкообразно усиливаться. Это в ближайшем будущем приведет не только к полной потере данным участком водотока рекреационной значимости, но и к утрате возможности использования вод для хозяйственно-бытовых целей.

Анализ возможностей достижения ЦУР 6 в Республике Крым (на примере малой реки). Необходимость исследования экологического состояния реки и ее водосборного бассейна в засушливом районе с полупустынным климатом встает чрезвычайно остро в связи с необходимостью достижения Цели в области устойчивого развития № 6 «Чистая вода и санитария». Проблема достижения целевых показателей, рекомендованных Повесткой 2030 [17], а также чрезвычайно слабо проработанными (практически отсутствующими) национальными показателями для достижения ЦУР 6 продиктована тем, что для реального улучшения жизни людей, сохранения экосистем и достижения титульной цели «Чистая вода и санитария» необходимо работать над пониманием в обществе и на уровне местного правительства над каждым водным объектом. Ведь в пределах водосборного бассейна любой реки и даже временного водотока не только ведется интенсивная хозяйственная деятельность, но и происходит формирование, сохранение (или разрушение) экологичес-

кого статуса территории. В частности, водосборная территория, прилегающая к приустьевому отрезку реки Западный Булганак, уже более 10 лет назад полностью потеряла связь с морем и не доносит свои воды до моря. Этот сценарий очень напоминает развитие событий в районе Аральского моря, когда экосистема была практически полностью разрушена и утеряна вследствие непродуманной организации использования водных ресурсов.

На сегодняшний день ситуация с водообеспеченностью и экологическим состоянием водотоков анализируется специалистами на глобальном, локальном и региональном уровнях [18]; при этом на глобальном уровне для достижения ЦУР 6 сформулированы следующие задачи [19] (табл. 4).

На первый взгляд может показаться, что часть задач в указанной трактовке может быть неактуальна для России вообще и для Республики Крым в частности. Однако данное впечатление в корне неверно — натурное исследование указанной территории продемонстрировало наличие практически всех указанных проблем, вплоть до так и не решенной во многих поселениях проблемы 6.2.

Сейчас в Российской Федерации разработкой национальных показателей ЦУР занимается Росстат. На сегодняшний день Статус разработки показателей целей устойчивого развития [20] таков: из 11 показателей — 4 находятся в процессе разработки (36 %), 6 — не разрабатывается (55 %) и 1 — разрабатывается (9 %). Таким образом, более половины отобранных и сформулированных для достижения Цели 6 показателей имеют статус неразрабатываемых. Среди них такие: доля водоемов с хорошим качеством воды; динамика изме-

Таблица 4
Показатели достижения Цели 6
в области устойчивого развития

Задача	Содержание задачи
6.1	Обеспечить доступ к безопасной и недорогой питьевой воде
6.2	Обеспечить доступ к санитарно-гигиеническому обслуживанию и прекратить открытую дефекацию
6.3	Улучшение качества воды, очистка сточных вод и их безопасное повторное использование
6.4	Повысить эффективность водопользования и обеспечить снабжение пресной водой
6.5	Внедрить комплексное управление водными ресурсами
6.6	Обеспечить защиту и восстановление водных экосистем
6.a	Расширить международное сотрудничество и наращивание потенциала
6.b	Оказать поддержку участию заинтересованных сторон

нения эффективности водопользования; степень внедрения комплексного управления водными ресурсами (от 0 до 100); динамика изменения площади связанных с водой экосистем; объем официальной помощи в целях развития, выделенной на водоснабжение и санитарии в рамках координируемой государственной программы расходов; доля местных административных единиц, в которых действуют правила и процедуры участия граждан в управлении водными ресурсами и санитарией.

Исходя из приведенных выше данных, следует заключить, что ни на уровне страны, ни на уровне местных органов власти не начинается хотя бы теоретическая работа по изучению возможности проработки жизненно необходимых позиций, перечисленных среди неразработываемых. В отношении республики Крым — это тонны не собранного урожая, сотни гектаров не возделываемых земель, серьезные проблемы с санитарией и гигиеной, колоссальное торможение развития рекреационного бизнеса, огромные трудности с социальным статусом проживающих людей и возможностью его закрепления на территории в случае, если будут созданы приемлемые условия для ведения хозяйственной деятельности и проживания.

Для решения этих задач необходимо сосредоточить усилия на следующих направлениях действий [21]:

Управление — предполагается, что на уровне местных органов власти должны быть проработаны дорожные карты по обозначенной тематике и желательно (хотя бы) на каждый из показателей ЦУР 6, что требует привлечения экспертного сообщества.

Финансирование — при всех существующих проблемах, схемы ГЧП и иные подходы, будучи аккуратно и заблаговременно проработаны для территорий, приносят очевидные, ожидаемые величины финансирования и возможности реализации намеченных проектов.

Развитие потенциала — местные сообщества и региональные власти должны иметь планы территориального развития, предполагающие определенный сбалансированный подход для развития территорий как с учетом требований местного населения, так и с учетом возможностей разгрузки и сохранения экосистем. Это приближает сообщество в целом к экосистемному планированию в развитии территорий — т. е. именно к тому, о чем с такой болью говорят экологи и к чему с большим трудом пытаются приблизиться законодатели.

Сбор данных и мониторинг — в данном исследовании приведен скромный пример того, как

можно осуществлять посильную помощь официальным органам мониторинга, которые, в силу ряда причин, не охватывают регулярной сетью наблюдений большие малонаселенные территории — которые, тем не менее, являются весьма важными, а иногда ключевыми, для формирования и сохранения благоприятного экологического статуса водного объекта и региона в целом, обеспечивая его устойчивое развитие на долгие десятилетия.

Интересные примеры демонстрируют пришедшие недавно в Бахчисарайский район совместные (российско-германские) предприятия, построенные по принципу эко-ферм. Например, на ранее не используемых территориях на небольших площадях начались регулярные посадки растений, используемых в качестве лекарственного и парфюмерного сырья (лаванда и пр.). Данное направление сельскохозяйственного производства создает незначительную нагрузку на водные объекты, так как берега созданных на участках малых рек небольших запруд и прудов-накопителей паводковых вод густо засажены хорошо адаптированными к местным условиям растениями, уменьшающими испарение; кроме того, для экономии воды используются технологии капельного или ночного орошения. На прибрежных участках могут располагаться посадки лекарственных гидрофитов [22]. Это в целом показывает отличный пример минимальных усилий для планирования устойчивого водопользования. Данный подход уже показал прекрасные результаты как в хозяйственной, финансовой деятельности, так и в появлении новых рабочих мест, закреплении местного населения на территории и улучшения их финансового положения.

Таким образом, очевидно, что для обеспечения эффективности хозяйствования необходима организация продуманного планового управления водными ресурсами в таком неустойчивом в отношении водообеспеченности регионе, как Западный Крым; необходимы новые схемы финансирования и новая парадигма финансово-хозяйственной деятельности; необходимо плановое развитие образовательного потенциала для устойчивого водопользования и подготовки местных кадров для реализации этой амбициозной задачи; необходимо применение «умных», природоподобных и конвергентных технологий, способных дать новый импульс развитию хозяйственной деятельности региона. Все указанные меры должны развиваться и совершенствоваться в партнерстве со множеством стейкхолдеров, так как многообразие интересов и возможностей способно раскрыть потенциал любой территории без ущерба ее устойчивому развитию.

Библиографический список

1. Номоконова В. И. Гидрохимический режим и трофическое состояние озер Самарской Луки и сопредельной территории // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, 2009. Т. 11, № 1. С. 155–164.
2. Ежегодный доклад о состоянии и об охране окружающей среды города федерального значения Севастополя за 2015 год: [Электронный ресурс]. Севастополь: Севприроднадзор, 2016. 147 с. URL: https://sevastopol.gov.ru/files/iblock/d03/ecogodoklad_sev_2015.pdf (дата обращения: 023.10.2018).
3. Иванютин Н. М., Подолова С. В. Использование растительных тест-систем в мониторинге экологического состояния водных объектов реки Салгир // Экология и строительство. — 2017. — № 3. — С. 17–23.
4. Kalenak D. S. Inherent optical properties of suspended particulates in four temperate lakes: application of in situ spectroscopy // Hydrobiologi. — 2013.
5. Иванютин Н. М., Подолова С. В. Загрязнение водных объектов Крыма сточными водами // Экология и строительство. — 2018. — № 1. — С. 4–8.
6. Овсяный Е. И., Орехова Н. А. Гидрохимический режим реки Черной (Крым): экологические аспекты // Морской гидрофизический журнал. Т. 34, № 1. 2018.
7. Иванютин Н. М. Возможность использования слабоминерализованных поверхностных и подземных вод для целей хозяйственно-питьевого водоснабжения и орошения в Крыму / Н. М. Иванютин // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. — 2017. — № 2 (66). — С. 106–111.
8. Frumin G. T., Khuan Zhan-Zhan. Trophic Status of Fresh-Water Lakes in China // Russian Journal of General Chemistry. — 2011. — Vol. 81, No. 13.
9. Суторихин И. А., Акулова О. Б., Букатый В. И., Фроленков И. М. Определение трофического статуса пресноводных озер Алтайского края в период 2013–2016 гг. По гидрооптическим характеристикам // Известия АлтГУ. 2017. № 1 (93). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/opredelenie-troficheskogo-statusa-presnovodnyh-ozer-altayskogo-kraja-v-period-2013-2016-gg-po-gidroopticheskim-harakteristikam> (дата обращения: 27.10.2018).
10. Итоги работы Государственного комитета по водному хозяйству и мелиорации Республики Крым за первое полугодие 2015 // Государственный комитет по водному хозяйству и мелиорации Республики Крым. Отчеты о деятельности Госкомводхоза. Статистические данные [Электронный ресурс]. URL: <http://gkvod.rk.gov.ru/rus/info.php?id=617775> (Дата обращения 20.08.2015).
11. Правила охраны поверхностных вод. Типовые положения. — М.: Изд. Госкомприроды СССР, 1991. — 38 с.
12. Гигиенические требования к использованию сточных вод и их осадков для орошения и удобрения: СанПиН 2.1.7.573–96. — М. — 1997.
13. Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников: СанПиН 2.1.4.1175–02. — М.: Минздрав России, 2003.
14. Иванютин Н. М. Влияние антропогенной деятельности на качественные характеристики вод реки Салгир и их оценка по степени пригодности для целей орошения / Н. М. Иванютин, С. В. Подолова / Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. — 2016. — № 4 (64). — С. 95–103.
15. Каюкова Е. П., Барабошкина Т. А., Бударина В. А. Ресурсный потенциал пресных вод Крыма. Статья 2. Водные ресурсы, экология и политика // Вестник ВГУ. Серия: Геология. 2016 № 1. С. 131–135.
16. Тарасенко В. С. Экология Крыма. Угрозы устойчивому развитию. План действий / В. С. Тарасенко, А. М. Артов, И. Н. Амелина [и др.]. — Симферополь: Ариал. — 2014. — 183 с.
17. Цели устойчивого развития [Электронный ресурс] // Global Compact Network Russia. URL: <http://www.globalcompact.ru/about/sdgs/> (дата обращения: 21.10.2018).
18. SDG Compass [Электронный ресурс] // Global Compact Network Russia. URL: <http://www.globalcompact.ru/index/czeli-ustojchivogo-gazvitiya.html> (дата обращения: 21.10.2018).
19. Доклад Межучрежденческой и экспертной группы по показателям достижения целей в области устойчивого развития (2016). Приложение III. [Электронный ресурс] // Организация Объединенных Наций. Экономический и социальный совет. URL: <https://unstats.un.org/unsd/statcom/48th-session/documents/2017-2-IAEG-SDGs-R.pdf> (дата обращения: 21.10.2018).
20. Сайт Росстат. Страница разработки показателей ЦУР. Режим доступа: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/m-sotrudn/CUR/cur_STATUS.htm (дата обращения 21.10.2018).
21. Обобщающий доклад 2018 г., посвященный Цели устойчивого развития 6 по вопросам водных ресурсов и санитарии. Рабочее резюме. Режим доступа: file:///C:/Users/Natali/Downloads/UN-Water_SDG6_Synthesis_Report_2018_Executive_Summary_RUS.pdf
22. Никифоров А. И., Рязанова Н. Е. Перспективы рационального использования водных и прибрежных фитоценозов // Использование и охрана природных ресурсов в России. — 2017. № 4 (152). — С. 52–57.

ECOLOGICAL AND GEOGRAPHICAL CHARACTERISTICS OF THE MOUTH OF THE WEST BULGANAK RIVER (CRIMEA) FOR THE DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF NATIONAL INDICATORS OF THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS (SDG) 6 “CLEAN WATER AND SANITATION”

N. E. Ryazanova, Ph. D. (Geography), Head of the Laboratory, Associate Professor, Moscow State Institute of International Relations (University) of the Ministry of Foreign Affairs of the Russian Federation, natamgimo@gmail.com;

A. I. Nikiforov, Ph. D. (Agronomy), Associate Professor, Moscow State Institute of International Relations (University) of the Ministry of Foreign Affairs of the Russian Federation, hosanianig@gmail.com

References

1. Nomokonova V. I. Gidroximicheskij rezhim i troficheskoe sostoyanie ozer Samarskoj Luki i sopedel'noj territorii // *Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk*, 2009. Vol. 11, No. 1. P. 155–164.
2. Ezhegodnyj doklad o sostoyanii i ob ohrane okruzhayushhej sredy goroda federal'nogo znacheniya Sevastopolya za 2015 god: [E'lektronnyj resurs]. Sevastopol': Sevprirodnadzor, 2016. 147 s. URL: https://sevastopol.gov.ru/files/iblock/d03/ecogosdoklad_sev_2015.pdf (data obrashheniya: 023.10.2018).
3. Ivanyutin N. M., Podovalova S. V. Ispol'zovanie rastitel'ny'x test-sistem v monitoringe e'kologicheskogo sostoyaniya vodny'x ob'ektov reki Salgir // *E'kologiya i stroitel'stvo*. 2017. No. 3. P. 17–23.
4. Kalenak D. S. Inherent optical properties of suspended particulates in four temperate lakes: application of in situ spectroscopy. *Hydrobiologiya*. 2013.
5. Ivanyutin N. M., Podovalova S. V. Zagryaznenie vodny'x ob'ektov Kry'ma stochny'mi vodami. *E'kologiya i stroitel'stvo*. 2018. No. 1. P. 4–8.
6. Ovsyanyj E. I., Orexova N. A. Gidroximicheskij rezhim reki Chernoj (Kry'm): e'kologicheskie aspekty. *Morskoy gidrofizicheskij zhurnal*. Vol. 34, No. 1. 2018.
7. Ivanyutin N. M. Vozmozhnost' ispol'zovaniya slabomineralizovanny'x poverxnostny'x i podzemny'x vod dlya celej xozyajstvenno-pit'evogo vodosnabzheniya i orosheniya v Kry'mu / N. M. Ivanyutin. Puti povыsheniya e'ffektivnosti oroshaemogo zemledeliya. 2017. No. 2 (66). P. 106–111.
8. Frumin G. T., Khuan Zhan-Zhan. Trophic Status of Fresh-Water Lakes in China. *Russian Journal of General Chemistry*. 2011. Vol. 81, No. 13.
9. Sutorixin I. A., Akulova O. B., Bukatyj V. I., Frolenkov I. M. Opredelenie troficheskogo statusa presnovodny'x ozer Altajskogo kraja v period 2013–2016 gg. Po gidroopticheskim karakteristikam. *Izvestiya AltGU*. 2017. № 1 (93). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/opredelenie-troficheskogo-statusa-presnovodnyh-ozher-altajskogo-kraja-v-period-2013-2016-gg-po-gidroopticheskim-harakteristikam> (data obrashheniya: 27.10.2018).
10. Itogi raboty Gosudarstvennogo komiteta po vodnomu xozyajstvu i melioracii Respubliki Kry'm za pervoe polugodie 2015 // Gosudarstvennyj komitet po vodnomu xozyajstvu i melioracii Respubliki Kry'm. Otchet o deyatelnosti Goskomvodxoza. Statisticheskie dannye [E'lektronnyj resurs]. URL: <http://gkvod.rk.gov.ru/rus/info.php?id=617775> (Data obrashheniya 20.08.2015).
11. Pravila oxrany poverxnostny'x vod. Tipovy'e polozheniya. M.: Izd. Goskomprirody SSSR, 1991. 38 p.
12. Gigienicheskie trebovaniya k ispol'zovaniyu stochny'x vod i ix osadkov dlya orosheniya i udobreniya: SanPiN 2.1.7.573–96. M. 1997.
13. Gigienicheskie trebovaniya k kachestvu vody nentralizovannogo vodosnabzheniya. Sanitarnaya oxrana istochnikov: SanPiN 2.1.4.1175–02. M., Minzdrav Rossii, 2003.
14. Ivanyutin N. M. Vliyanie antropogennoj deyatelnosti na kachestvenny'e i karakteristiki vod reki Salgir i ix ocenka po stepeni prigodnosti dlya celej orosheniya / N. M. Ivanyutin, S. V. Podovalova / Puti povыsheniya e'ffektivnosti oroshaemogo zemledeliya. 2016. No. 4 (64). P. 95–103.
15. Kayukova E. P., Baraboshkina T. A., Budarina V. A. Resursnyj potencial presny'x vod Kry'ma. Stat'ya 2. Vodny'e resursy, e'kologiya i politika. *Destnik VGU. Seriya: Geologiya*. 2016. No. 1. P. 131–135.
16. Tarasenko, V. S. E'kologiya Kry'ma. Ugrozy ustojchivomu razvitiyu. Plan dejstvij / V. S. Tarasenko, A. M. Artov, I. N. Amelina [i dr.]. Simferopol': Arial. 2014. 183 p.
17. Celi ustojchivogo razvitiya [E'lektronnyj resurs]. Global Compact Network Russia. URL: <http://www.globalcompact.ru/about/sdgs/> (data obrashheniya: 21.10.2018).
18. SDG Compass [E'lektronnyj resurs]. Global Compact Network Russia. URL: <http://www.globalcompact.ru/index/czeli-ustojchivogo-razvitiya.html> (data obrashheniya: 21.10.2018).
19. Doklad Mezhhuchrezhdncheskoj i e'kspertnoj grupy po pokazatelyam dostizheniya celej v oblasti ustojchivogo razvitiya (2016). Prilozhenie III. [E'lektronnyj resurs]. Organizaciya Ob`edinenny'x Nacij. E'konomicheskij i social'nyj sovet. URL: <https://unstats.un.org/unsd/statcom/48th-session/documents/2017-2-IAEG-SDGs-R.pdf> (data obrashheniya: 21.10.2018).
20. Sajt Rosstat. Stranica razrabotki pokazatelej CzUR. Rezhim dostupa: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/m-sotrudn/CUR/cur_STATUS.htm (data obrashheniya 21.10.2018).
21. Obobshhayushhij doklad 2018 g., posvyashhennyj Celi ustojchivogo razvitiya 6 po voprosam vodny'x resursov i sanitarii. Rabochee rezyume. Rezhim dostupa: file:///C:/Users/Natali/Downloads/UN-Water_SDG6_Synthesis_Report_2018_Executive_Summary_RUS.pdf
22. Nikiforov A. I., Ryazanova N. E. Perspektivy racional'nogo ispol'zovaniya vodny'x i pribrezhny'x fitocenozov // Ispol'zovanie i oxrana prirodny'x resursov v Rossii. 2017. No. 4 (152). P. 52–57.

ПОЗДНЕПЛЕЙСТОЦЕНОВАЯ МЕЗОФАУНА ПОЧВ ЯНСКОГО ПЛОСКОГОРЬЯ

В. С. Боесков, с. н. с., к. б. н.,
vstepb@mail.ru,
Г. Н. Саввинов, директор, д. б. н.,
Savvinov_gn@mail.ru,
Научно-исследовательский институт
прикладной экологии Севера
Северо-Восточного федерального университета
им. М. К. Аммосова, Якутск, Россия

Исследованы насекомые позднеплейстоценовой мезофауны в ископаемых почвах в пределах Янского плоскогорья в местонахождении «Улахан Суулар» (правый берег р. Адыча) и термокарстовой котловины «Батагайка». В полевых исследованиях успешно применен макроэнтомологический метод, который обладает большим потенциалом, в связи с чем необходимо более широко внедрение его в исследовательскую практику. В статье приведены некоторые доминантные виды позднеплейстоценовых сообществ: долгоносики (*Curculionidae*), пилюльщики (*Byrrhidae*) и жулици (*Carabidae*). Установлено, что экологическая близость обнаруженных нами ископаемых насекомых указывает на то, что в позднеплейстоценовых средах преобладают сухие тундростепи (сухая тундра и степная тундра), так как жук-пилюльщик (*Morychus viridis*) является чисто тундростепным индикатором. Анализ отечественной и зарубежной литературы показывает, что изученность насекомых Сибири, в том числе Якутии, неравномерная. Установлено, что палеоэнтомологические находки дают наиболее достоверные информации при проведении реконструкции природных условий прошлого.

The insects of the Late Pleistocene mesofauna in fossil soils within the Yansky Plateau in the Ulakhan Suullar site (the right bank of the Adycha River) and the Batagayka Thermokarst Basin were studied. In field studies, a macro-entomological method has been successfully applied. It has great potential, and therefore, its wider introduction into research practice is needed. The article presents some dominant species of the Late Pleistocene communities: weevils (*Curculionidae*), pill beetles (*Byrrhidae*) and ground beetles (*Carabidae*). It has been established that the ecological proximity of the insect fossils, discovered by us, indicates that the dry tundra-steppe (the dry tundra and steppe tundra) prevails in the Late Pleistocene environments, since the pill beetle *Morychus viridis* is a true tundra-steppe indicator. The analysis of national and foreign literature shows that the knowledge about the insects in Siberia, including Yakutia, is not comprehensive. It has been established that paleo-entomological findings provide the most reliable information when reconstructing the natural conditions of the past.

Ключевые слова: ископаемые насекомые, палеоэнтомология, жесткокрылые, пилюльщики, долгоносики, поздний плейстоцен, реконструкция климата и природных условий.

Keywords: fossil insects, paleoentomology, beetles, pills, weevils, the Late Pleistocene, reconstruction of climate and natural conditions.

Введение. Ископаемые находки насекомых, даже в неполной их сохранности, предоставляют нам очень ценную информацию о том, что происходило в определенные геологические периоды, и тем самым дают возможность для оценки палеоэкологических условий некоторых важных исторических этапов. Позднеплейстоценовые насекомые дают нам наиболее прямые сведения не только о природно-климатических и ландшафтно-географических условиях, но и почвенно-растительном покрове, преобладавшем в тот исторический период.

В России палеоэнтомологические исследования начались практически одновременно с подобными пионерными работами в Канаде. Изучение обширной территории бывшего СССР началось именно с Сибири [1].

Макроэнтомологический метод исследований в четвертичной палеонтологии сформировался в современном виде в конце 60-х годов прошлого века. Ископаемых насекомых находили и раньше, но описывали как стандартные палеонтологические объекты, нередко с выделением новых видов, которые впоследствии были ревизированы. Подробное описание метода приведено в ряде монографий [2–5].

Преимущества макроэнтомологического метода состоят в более точном определении ископаемых остатков (их часто удается определить до вида и даже до подвида) и дополнительными возможностями при реконструкциях прошедших геологических эпох. Насекомые более чутко, чем растительность, реагируют на изменение природной обстановки. Кроме того, они более мобильны, и во время межледниковий теплолюбивые виды имеют шансы заселять территорию раньше, чем она успевает зарастить лесом.

Модели и методы. Для извлечения из древних почв ископаемых насекомых, мы использовали макроэнтомологический метод, предложенный и усовершенствованный С. А. Кузьминой [5].

Исследования ископаемых насекомых нами были начаты с 2016 г. Несмотря на их относительно малые размеры и хрупкость, нами обнаружены в мерзлых грунтах двух палеонтологических местонахождений: Батагайской термоденудационной котловины и берегового обрыва «Улахан Суулар» (рис. 1).

Ископаемых насекомых в основном обнаружили там, где имеются залежи погребенного органического горизонта или на мелкозернистых осадочных породах — многолетнемерзлых породах, представленных едомными отложениями. Обнаруженные нами останки ископаемых насекомых найдены на глубинах от 8 до 44,5 м.

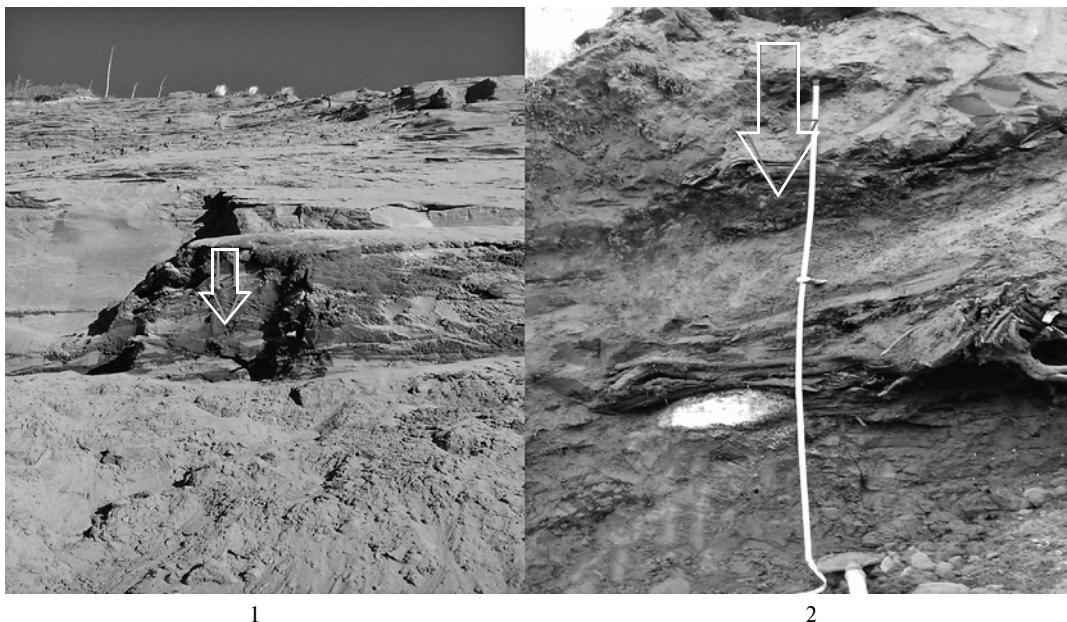


Рис. 1. Места отбора проб. 1) обрыв «Улахан Сууллар»; 2) котловина «Батагайка»

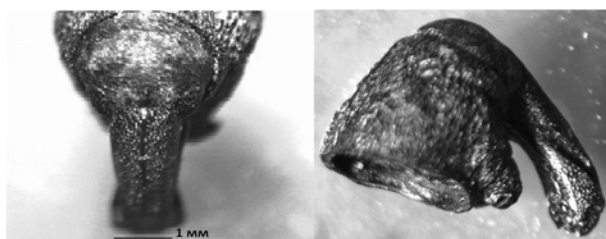


Рис. 2. Голова долгоносика рода *Нурера* (котловина «Батагайка»)

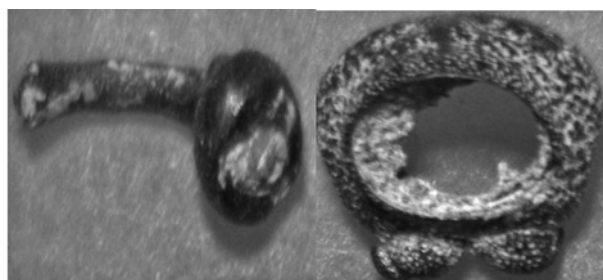


Рис. 3. Фрагменты головы долгоносика рода *Нурера* (обрыв «Улахан Сууллар», котловина «Батагайка»)



Рис. 4. Нога долгоносика рода *Нурера* (котловина «Батагайка»)

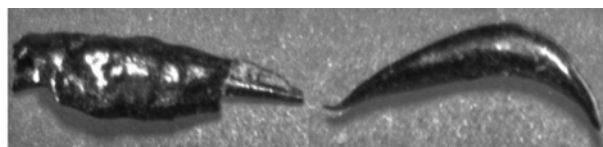


Рис. 5. Фрагменты задних конечностей долгоносика рода *Нурера* (котловина «Батагайка», обрыв «Улахан Сууллар»)

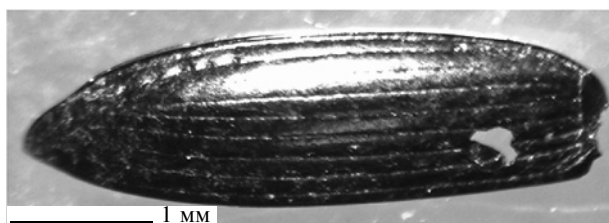


Рис. 6. Надкрылье жуужелицы *Pterostichus (Cryobius)*. Котловина «Батагайка»

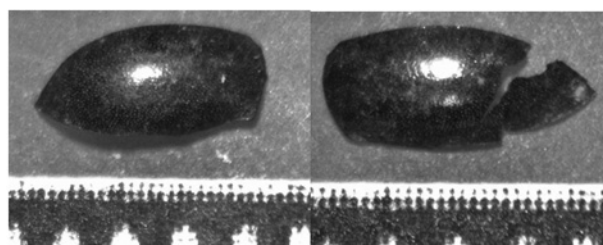


Рис. 7. Фрагменты надкрылий жука-пилюльщика *Morychus viridis* (котловина «Батагайка», обрыв «Улахан Сууллар»)

Результаты и обсуждение. Найденные нами ископаемые насекомые исследованных участков в основном принадлежат трем семействам жуков к семействам долгоносиков (Curculionidae) (рис. 2—5), пилюльщиков (Byrrhidae) (рис. 7) и жужиц (Carabidae) (рис. 6). Эти представители насекомых типичны для тундростепных комплексов, живут в основном на сухих лугово-подобных пятнах с богатой растительностью и в лесных районах вблизи опушки леса.

Экологическая близость обнаруженных нами ископаемых насекомых указывает на то, что в позднелеистоценовых средах преобладают сухая тундра и степная тундра, так как жук-пилюльщик *Morychus viridis* (рис. 7) является чисто тундростепным индикатором.

Заключение. Таким образом, первые палеоэнтомологические объекты, обнаруженные нами в Янском плоскогорье, дают наиболее достоверную информацию при проведении реконструкции природных условий прошлого. В связи с их большой перспективностью подобные почвенно-зоологические исследования, нами будут продолжены в рамках международного проекта с участием специалистов из Великобритании и Канады.

Статья подготовлена в рамках выполнения Государственного задания Минобрнауки РФ № 5.8169.2017/БЧ на выполнение проекта «Исследование сукцессий экосистем Севера под воздействием антропогенных факторов».

Библиографический список

1. Грушевский И. И., Медведев Л. Н. Предварительные данные применения колеоптерологического анализа для изучения континентальных отложений Северной Якутии. Сборник статей по палеонтологии и биостратиграфии НИИГА. 1962. Вып. 28. С. 38—42.
2. Kuzmina S. *New approach to the Quaternary studies: QINSIB — the database of Siberian fossil insects*. Quaternary International. 2014. V. 18. P. 283—293.
3. Kuzmina S., Sher A. *Some features of the Holocene insect faunas of northeastern Siberia*. Quaternary Science Reviews. 2006. V. 25. № 15—16, P. 1790—1820.
4. Kuzmina S., Sher A., Edwards M., Haile J., Yan E., Kotov A., Willerslev E. *The Late Pleistocene environment of the eastern West Beringia based on the principal section at the Main River, Chukotka*. Quaternary Science Reviews. 2011. V. 30. P. 17—18.
5. Kuzmina S. A. *Quaternary Insects and Environment of the Northeastern Asia*. Ltd., Paleontological Journal Supplement. 2015. V. 49, № 7. Pleiades Publishing. P. 1—189.

LATE PLEISTOCENE MESOFAUNA OF THE SOILS OF THE YANSK PLATEAU

V. S. Bosekorov, Ph. D. (Biology), Senior Researcher of the Research Institute of Applied Ecology of the North of the NEFU, vstepb@mail.ru, Yakutsk, Russia;

G. N. Savvinov, Ph. D. (Biology), Dr. Habil., Director of the Research Institute of Applied Ecology of the North of the NEFU, Savvinov_gn@mail.ru, Yakutsk, Russia

References

1. Grushevskiy I. I., Medvedev L. N. *Predvaritel'nye dannye primeneniya koleopterologicheskogo analiza dlya izucheniya kontinental'nyh otlozhenij Severnoj Yakutii. Sbornik statej po paleontologii i biostratigrafii NIIGA*. [Preliminary data on the use of coleopterological analysis for the study of continental sediments of Northern Yakutia. *Collection of articles on paleontology and biostratigraphy of NIIGA*] 1962. No. 28. P. 38—42. [in Russian]
2. Kuzmina S. *New approach to the Quaternary studies: QINSIB — the database of Siberian fossil insects*. *Quaternary International*. 2014. Vol. 18. P. 283—293.
3. Kuzmina S., Sher A. *Some features of the Holocene insect faunas of northeastern Siberia*. *Quaternary Science Reviews*. 2006. Vol. 25. No. 15—16. P. 1790—1820.
4. Kuzmina S., Sher A., Edwards M., Haile J., Yan E., Kotov A., Willerslev E. *The Late Pleistocene environment of the eastern West Beringia based on the principal section at the Main River, Chukotka*. *Quaternary Science Reviews*. 2011. Vol. 30. P. 17—18.
5. Kuzmina S. A. *Quaternary Insects and Environment of the Northeastern Asia*. Ltd., *Paleontological Journal Supplement*. 2015. Vol. 49. No. 7. Pleiades Publishing. P. 1—189.

СТРАТИГРАФИЯ ОТЛОЖЕНИЙ ОСТРОВА ОТДЫХА В СРЕДНЕМ ТЕЧЕНИИ РЕКИ ЕНИСЕЙ (Г. КРАСНОЯРСК)

Р. А. Шарафутдинов, канд. географ. наук, доцент, ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», ruslanate@mail.ru, Красноярск, Россия,

А. В. Гренадерова, канд. географ. наук, доцент, ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», grenaderova-anna@mail.ru, Красноярск, Россия,

П. В. Мандрыка, канд. истор. наук, доцент, ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», pmandryka@yandex.ru, Красноярск, Россия,

А. Б. Родионова, ассистент, ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», rodionovaab@yandex.ru, Красноярск, Россия

Приводятся результаты исследования стратиграфического строения центральной части острова Отдыха, расположенного в среднем течении р. Енисей (город Красноярск). Дается последовательное описание аллювиальной толщи до глубины 5,5 м, рассматриваются вопросы генезиса слагающих ее отложений. Специфика строения определяется чередованием разновозрастных генераций, отвечающих этапам изменения гидрологического режима реки. В сложении средней и верхней части исследованного разреза основная роль принадлежит пескам мелким и средним, супесям песчанистым, в нижней — галечникам. Суглинки играют подчиненную роль и залегают в виде маломощных слоев и линз. Верхняя часть толщи имеет признаки эоловой переработки, для нее характерно обеднение минералогического состава при увеличении доли зерен кварца, плагиоклаза, микроклина, моноклинного амфибола. Сохранившиеся следы устойчивого почвообразования присутствуют лишь в интервале глубин 0,35—0,85, где выявлен фрагмент профиля аллювиальной темногумусовой почвы. Суглинистые отложения в интервале глубин 5,15—5,20 м, отнесенные к субфазии сезонного заиления, соответствуют ранним этапам формирования острова, и включают спорово-пыльцевой спектр, который характеризует темнохвойные (кедрово-пихтовые с участием ели) леса, вероятный возраст образования указанного слоя соответствует второй половине голоцена, когда в верховье Енисея начали развиваться кедрово-пихтовые леса.

The results of the stratigraphic study of the sediments shaping Otdykha Island are presented. The island is located in the middle course of the Yenisei River (the city of Krasnoyarsk). A consistent description of the alluvial strata up to the depth of 5.5 m is given, and the issues of the genesis of its constituent deposits are considered. It is shown that the specificity of the structure is determined mainly by the hydrological regime of the Yenisei River. In the composition of the middle and upper parts of the investigated section, the main role is played by fine and medium sands, sandy loams, whereas in the lower part by pebbles. Loams play a subordinate role and lie in the form of thin puffs and lenses. The upper part of the sediment strata has signs of aeolian processing. The remained traces of stable soil formation are presented only in the depth interval of 0.35—0.85. Loamy deposits corresponding to the early stages of the formation of the island (depth interval of 5.15—5.20 m) include the spore-pollen spectrum that corresponds to a coniferous fir forests with dominance of *Pinus sibirica* (40.8%) and *Abies* (24.3%). The probable age of the formation of this layer corresponds to the second half of the Holocene, when cedar-fir forests began to develop in the basin of the Yenisei catchment, including the upper river (the Sayan Mountains).

Ключевые слова: стратиграфия, генезис острова, аллювиальные отложения, голоцен.

Keywords: stratigraphy, genesis of the island, alluvial deposits, the Holocene.

Введение. Строение аллювиальных толщ в среднем течении р. Енисей достаточно активно исследовалось при подготовке к размещению инженерных сооружений, что определило специфический характер как работ, так и полученных результатов. Имеются данные о строении отложений, слагающих пойму и террасы [1, 2]. Однако весьма общий характер данных, касающихся стратиграфического строения островов, а также значительная изменчивость в строении аллювиальных толщ, обуславливают актуальность проведения дальнейших исследований.

В настоящей работе приводятся результаты изучения стратиграфии отложений, слагающих остров Отдыха. Толща аллювиальных отложений была вскрыта до глубины 5,51 м в центральной части острова Отдыха. Абсолютная высота поверхности 137 ± 1 м. Проходка шурфа прямоугольной формы (4×3 м) осуществлялась ручным способом. Грунтовые воды шурфом не вскрыты. Стратиграфическая последовательность отложений в интервале глубин 0,35—5,1 м не нарушена. Дополнительные данные о стратиграфии отложений получены по кернам, извлеченным ручным буром Eijkelkamp из скважин, расположенным на удалении 40 и 50 м к ю-з от основного разреза.

Изучение физико-химических свойств и гранулометрического состава отложений осуществляли по общепринятым методикам [3, 4]. Спорово-пыльцевой анализ и химическая подготовка проб проводились по сепарационной методике В. П. Гричука [5], микроскопирование выполнено ведущим палинологом АО «Сибирское ПГО — Росгеология» Прошиной Т. Г. Растительные макроостатки были выделены из грунта методом флотации [6].

Строение толщи аллювиальных отложений центральной части о. Отдыха (сверху вниз):

№ слоя	Характеристика отложений	Глубина, м
1	Песок (связный), темно-серого, светло-серого цвета с бурым оттенком. Окраска неравномерная вследствие турбации. Сложение плотное. Слой представляет собой два верхних почвенных горизонта с признаками урбепедогенеза, содержит до 7 % антропогенных включений	0,0—0,35
2	Супесь пылеватая светло-серая с желтоватым оттенком, в интервале 0,43—0,50 темно-серая. Структура однородная. Обильные, равномерно распределенные в слое полости от корней растений, ходы почвенной фауны, диаметром около 1 мм, с темно-серым песчаным гумусированным заполнителем. Сложение плотное, вскипание от HCl слабое	0,35—0,85
3	Пачка из 9 чередующихся слоев светло-серых с желтым оттенком пылеватых песков и супесей песчаных и серых с бурым оттенком мелких песков рассыпчатого сложения. В слоях песка присутствуют фрагменты растительного детрита размером до 1—2 мм, буровато-серые, ржаво-бурые пятна неправильной формы диаметром до 1,5 см	0,85—1,30
4	Желтовато-серые пески мелкие и средние, без признаков аллювиальной слоистости, окраска слоя однородная. Отчетливо по гранулометрическому составу выделяются 3 слоя, мощностью 10, 20 и 80 см, наиболее мощный из которых сложен песками мелкими	1,30—2,40
5	Пачка светло-серых с бурым оттенком и светло-бурых песков средних и мелких, а также серовато-бурых или охристых легких супесей песчаных. Для пачки характерны пятна и примазки буровато-черных и бурых тонов. В интервале глубин 2,6—2,8 м присутствует два горизонтальных прерывающихся слоя мощностью 1 см серого мелкого песка с включением органического детрита. Сложение песчаных слоев рассыпчатое, супесей плотное	2,40—3,80
6	Пачка переслаивающихся светло-бурых и буровато-серых песков мелких и средней крупности, мощностью до 10 см и сизовато-серых суглинков легких пылеватых, мощностью 1—2 см. Последние залегают в виде горизонтальных и несходящихся волнистых, прерывающихся слоев, достигающих в разрезе длины 0,4—0,6 м. Сложение рассыпчатое. В интервале глубин 4,20—4,27 м присутствует пачка тонких, около 1 мм, слоев в виде усеченной линзы (выклинивание), с косою слоистостью, под углом в 45° относительно горизонтальной последовательности слоев основной толщи горизонта. Состоит из чередования светло-серых, темно-серых и охристых мелких песков с включениями органического детрита	3,80—4,30

7	Пачка переслаивающихся светло-серых, серовато-бурых, песков средней крупности. Мощность слоев 0,5—6,0 см. Цвет слоев неравномерный за счет многочисленных пятен и примазок желтовато-бурого и темно-бурого цвета. В интервале глубин 4,70—4,75 м включение углистых остатков размером до 0,7 см. Сложение рассыпчатое	4,30—5,15
8	Песок средней крупности серый с сизым оттенком. Присутствуют тонкие прослойки и гнезда легкого пылеватого суглинка темно-серого цвета с включением растительного детрита, единичные частички угля размером около 1 мм, охристые пятна неправильной формы. Сложение плотное	5,15—5,20
9	Галечник крупный и средний с заполнителем из среднего и крупного песка буровато-серого, местами охристого цвета. Единично присутствуют мелкие валуны. Форма галек изометричная, окатанность средняя, редко хорошая, валунов — преимущественно средняя, реже плохая	5,20—5,51

Стратиграфия разреза практически полностью предопределена гидрологическим режимом реки Енисей.

Отложения в интервале глубин 4,30—5,51 м следует отнести к фации перстративного аллювия, характеризующегося двучленным строением: нижний горизонт (интервал 5,20—5,51 м) представлен русловыми галечниками и песками с линзами старичных осадков (субфация сезонного заиления) и относится к аллювию основного потока. Отложения из интервала 4,30—5,20 м представлены преимущественно песками, формирование которых связано с седиментацией в ходе боковых смещений русла и накоплением поверх них более мелких фракций в половодья. На это указывает и наличие частиц растительного детрита в слоях 7—8 (ткани хвоща, травянистых растений, кора *Pinus*), особенно многочисленны в нижней части слоя 8, что позволяет отнести отложения к субфации второстепенных проток.

Таким образом, на этапе эволюции острова, отраженном в отложениях с интервала глубин 4,30—5,51 м, следует говорить о достаточно динамичных условиях аллювиального осадконакопления, в которых формирование развитого почвенного покрова представляется маловероятным, за исключением слаборазвитых аллювиальных почв (слоисто-аллювиальных гумусовых), формирующихся в условиях продолжительной или очень продолжительной поемности.

Выше, вплоть до отметки 2,4 м от поверхности, в разрезе представлены пойменные отложения, для которых характерна практически горизонтальная слоистость, небольшая мощность сло-

ев и присутствие линзообразных выклиниваний, неоднородный гранулометрический состав. Так, в интервале 3,80—4,30 м присутствует линзообразное выклинивание с мелкой косой слоистостью, образование которой обусловлено изменением направления водного потока. Более тяжелый гранулометрический состав, обилие растительного детрита позволяет говорить о том, что гидрологические условия его формирования и возраст вмещающих отложений различны. Кроме того, это свидетельствует о сохранении весьма динамичных условий аллювиального осадконакопления, приобретающего более выраженные черты периодичности, проявляющиеся в формировании отдельных слоев все большей мощности, отделенных друг от друга тонким материалом. Гумусовые горизонты погребенных почв в данном интервале отсутствуют.

Поскольку возраст отложений о. Отдыха, подобно отложениям о. Татышев, вписывается в голоценовый период [7], аллювий в интервале 4,3—2,4 м не мог сформироваться позднее второй половины суббореального периода. Таким образом, климатические условия и временные рамки позволяют допустить, что было как минимум два благоприятных периода для формирования развитого почвенного покрова. Отсутствие их следов в толще отложений свидетельствует о том, что они либо были разрушены, либо условий для их формирования на исследуемом участке не появилось в силу специфики гидрологических условий.

Для интервала глубин 1,30—2,40 м характерно отсутствие слоистости, хорошая сортировка материала указывает на их эоловую переработку.

Значительная мощность, а также схожая стратиграфия отложений в двух дополнительных стратиграфических разрезах, позволяет сделать вывод о достаточно обширном простираении слоя в центральной части острова. Для слоя характерно некоторое обеднение минералогического состава: возрастает доля зерен кварца, калиевых полевых шпатов (плагиоклаза, микроклина), моноклинного амфибола, снижается доля зерен эпидот-цонизита, альбита, слюд. Отсутствие слоек, содержащих более 1 % гумуса, вполне ожидаемо для толщи эолового генезиса, имеющей легкий гранулометрический состав, поскольку следы почвообразования могли быть полностью утрачены.

Следы активного и устойчивого процесса почвообразования присутствуют лишь в интервале глубин 0,35—0,85 м. Для слоя 0,43—0,50 м от поверхности свойственна хорошая сортировка, содержание гумуса на уровне 5 % (в форме тонкодисперсного вещества), соотношение Сгк:Сфк 2.1. В интервале 0,50—0,85 м содержание гумуса резко падает, в то время как карбонатов возрастает, достигая 3 %. Представленные признаки указывают на формирование почвы в условиях низкой поемности, соответствующих условиям высокой поймы. Изученный слой, вероятно, представляет собой фрагменты нижней части профиля аллювиальной темногумусовой почвы, включающей горизонт Сса и, частично, АУ. Гранулометрический состав горизонта свидетельствует о сложных процессах, как предшествующих почвообразованию, так и непосредственно связанных с ним. Верхняя часть почвенного профиля отсутствует, что связано с его разрушением в ходе строительства спортивных объектов.

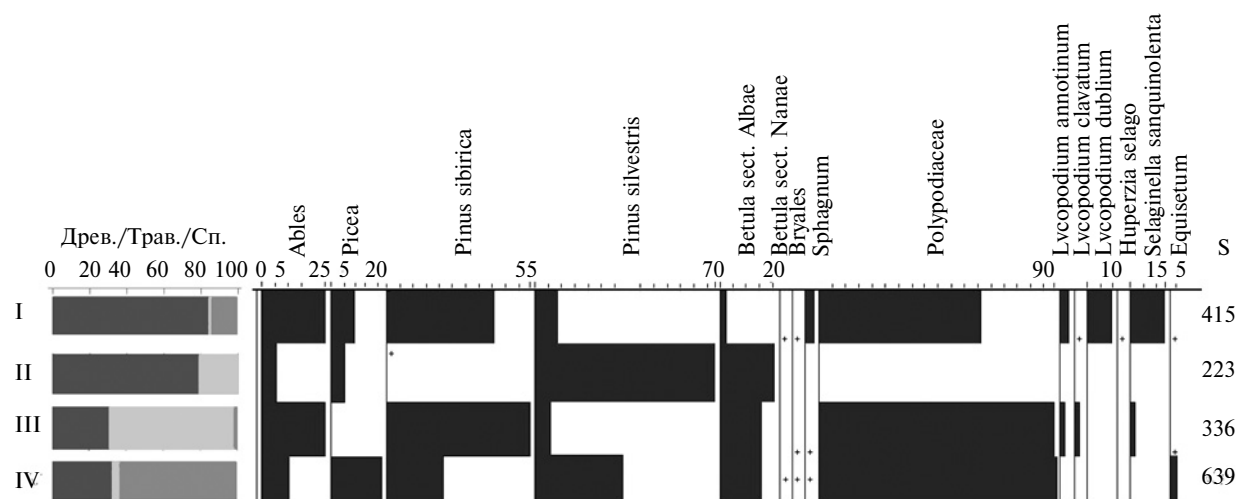


Рис. 1. Диаграмма спорово-пыльцевых спектров:

I — слой суглинка в интервале 5,15—5,20 м «Остров Отдыха», II — поверхностная проба Н-4/88 близ археологической стоянки «Няша» [8], III — поверхностная проба из нижнего черного подпояса Западного Саяна [9], IV — слой суглинка в интервале 1,35—1,4 м «Пинчинское» ДРЕВ. — процент пыльцы древесных, ТРАВ. — процент пыльцы травянистых, СП — процент спор, S — суммарное количество пыльцевых зерен в образце

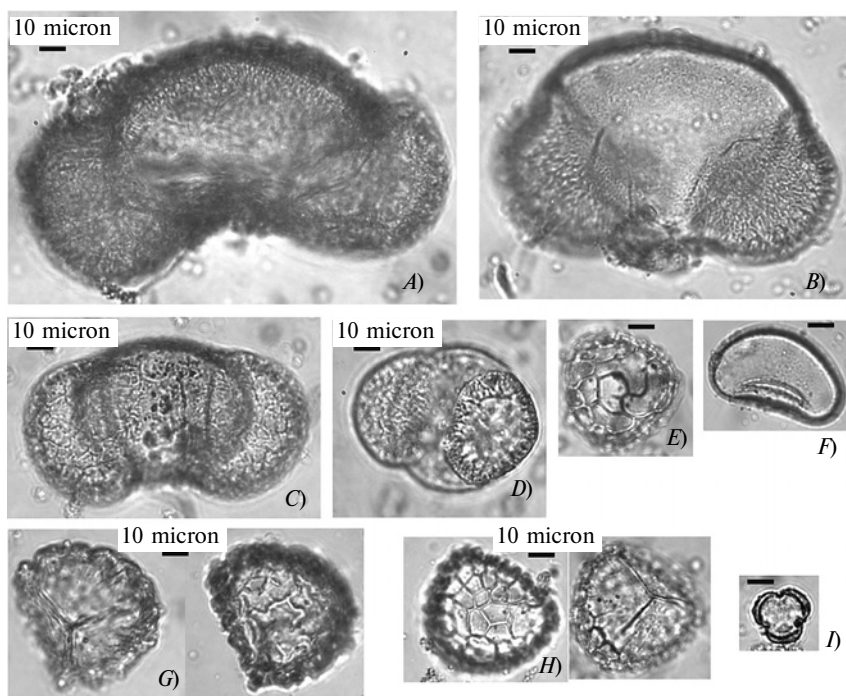


Рис. 2. Фото пыльцы и спор из суглинка в интервале 5,15–5,20 м. А — *Abies*, В — *Picea*, С — *Pinus sibirica*, D — *Pinus sylvestris*, E — *Lycopodium dubium* (*pungens*), F — *Polypodiaceae*, G — *Selaginella sanquinolenta* (при разном положении тубуса), H — *Lycopodium annotinum* (при разном положении тубуса), I — *Artemisia*

Тонкие прослой и гнезда легкого пылеватого суглинка темно-серого цвета, отнесенные к субфации сезонного заиления, весьма интересны наличием многочисленных органических остатков, которые позволяют реконструировать палеогеографическую обстановку, характерную для ранних этапов формирования острова.

По результатам спорово-пыльцевого анализа материала с глубины 5,15–5,20 м было установлено, что в спорово-пыльцевом спектре преобладает пыльца древесных (83,4 %), доминирует *Pinus sibirica* (40,8 %) и *Abies* (24,3 %) (рис. 1. I). Меньшую роль в составе спектра играет пыльца *Picea* (8,7 %) и *Pinus sylvestris* (8,4 %). Лиственные породы немногочисленны — это пыльца берез: *Betula sect. Albae* (2,6 %) и *Betula sect. Nanae* (0,6 %). Отмечается высокий процент деформированной пыльцы рода *Pinus* (11,6 %). Трав мало (1,7 %), единично фиксируются пыльцевые зерна представителей семейства *Artemisia*, *Chenopodiaceae*, *Liliaceae*, *Gramineae*, *Cyperaceae*, *Geraniaceae*. Среди споровых растений (14,9 %) преобладают споры папоротников семейства *Polypodiaceae* (61,3 %). Присутствуют споры плаунов *Lycopodium dubium*, *L. annotinum*, *L. clavatum*, *Huperzia selago* и плаунок *Selaginella sanquinolenta*, единично отмечены споры *Equisetum*, *Bryales* и *Sphagnum*. В целом спорово-пыльцевой спектр характеризует темнохвойные (кедрово-пихтовые с участием ели) леса, тра-

вяной покров которых составляют споровые растения — папоротники и плауны.

Состав субрецентного спорово-пыльцевого спектра, отражающий современные особенности растительного покрова окрестностей Красноярска и близлежащего горного обрамления, резко отличается от вышеописанного. Кольцевой В. Г. изучена серия субрецентных спектров в районе раскопа археологической стоянки «Няша». Проба Н-4/88, отобранная на берегу Енисея с поверхности юго-западного склона дюны, покрытой редким травостоем, включает древесной пыльцы 78,8 %, трав и кустарничков — 21,2 %, споры — 0 % (рис. 1. II). В составе субрецентного спектра среди древесных пород преобладает *Pinus sylvestris* (67–87 %), содержание кедра не превышает 7 %, пихты — 6 % [8].

Спектр, близкий по составу к описанному палеоспектру, формируется в настоящее время в условиях горно-черневого и горно-таежного подпоясов темнохвойного пояса в Западном Саяне на высоте 500–1100 м [9], и включает пыльцу основных лесообразующих пород — кедра и пихты (рис. 1, III). Л. Н. Савиной [9] установлено, что на протяжении всего периода формирования данных почв, леса из пихты и кедра были господствующими, по данным радиоуглеродного датирования определено, что наступление кедровой фазы произошло примерно 5000 лет назад.

По результатам спорово-пыльцевого анализа торфяных отложений болота «Пинчинское» [10], расположенного в 60 км восточнее о. Отдыха, выявлено два интервала в осадконакоплении с высоким содержанием пыльцы представителей темнохвойной тайги. Первый интервал приурочен к озерной стадии развития болота, где в отложениях сапропеля процент пыльцы *Abies* достигал 40–60 % (от общего количества пыльцы). Полученные радиоуглеродные даты и дальнейшая их обработка в пакете *Clam* статистической программы R [11] позволила определить временные границы вышеописанного этапа — 9354–5275 кал. л. н. Второй интервал увеличения пыльцы *Abies* датируется второй половиной суббореального — началом субатлантического времени (3485–1464 кал. л. н.) и выделяется прекращением процесса торфонакопления на болоте «Пинчинское», торф перекрыт слоем суглинка мощностью 50 см.

Наивысший коэффициент корреляции ($r = 0,93$) отмечен для палеоспектра о. Отдыха и спектра в интервале 135–140 см болота «Пинчинское», который датируется 3185–3485 кал. л. н. и привязан к началу отложения 50-сантиметрового слоя суглинка. Повышение содержания пыльцы *Abies*, совпадающее с переувлажненной стадией развития болота «Пинчинское», в совокупности с составом рецентного спектра лесостепной зоны позволяет сделать вывод о привносном характере пыльцы, которая предположительно смывалась в

период катастрофических явлений на реках с горной части территории водосборного бассейна.

Согласно Волковой В. С., на территории Сибири, по данным палинологических характеристик многих разрезов, максимальное количество темнохвойных пород отмечается 3380–2390 лет назад [12].

Таким образом, по имеющимся на сегодняшний день данным, можно предположить, что суглинки из аллювиальных отложений острова Отдыха могут включать пыльцу и споры растительного покрова лесов, расположенных в бассейне Енисея, в том числе и в верховье реки, возраст суглинков в интервале 5,15–5,20 м предположительно может составлять 3000–3500 лет, и соответствует второй половине голоцена, характеризующейся менее континентальным и более влажным климатом.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, Правительства Красноярского края, Красноярского краевого фонда науки в рамках научного проекта: «Прогноз регионально-специфичных откликов бореальных лесов горных районов Сибири на глобальные изменения природной среды и траекторий эволюции ландшафтов для снижения экологических рисков и эффективного долгосрочного планирования деятельности различных отраслей экономики».

Библиографический список

1. Баженов И. К., Нагорский М. П. Геология района г. Красноярска. Материалы по геологии Красноярского края, вып. 1. Томск, 1973.
2. Ямских А. Ф. О полициклоновых террасах в долине Среднего Енисея // Палеогеография Средней Сибири. Красноярск, 1987. — С. 6–27.
3. Аринушкина Е. В. Руководство по химическому составу почв / Е. В. Аринушкина. — М.: Химия, 1992. — 425 с.
4. ГОСТ 12536–79 Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава.
5. Пыльцевой анализ. — М.: Гос. изд-во геол. Лит-ры, 1950. — 571 с.
6. Toll M. S., 1988. Flotation Sampling: problems and some solutions, with examples from the American Southwest // Current Paleobotany. Analytical methods and cultural interpretations of archaeological plant remains. Ed. By C. A. Hastorf and V. S. Popper. Chicago. P. 36–52.
7. Турыгина О. В. Реконструкция пойменных экосистем среднего течения реки Енисей: научное издание / О. В. Турыгина, Г. А. Демиденко. Вестник КрасГАУ. — 2015. — № 1. — С. 38–44.
8. Кольцова В. Г. Субрецентные спорово-пыльцевые спектры Чулымо-Енисейской котловины и окрестностей Красноярска как основа интерпретации ископаемых спектров / Куртаковский археологический район. Выпуск 3. Новые данные к хроностратиграфии палеолита Куртаковского археологического района. Красноярск: П. О. «Сибирь». — 1990. — С. 48–75.
9. Савина Л. Н. Новейшая история лесов Западного Саяна (по данным спорово-пыльцевого анализа почв). — Новосибирск: Наука СО. — 1976. — 156 с.
10. Родионова А. Б. Генезис и палеоэкология Пинчинского болота в голоцене (лесостепь Приенисейской Сибири / А. Б. Родионова, А. В. Гренадерова) // Болота Северной Европы: разнообразие, динамика и рациональное использование. — Петрозаводск: КНЦ РАН. — С. 66–67.
11. Blaauw M. Methods and code for «classical» age-modelling of radiocarbon sequences / M. Blaauw // Quaternary geochronology. — 2010. — Vol. 5. — № 5. — P. 512–518.
12. Волкова В. С., Михайлова И. В. Голоцен на территории Сибири по геологическим и палинологическим данным // Вестник Томского государственного университета. Серия «Науки о Земле» (геология, география, метеорология, геодезия). Приложение № 3 (II). 2003. — С. 53–55.

SEDIMENTS STRATIGRAPHY OF OTDYKHA ISLAND IN THE MIDDLE YENISEI RIVER (KRASNOYARSK)

R. A. Sharafutdinov, Ph. D. (Geography), Associate Professor, Siberian Federal University, ruslanate@mail.ru, Krasnoyarsk, Russia;
A. V. Grenaderova, Ph. D. (Geography), Associate Professor, Siberian Federal University, grenaderova-anna@mail.ru, Krasnoyarsk, Russia;
P. V. Mandryka, Ph. D. (History), Associate Professor, Siberian Federal University, pmandryka@yandex.ru, Krasnoyarsk, Russia;
A. B. Rodionova, Assistant, Siberian Federal University rodionovaab@yandex.ru, Krasnoyarsk, Russia

References

1. Bazhenov I. K., Nagorskiy M. P. *Geologiyarajona g. Krasnoyarska. Materialy po geologii Krasnoyarskogo kraja* [Geology of the Krasnoyarsk city area. Materials about the geology of the Krasnoyarsk Region]. Vol. 1. Tomsk, 1973. [in Russian].
2. Yamskih A. F. *O polciklovyykh terrasah v doline Srednego Eniseya. Paleogeografiya Srednej Sibiri* [The polycyclic terraces in the valley of the Middle Enisey River. Palaeogeography of Central Siberia]. Krasnoyarsk, 1987. P. 6–27. [in Russian].
3. Arinushkina E. V. *Rukovodstvo po himicheskomu sostavu pochv* [Methods of chemical composition of soils]. Moscow, Khimiya, 1992. 425 p. [in Russian].
4. GOST 12536–79 *Grunty. Metody laboratornogo opredeleniya granulometricheskogo (zernovogo) i mikroagregatnogo sostava*. [Soils. Laboratory methods for determining the particle size (grain) and microaggregate composition] [in Russian].
5. *Pylcevojanaliz* [Pollen analysis]. Moscow. Gos. izd-vo geol. Lit, 1950. 571 p. [in Russian].
6. Toll M. S. Flotation Sampling: problems and some solutions, with examples from the American Southwest. *Current Paleobotany. Analytical methods and cultural interpretations of archaeological plant remains*. Chicago. Ed. By C. A. Hastorf and V. S. Popper, 1988. P. 36–52. [in English].
7. Turygina O. V. *Rekonstrukciya pojmyennykh ekosistem Srednego techeniya reki Enisej v golocene: dissertaciya* [Reconstruction of floodplain ecosystems of the Middle Yenisei River in the Holocene, Ph. D. dissertation]. Krasnoyarsk., 2009. 147 p. [in Russian].
8. Koltsova V. G. *Subrecentnye sporovo-pylcevye spektry Chulymo-Enisejskoj kotloviny i okrestnostej Krasnoyarska kak osnova interpretacii iskopaemykh spektrov / Kurtakskij arheologicheskij rajon* [Subrecent spore-pollen spectra of the Chulym-Yenisei depression and Krasnoyarsk environs as a basis for the interpretation of fossil spectra. Kurtak archaeological region]. Vol. 3. Krasnoyarsk: P. O. “Sibir”, 1990. P. 48–75. [in Russian].
9. Savina L. N. *Novejshaya istoriya lesov Zapadnogo Sayana (po dannym sporovo-pylcevego analiza pochv)* [Contemporary history of the forests of the Western Sayan Mountains: a study of the data of pollen-pollen analysis of soils]. Novosibirsk: Nauka SO, 1976. 156 p. [in Russian].
10. Rodionova A. B., Grenaderova A. V. *Genesis i paleoekologiya Pinchinskogo bolota v golocene (lesostepPrienisejskojSibiri)* [Genesis and paleoecology of the Pinchinsky bog in the Holocene (forest-steppe in the Yenisei Siberia). Abstract book International simpozium *Bolota Severnoj Evropy: raznobraziye, dinamika i racionalnoe ispolzovanie*. [Mires of Northern Europe: Diversity, Dynamics, and Rational Use]. Petrozavodsk: Karelskij nauchnyj centr RAN, 2015. P. 66–67. [in Russian].
11. Blaauw M. Methods and code for “classical” age-modelling of radiocarbon sequences. *Quaternary geochronology*, 2010. Vol. 5. No. 5. P. 512–518. [in English].
12. Volkova V. S., Mihailova I. V. *Golocen na territorii Sibiri po geologicheskim i palinologicheskim dannym* [The Holocene in the territory of Siberia according to geological and palynological data] *Journal of Tomsk State University, Earth science*. Tomsk. 2003. P. 53–55. [in Russian].

СОСТОЯНИЕ КОМПОНЕНТОВ ВОДНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ ВЕРХОВЬЕВ РЕКИ МУНА ДО НАЧАЛА ПРОМЫШЛЕННОГО ОСВОЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ АЛМАЗОВ

Н. М. Соломонов, научный сотрудник,
nsolomonov75@yandex.ru,

И. Г. Собакина, научный сотрудник,
alonella@yandex.ru,

М. И. Ксенофонтова, научный сотрудник,
к. г. н., *ksetaria@mail.ru,*

Научно-исследовательский институт
прикладной экологии Севера

Северо-Восточного федерального университета
им. М. К. Аммосова, Якутск, Россия

Река Муна и ее притоки в верховьях характеризуются как воды средней минерализации со слабощелочной и щелочной средой умеренной жесткости. Ионный состав воды исследованных водотоков на территории инженерно-экологических изысканий однороден и преимущественно гидрокарбонатно-кальциевого состава. Содержание органических веществ ниже предела обнаружения анализа. По рассчитанному индексу загрязненности вод все изученные водотоки относятся к третьему классу и характеризуются как «умеренно-загрязненные» воды. Современный фаунистический состав зоопланктона в августе 2007 г. бассейна р. Муна представлен 36 видами, из них коловраток 50 %, ветвистоусых ракообразных 36 % и веслоногих раков 14 %. Фауна зоопланктона была представлена в основном широко распространенными видами. На исследуемом участке отмечено обитание восьми видов рыб. Ниже по течению обитает таймень. Наиболее массовые виды — это речной голяк, амурский голяк, острорылый ленок и восточно-сибирский хариус. Остальные виды немногочисленны или отмечены в пойменных озерах. Острорылый ленок нерестует и нагуливается в реках Уулаах Муна и Улахан Муна, которые соединяясь образуют реку Муна. По нашим данным, на исследованном участке нет зимовальных ям ленка.

The Muna River and its tributaries in the upper reaches are characterized as the waters of medium mineralization with slightly alkaline and alkaline medium, moderate level of hardness. The ionic composition of the water of the studied streams in the territory of engineering and environmental development is homogeneous and predominantly of bicarbonate-calcium composition. The organic matter content is below the detection limit of the analysis. According to the calculated water pollution index, all studied watercourses belong to the third class and are characterized as “moderately polluted” waters. The modern fauna composition of zooplankton in August 2007 in the basin of the Muna River is represented by 36 species, including rotifers 50 %, cladocera 36 % and copepods cancers 14 %. The zooplankton fauna was represented mainly by widespread species. Eight species of fish inhabit the studied area. Downstream the taimen lives. The most widespread species are the river minnow, the Amur minnow, the sharp-snouted lenok and the East Siberian grayling. The remaining species are few or noted in floodplain lakes. The sharp-snouted lenok spawns and fattens in the Uulaah Muna and Ulakhan Muna Rivers, they combine to form the Muna River. According to our data, there are no wintering pits for the lenok in the studied area.

Ключевые слова: Муна, Уулаах Муна, Улахан Муна, водные экосистемы, иктоценоз, минерализация, зоопланктон, ленок.

Keywords: the Muna River, the Uulaah Muna River, the Ulakhan Muna River, aquatic ecosystems, ichthyocenosis, salinity, zooplankton, the lenok.

Введение. Река Муна является крупным левым притоком реки Лена, образуется при слиянии рек Уулаах Муна и Улахан Муна. В бассейне реки Уулаах Муна расположено месторождение алмазов, на котором начинается промышленное освоение запасов. Целью нашей работы является отражение состояния компонентов водной экосистемы верховьев рек Муна, Уулаах Муна и Улахан Муна до начала активной фазы промышленной добычи алмазов на указанной территории. Результаты работы могут быть использованы при дальнейшей оценке степени негативного воздействия промышленности на затрагиваемые экосистемы.

Целью работы является фиксация состояния различных компонентов экосистемы верховьев реки Муна в период открытой воды до начала активной фазы разработки запасов алмазов. В связи с этим решались следующие задачи:

- Изучение гидрохимии водотоков.
- Изучение зоопланктона в период открытой воды.
- Изучение видового состава и некоторых аспектов экологии иктофауны.

Модели и методы. В период летне-осенней межени с 8 августа по 18 августа 2013 г. на территории месторождения «Верхне-Мунское» были отобраны пробы воды и донных отложений из 8 основных водотоков: рр. Муна, Уулаах Муна, руч. Рудный, Онхой и четырех безымянных ручьев.

В ходе исследования выявлено, что изученные водотоки по классификации О. А. Алекина (1953) [1] гидрокарбонатного класса с преобладанием катиона кальция, средней минерализации со слабощелочной средой и относятся к умеренно-жестким водам, содержание биогенных элементов в изученных водотоках ниже предела обнаружения анализа.

Пробы зоопланктона отбирались процеживанием 50—200 л воды через сеть Апштейна. За период исследований было собрано и обработано 30 проб на количественный и качественный состав зоопланктона. В работе использованы широко применяемые в гидробиологии характеристики зоопланктона: число видов,

численность, биомасса, соотношение таксономических групп и др. [2].

Ихтиологические исследования проводились на двух участках верхнего течения р. Муны: на ее притоке р. Уулаах Муне и ниже, на месте слияния рр. Уулаах-Муна и р. Муна. Были обследованы также ручьи Алмазный, Онхой, Бурчут и 4 озера без названия. Работы проводились в период с 5 по 28 июня 2007 г. и с 27 мая по 15 июня 2008 г. За период исследований было поймано и исследовано 589 экз. рыб в 2007 и 297 экз. в 2008 гг. Материал обрабатывался по общепринятым в ихтиологии методикам [3, 4].

Результаты и обсуждение

Гидрохимия. Водотоки, расположенные на территории месторождения «Верхне-Мунское», характеризуются как воды средней минерализации со слабощелочной и щелочной средой, умеренной жесткости. Ионный состав воды исследованных водотоков на территории инженерно-экологических изысканий однороден и преимущественно гидрокарбонатно-кальциевого состава.

В период исследования газовый режим соответствует летнему нормативу. Величина ХПК во всех исследованных водотоках превышает нормативы ПДК_в до 3,3 раз, что указывает на определенный гидробиологический режим, увеличение доли биохимических процессов в водотоке в связи с очень низким уровнем воды в августе месяце. Концентрация взвешенных веществ варьирует в пределах от <2,0 до 25,0 мг/дм³.

Содержание основных биогенных элементов и органических веществ ниже предела обнаружения анализа. Концентрация двуокиси кремния в пределах нормативов ПДК_в. В микроэлементном составе исследованных водотоков превышение нормативов ПДК_{вр} выявлено по меди. Содержание марганца и свинца в некоторых водах соответствуют нормативам ПДК_{вр}. Содержание органических веществ (АПАВ, фенолов и нефтепродуктов) ниже предела обнаружения анализа. По рассчитанному индексу загрязненности вод все изученные водотоки относятся к третьему классу и характеризуются как «умеренно-загрязненные» воды.

Донные отложения поверхностных водотоков исследуемого участка по рассчитанным коэффициентам концентрации (Кк) не отличаются проявлением повышенных относительно локального геохимического фона концентраций. Таким образом, в донных отложениях района исследования в микроэлементном составе превышений относительно локального фона не выявлено.

Зоопланктон. Современный фаунистический состав зоопланктона в августе 2007 г. бассейна р. Муна представлен 36 видами, из них коловраток 50 %, ветвистоусых ракообразных 36 % и веслоногих низших раков 14 %.

Фауна зоопланктона была представлена в основном широко распространенными видами для водоемов Якутии [5–8].

Коловратки представлены из 19 видов из 10 семейств (Bdelloidea, Conochilidae, Trichocercidae, Asplanchnidae, Lecanidae, Trichotriidae, Mutilinidae, Lepadellidae, Euchlanidae, Brachionidae). Максимальное количество видов в сем. Euchlanidae (4 таксона), в других по 1–2 вида, кроме сем. Lecanidae и Brachionidae (по 3 вида), фитофильных мейобентических коловраток. В группе ветвистоусых раков зафиксировано 13 видов, относящихся к 6 семействам, максимальное их количество в сем. Chydoridae (7 видов), из которых ведущими были *Chydorus sphaericus s. l.*, *Acroperus harpae*, *Alona rectangula*, встреченные в 3–5 исследованных водотоках. Веслоногие ракообразные представлены всего 5 видами одного семейства, из которых наиболее часто встречался мейобентический вид *Paracyclops fimbriatus*.

Большинство зафиксированных видов обитало в старичном озере в устье р. Уулаах Муна (20 видов). Видовое разнообразие организмов зоопланктона по речным биотопам было невелико, и они встречались в пределах 1–10 таксонов. Наибольшее количество видов зоопланктона обитает в водотоках Уулаах-Муна, Муна, Онхой (8–10), наименьшее в малых водоемах (ручьи Фабричный, № 2). Почти на всех исследованных участках присутствуют эврибионтные, мейобентические виды, из коловраток *Euchlanis dilatata*, ветвистоусых *Chydorus sphaericus s. l.* и веслоногих *Paracyclops fimbriatus*. Малые глубины исследованных рек и зарастание высшей водной растительностью рек способствуют разнообразию фитофильных и бентосных беспозвоночных животных. Истинно планктонные виды представлены коловратками *Kellicottia longispina*, *Asplanchna priodonta*, *Conochillus unicornis* и ракообразными *Bosmina cf. longispina*.

Развитие зоопланктона в речных биотопах в период исследований было крайне низким, и по станциям отбора проб численность и биомасса колебались незначительно (10–125 экз./м³ и 0,095–3,43 мг/м³, соответственно). Максимальные количественные показатели зафиксированы в р. Муна, выше устья р. Уулаах Муна, а минимальные в верховье руч. Онхой. В руч. Онхой от верховья к устью происходит повышение видового разнообразия и количественных показателей.

В других водотоках такой тенденции не наблюдается.

Ихтиофауна. В водотоках установлено обитание 8 видов рыб. Кроме того, возможно обитание еще одного вида — тайменя, который не отмечен в р. Уулаах Муна в наших уловах и по опросным сведениям, но обитает в р. Муне ниже по течению. Видов, входящих в Красную книгу, не обнаружено [9].

Сибирский усатый голец — *Barbatula toni* Dybowski, 1869.

Четыре экземпляра сибирского усатого гольца длиной от 9,2 до 10,2 см были обнаружены в желудках ленков.

Сибирская щиповка — *Cobitis melanoleuca* Nichols, 1925.

Один экземпляр щиповки обнаружен в пищевом комке ленка.

Гольян речной — *Phoxinus phoxinus* (Linnaeus).

Обработано 82 экз. речного гольяна, выловленного на исследуемых водотоках. Самцы при среднем весе 1,95 г имеют длину тела от 38 до 65 мм; самки — 3,6 г и 40—65 мм. В желудках гольянов мы отмечали икру. Численность речного гольяна в исследуемых водотоках высокая. Соотношение полов в пользу самцов (1:3).

Гольян амурский — *Phoxinus lagowskii* (Dybowski).

Нами изучено 199 экземпляров амурского гольяна (142 в 2007 г. и 57 — в 2008 г.). В 2007 г. средняя длина всех пойманных рыб составила 4,57 мм, средняя масса — 2,57 г, соотношение полов 1:11 с преобладанием самок. По данным исследований, проведенных в 2008 г., соотношение полов в уловах сместилось 1:5, также с преобладанием самок.

Таймень — *Hucho taimen* (Pallas, 1773).

По данным Департамента биологических ресурсов министерства охраны природы РС (Я) в среднем и нижнем течении р. Муна в весенний период отмечено значительное количество нерестующих особей тайменя. Нами весной 2007 и 2008 гг. не было поймано в устье р. Уулаах Муна ни одного экземпляра. По-видимому, в реке Уулаах Муна и в реке Муна в районе устья Уулаах Муны таймень отсутствует.

Острорылый ленок — *Brachymystax lenok* (Pallas, 1773).

В наших уловах возраст 105 экз. ленков в 2008 г. колебался от 5+ до 12+ лет, масса — от 408 до 2370 г, длина (ас) от 34 до 62 см. В 2007 г. в уловах возраст ленков колебался от 6+ до 11+ лет.

В 2008 г. нам удалось проследить динамику нерестового хода ленка в 2008 г. Первый ленок

был отловлен 2 июня в Уулаах Муне на участке реки, расположенном в нескольких километрах ниже устья ручья Онхой. Можно утверждать, что начало нерестового хода ленка на Уулаах Муне пришлось именно на этот период. Все остальные ленки были отловлены в реках Уулаах Муна и Улахан Муна недалеко от места их слияния. Соотношение полов со временем менялось. Если в первые дни лова численность самцов лишь немного преобладала над численностью самок (1:1,27), то в последующие дни самцы преобладали в уловах (1:8). С 10 июня в уловах стали отмечаться особи во второй и третьей стадиях зрелости, т. е. вслед за нерестовым стадом в верховья Муны стали подниматься нагульные ленки, пропускающие нерест в этом году. 7 июня впервые в уловах была отмечена отнерестившаяся самка на VI стадии. В последующие дни отнерестившиеся особи стали отмечаться в уловах регулярно.

Можно утверждать, что ленок не зимует в Уулаах Муне, так как глубоких ям, в которых могли бы зимовать ленки, нами не обнаружено. В первые дни наших исследований, через 3—4 дня после ледохода, ленок совершенно не ловился, это также свидетельствует о том, что ленок не зимует на изученных участках. По опросным сведениям рыбаков, несколько экземпляров ленка были отловлены осенью 2008 г. выше ручья Онхой, но к концу сентября ленок в уловах уже не отмечался. Таким образом, необходимо подчеркнуть, что реки Уулаах Муна и Улахан Муна являются нерестилищами и нагульными водотоками для ленка, но не местом зимовки. Тупорылых ленков не отловлено [10].

Сиг-пыжьян — *Coregonus lavaretus pidschian* (Gmelin, 1788).

В верхнем течении реки Муны встречается редко, мы наблюдали в уловах рыбаков в 2007 г. 2 экземпляра весом 2300 и 2700 г, отловленных на участке, расположенном в 3 км ниже устья р. Уулаах Муна. В р. Уулаах Муна в уловах не был отмечен.

Восточно-сибирский хариус — *Thimallus arcticus pallasi*.

В среднем по результатам двух лет исследований в наших уловах преобладали самцы в соотношении 1:3. В 2007 г. в наших уловах отмечены четыре возрастные группы — от 3+ до 6+ лет включительно. В 2008 г. отловлено 13 экземпляров хариуса массой от 90 до 419 г. Соотношение полов составило 1:4 в пользу самцов. Растет хариус в Муне медленно.

Пестроногий подкаменщик — *Cottus poecilopus* Heckel, 1840.

Несколько экземпляров подкаменщика обнаружены в желудках ленка.

Заключение. В бассейне реки Уулаах Муна расположено месторождение алмазов, на котором начинается активное освоение запасов. Описание различных компонентов водной экосистемы осуществлено на основе данных, собранных до начала активной фазы освоения запасов алмазов. Результаты работы могут быть использованы при дальнейшей оценке степени негативного воздействия промышленности на затрагиваемые экосистемы.

Водотоки, расположенные на территории месторождения «Верхне-Мунское», характеризуются как воды средней минерализации со слабощелочной и щелочной средой умеренной жесткости. Ионный состав воды исследованных водотоков однороден и преимущественно гидрокарбонатно-кальциевого состава. Содержание основных биогенных элементов и органических веществ ниже предела обнаружения анализа. В микроэлементном составе исследованных водотоков превышение нормативов ПДК_{вр} выявлено по меди.

Фаунистический состав зоопланктона бассейна р. Муна представлен 36 видами, из них колероваток 50 %, ветвистоусых ракообразных 36 % и

веслоногих раков 14 %. Фауна зоопланктона была представлена в основном широко распространенными видами. Развитие зоопланктона в речных биотопах в период исследований было крайне низким, и по станциям отбора проб численность и биомасса колебались незначительно (10–125 экз./м³ и 0,095–3,43 мг/м³, соответственно).

Установлено обитание восьми видов рыб. Кроме того, возможно обитание еще одного вида — тайменя, который не отмечен в р. Уулаах Муна в наших уловах, но обитает в р. Муне ниже по течению. Основу ихтиоценоза водотоков составляли острорылый ленок, хариус, амурский и речной голяк. Остальные виды немногочисленны. Особо подчеркивается, что ленок и хариус используют реки Уулаах Муна и Улахан Муна для нереста и нагула. В результате исследований был сделан вывод, что в районе проведения работ нет зимовальных ям для ленка.

Статья подготовлена в рамках выполнения Государственного задания Минобрнауки РФ № 5.8169.2017/БЧ на выполнение проекта «Исследование сукцессий экосистем Севера под воздействием антропогенных факторов».

Библиографический список

1. Алевкин О. А. Основы гидрохимии. Л.: Гидрометеоиздат, 1953, 296 с.
2. Андроникова И. Н. Структурно-функциональная организация зоопланктона озерных экосистем разных трофических типов. — СПб.: Наука, 1996. — 189 с.
3. Чугунова Н. И. Руководство по изучению возраста и роста рыб. М., 1959. 164 с.
4. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). М., изд-во «Пищевая промышленность», 1939.
5. Собакина И. Г. К изучению зоопланктона бассейна р. Марха в районе влияния Удачинского ГОКа // в сб. Экология бассейна реки Вилюй: проблемы и перспективы исследований. Якутск: Издательский дом СВФУ, 2015. — С. 205–210.
6. Соломонов Н. М., Собакина И. Г. и др. Размерно-возрастной состав и основные компоненты питания сига *Coregonus lavaretus pidschian* (Gmelin, 1789) оз. Большое Токко // Журнал: Проблемы региональной экологии, 2014. № 1. С. 265–268.
7. Федорова Е. А., Филиппова Д. С., Иванов Е. В., Собакина И. Г., Ушницкая Л. А., Соломонов Н. М., Соколова В. А. Изучение питания доминирующих видов рыб в нижнем течении р. Колымы // Журнал: Проблемы региональной экологии, 2011. № 4. С. 265–268.
8. Трофимова Т. П., Собакина И. Г. Гидрохимические и гидробиологические условия озер бассейна реки Яна // Журнал: Успехи современного естествознания. 2018. № 2. С. 146–150.
9. Красная книга Республики Саха (Якутия): в 2 т. — [2-е изд.]. — Якутск: Сахаполиграфиздат, 2003. — Т. 2: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных (насекомые, рыбы, земноводные, пресмыкающиеся, птицы, млекопитающие) / отв. ред. Н. Г. Соломонов. — 205 с.
10. Алексеев С. С., Кириллов А. Ф., Самусенко В. П. Распространение и морфология острорылых и тупорылых ленков рода *Brachymystax* (Salmonidae) Восточной Сибири. Вопросы ихтиологии. Т. 43. № 3. 2003. С. 311–334.

THE STATE OF THE AQUATIC ECOSYSTEM COMPONENTS IN THE UPPER REACHES OF THE MUNA RIVER BEFORE THE INDUSTRIAL DEVELOPMENT OF THE DIAMOND MINING

N. M. Solomonov, Researcher, nsolomonov75@yandex.ru;

I. G. Sobakina, Researcher, alonella@yandex.ru;

M. I. Ksenophontova, Senior Researcher, Ph. D. (Geography), ksemaria@mail.ru, North-Eastern Federal University in Yakutsk (NEFU), Institute of Applied Ecology of the North, Yakutsk, Russia

References

1. Alekin O. A. Osnovy gidrohimii. [Fundamentals of hydrochemistry] Leningrad, Gidrometeoizdat, 1953, 296 p. [in Russian]
2. Andronikova I. N. Strukturno-funkcional'naya organizatsiya zooplanktona ozernyh ekosistem raznyh troficheskikh tipov. [Structural and functional organization of zooplankton of lake ecosystems of different trophic types] Saint-Petersburg, Nauka, 1996. 189 p. [in Russian]
3. Chugunova N. I. Rukovodstvo po izucheniyu vozrasta i rosta ryb. [Guide to the study of age and growth of fish]. Moscow, 1959. 164 p. (in Russian)
4. Pravdin I. F. Rukovodstvo po izucheniyu ryb (preimushchestvenno presnovodnyh). [Guidelines for the study of fish (mainly freshwater)] Moscow, izdatelstvo "Pishchevaya promyshlennost". 1939. [in Russian]
5. Sobakina I. G. K izucheniyu zooplanktona bassejna r. Marha v rajone vliyaniya Udachninskogo GOKa. v sb. *Ekologiya bassejna reki Vilyuy: problemy i perspektivy issledovaniy*. [To the study of zooplankton of the Markha River basin in the area of the impact of Udachninsky diamond mining plant. In: *The ecology of the basin of the Vilyuy River: problems and prospects for research*] Yakutsk: Izdatel'skij dom SVFU, 2015. P. 205—210. [in Russian]
6. Solomonov N. M., Sobakina I. G., et al. Razmerno-vozzrastnoj sostav i osnovnye komponenty pitaniya siga *Coregonus lavaretus pidschian* (Gmelin, 1789) oz. Bol'shoe Tokko. [Size and age composition and main components of nutrition of the whitefish *Coregonus lavaretus pidschian* (Gmelin, 1789) of Bolshoe Tokko Lake] *Problemy regional'noj ehkologii*, 2014. No. 1. P. 265—268. [in Russian]
7. Fedorova E. A., Filippova D. S., Ivanov E. V., Sobakina I. G., Ushnickaya L. A., Solomonov N. M., Sokolova V. A. Izuchenie pitaniya dominiruyushchih vidov ryb v nizhnem techenii r. Kolymy. [Study of feeding dominant fish species in the lower reaches of the Kolyma River] *Problemy regional'noj ehkologii*, 2011. No. 4. P. 265—268. [in Russian]
8. Trofimova T. P., Sobakina I. G. Gidrohimiicheskie i gidrobiologicheskie usloviya ozer bassejna reki Yana. [Hydrochemical and hydrobiological conditions of lakes in the Yana River basin] *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya*. 2018. No. 2. P. 146—150. [in Russian]
9. Krasnaya kniga Respubliki Sakha (Yakutiya): v 2 t. — [2-e izd.]. Yakutsk: Sakhapoligrafizdat, 2003. T. 2: Redkie i nahodyashchiesya pod ugrozoy ischeznoveniya vidy zhivotnyh (nasekomye, ryby, zemnovodnye, presmykayushchiesya, pticy, mlekopitayushchie). [The Red Data Book of the Republic of Sakha (Yakutia): in 2 vol. [2nd ed.] Vol. 2: Rare and endangered animal species (insects, fish, amphibians, reptiles, birds, mammals) ed. by N. G. Solomonov]. Yakutsk: Sakhapoligrafizdat, 2003. 205 p. [in Russian]
10. Alekseev S. S., Kirillov A. F., Samusenok V. P. Rasprostranenie i morfologiya ostrorylyh i tuporylyh lenkov roda *Brachymystax* (Salmonidae) Vostochnoj Sibiri. [Distribution and morphology of the sharp-snouted or blunt-snouted lenoks of the genus *Brachymystax* (Salmonidae) in Eastern Siberia]. *Voprosy ihtiologii*. Vol. 43. No. 3. 2003. P. 311—334. [in Russian]

СРЕДНЕДУНАЙСКАЯ РАВНИНА КАК ЗАПАДНЫЙ ФОРПОСТ СТЕПНОЙ ЕВРАЗИИ

А. А. Чибилёв, научный руководитель
Федерального государственного бюджетного
учреждения науки Института степи
Уральского отделения Российской академии
наук (ИС УрО РАН), orensteppe@mail.ru,
г. Оренбург, Россия

Степные и лесостепные ландшафты среднего и нижнего Подунавья имеют тесные историко-географические и биогеоценотические связи с основным мегарегионом Степной Евразии. В рамках проекта Русского географического общества «Степная экспедиция» объекты природного наследия равнинных ландшафтов придунайских стран включены в единую непрерывную экологическую сеть Великого евразийского степного пояса. На основе собственных исследований и обобщения литературных источников впервые дается единый историко-географический обзор степных ландшафтов Австрии, Венгрии, Сербии и Румынии. Особенностью сети ООПТ на территории Венгрии является создание крупных национальных парков кластерного типа, охватывающих разнообразные современные ландшафты с элементами природных экосистем, культурно-исторические комплексы и центры сохранения биоразнообразия, в первую очередь копытных животных. На территории Румынии, Сербии и Австрии фрагменты степных ландшафтов сохраняются в природных парках и специализированных природных резерватах.

Steppe and forest-steppe landscapes of the Middle and Low Danube Region have close historical geographical and biogeocenotic ties with the main Steppe Eurasia megaregion. Within the framework of the Russian Geographical Society Project "Steppe expedition", the sites of the plain landscape natural heritage of the Danube Plain countries are listed into the single continuous ecological network of the Great Eurasian Steppe Belt. Due to our own research and reference material data generalization, a unified historical-geographical review of the Austria, Hungary, Serbia and Romania steppe landscapes has been given for the first time. The peculiarity of the natural area of preferential protection network in Hungary is large cluster type national parks embracing various modern landscapes with their elements of natural ecosystems, historical and cultural complexes and biodiversity conservation centres, first of all the ones for ungulate species. Within the territories of Romania, Serbia and Austria the steppe landscape fragments are conserved in nature parks and specialized nature reserves.

Ключевые слова: Степная Евразия, Паннония, лесовые степи, пастбище, национальные парки, природные резерваты, лесостепь, объекты туризма, копытные животные.

Keywords: steppe Eurasia, Pannonia, loess steppes, pasture, national parks, nature reserves, forest-steppe, tourism facilities, ungulates.

Введение. Под Степной Евразией автор понимает транс-континентальное географическое пространство — мегарегион, охватывающий не только собственно степную ландшафтную зону, но и примыкающие к ней с севера — лесостепную и с юга — полупустынную (пустынно-степную) зоны [1; 2]. Это пространство вытянуто в виде полосы с запада на восток более чем на 8500 км. Обозначенный мегарегион достигает в ширину (по широте) 450—600 км и имеет на крайнем западе изолированную от сплошного мегарегиона территорию в виде Среднедунайской равнины, которая будучи лесостепной, несет на себе очень многие характерные степные черты, не только агроландшафта, но и почв, растительности, животного мира.

Общие сведения. Среднедунайская, или Паннонская равнина, расположена в бассейне среднего течения реки Дунай в пределах Венгрии (большая часть), Словакии, Сербии, Хорватии, Румынии, Австрии и Закарпатской области Украины. Историческое название этой территории Паннония (Pannonia) связано с названием одной из провинций Римской империи, обособившейся в 1—3 вв. н. э. Обширная равнина площадью более 200 тыс. км² представляет собой межгорное тектоническое понижение, окруженное Альпами, Карпатами, Динарским нагорьем и горами Восточной Сербии.

Большая часть равнины сложена известняками, песчаниками и глинами неогена, перекрытыми в плейстоцене лессами, лессовидными суглинками, эоловыми песками и аллювиальными отложениями древних и современных долин Дуная и его основных притоков — Тисы, Савы, Дравы. Преобладающие высоты находятся в пределах от 80 до 200 м. На территории Среднего Подунавья (к востоку от Дуная) выделяются плоская низменность Альфельд, слабовсхолмленная равнина Дунантуль (к западу от Дуная) с отдельными низкогорными грядами, высотой до 757 м. К Среднему Подунавью относят также Кишальфельд — обширный конус выноса Прадуная, впадину озера Балатон, широкие долины низовьев Дравы и Савы и примыкающий к равнине с юго-запада Загребский бассейн. Необходимо отметить, что степные и лесостепные ландшафты примыкают к Среднедунайской равнине со стороны окружающих среднегорий: Трансильванского плато, Западно-Румынских гор, Фрушка-Горы в Воеводине и др.

Несмотря на изолированность Среднего Подунавья от основного пояса степей Восточной Европы в его ландшафтном облике очень много общих черт со степями юга Восточно-Европейской равнины. В их числе следует отметить:

— полностью распаханые плакорные лессовые степи на черноземных почвах;

— залежные земли на заброшенных угодьях, занятые под пастбища, сенокосы или временно неиспользуемые;

— пастбищные угодья (пушты) на слабозасоленных заброшенных мелиорированных землях;

— бугристо-песчаные местности надпойменных террас и древних дельт, подверженные эоловой переработке, в том числе в результате перевыпаса скота;

— недренированные засоленные и заболоченные низменные междуречья с реликтами древней речной сети и мелководными озерами;

— вторичные дубово-буковые редколесья и колковые леса на оподзоленных черноземах и серых лесных почвах;

— антропогенезированные низко- и среднегорья, сложенные известняками и песчаниками, пережившие чередующиеся эпохи освоения с интенсивном выпасом скота и развития виноградарства;

— древние антропогенные локальные и линейные урочища — развалины городищ, защитные валы времен Римской империи и характерные для степных кочевых и полукочевых народов курганные комплексы;

— урочища, связанные с солянокупольной тектоникой (так называемые солянокупольные ландшафты), получившие развитие в Украинском Закарпатье и в остепненных районах Трансильвании.

Климатические особенности Среднедунайской равнины выражаются в том, что морской климат, свойственный Европе, в межгорной котловине приобретает черты континентальности. Здесь преобладают отрицательные среднеянварские температуры (от -1 до -4 °C), нередко с установлением ледового режима на водоемах, промерзанием верхнего слоя почвы и небольшим снежным покровом. Характерно засушливое жаркое лето при небольшом количестве осадков. Среднеиюльские температуры составляют $21-23$ °C. Континентальность климата подтверждается большой амплитудой низких и высоких температур (около 25 °C для среднемесячных температур января и июля и до 60 °C абсолютных минимумов и максимумов температур).

Годовая сумма осадков в среднем составляет $450-500$ мм, — характерны чередования сухих и влажных лет с колебанием годовых сумм осадков от 300 до 700 мм. Все эти черты климата способствуют формированию степных и лесостепных черт ландшафта, приданию ему аридных и семиаридных особенностей. Это приводит, например, вследствие высокой испаряемости, к появлению солончаков и солонцов и соленых озер. Озеро Нейзидлер-Зе, расположенное на северо-западе Малой Венгерской равнины на территории Авс-

трии, является самым крупным соленым озером в центре Европы. При этом главным отличием климата Среднего Подунавья от климата основного пояса степей Европы и Азии, является все же относительно теплая зима, что сближает его с климатом Средиземноморья.

Основу почвенного покрова Среднедунайской равнины составляют черноземы. Они широко распространены на лессовых отложениях, но встречаются и на других почвообразующих породах. Гумусовый горизонт на плакорах достигает мощности $120-150$ см, обладает комковатой структурой, имеет буровато-черную окраску и характеризуется слабощелочной или нейтральной реакцией. Характерной чертой является нередко засоление нижней части почвенного профиля, что приводит к формированию разновидностей черноземных солонцеватых почв. Все это сближает почвы Среднего Подунавья с почвами Причерноморья и Приазовья.

В доагрокультурный период ландшафт межгорных равнин Центральной Европы носил характер редколесий — лугово-степной саванны с рощицами и отдельными деревьями дуба и, безусловно, дикими копытными животными (тарпан, косуля, тур, зубр, лось и др.), которые поддерживали остепенность равнин. С приходом на эти равнины кочевников (от эпохи гуннов до времен османского владычества) многотысячные стада домашнего скота, особенно в ксеротермические периоды, придавали этим равнинам типично степной вид, сближая их ландшафт с причерноморскими степями. Важнейшим отличием растительности центральноевропейских степей является наличие большого количества средиземноморских видов высокотравных злаков. Особый степной характер имеют выходы известняков, доломитов, бугристые пески, а также пастбищные склоны южных экспозиций, которые отмечаются не только в Венгрии, Румынии и Сербии, но и в Чехии, Словакии, Польше, на юге Германии и Франции. Реликты и рефугии степных ландшафтов подпитывают ностальгический интерес западноевропейских стран к степному наследию и стимулируют музеефикацию степной природы в виде природных резерватов.

Необходимо еще раз подчеркнуть, что степной облик ландшафтов Среднего Подунавья связан, в первую очередь, с развитием пастбищного скотоводства, которое сложилось здесь с эпохи сарматского владычества более $2,5$ тыс. лет назад, приобрело повсеместное распространение во времена гуннов (5 в. н. э.) и ярко проявилось в османский период истории региона. Таким образом, на примере равнины в центре Европы можно найти убедительные доказательства, что совре-

менные степные ландшафты являются следствием коэволюции Человека и Природы в семиаридных условиях Северной Евразии [3—5].

Природные районы. Единого природного районирования Среднего Подунавья, расположенного на территории семи государств Европы, не существует. В связи с этим предлагаем деление этого региона на основе источников по физико-географическому районированию отдельных стран.

Альфельд (Alföld), или Большая Венгерская равнина (низменность), охватывает восточную часть межгорной впадины к востоку от долготного отрезка долины Дуная. В пределах Альфельда выделяются природно-исторические районы: Кишкуншаг на междуречье Дуная и Тисы, Хортобадь — знаменитая пушта на левобережье Тисы, Кереш-Марош — междуречье одноименных левых притоков Тисы, Ньиршег (Nyirseg) — лесовая равнина на северо-востоке Венгрии, Закарпатская равнина, Южный Альфельд в пределах автономного края Сербии Воеводины. Юго-восточная часть Альфельда полосой от 20 до 80 км примыкает к Трансильванскому плато и горам Западной Румынии.

Дунантуль (Dunantul) занимает часть Среднедунайской равнины к западу от реки Дунай. Поверхность представляет собой всхолмленную равнину с высотами от 150 до 200 м, которые сочетаются с низкогорьями и среднегорьями с высотами до 750 м (Баконь, Вертеш, Мечек, Герече). В центре расположено озеро Балатон, к которому с юга примыкает заболоченная солонцово-солончаковая низменность. Равнинные участки Дунантуля сложены песчаниками и глинами, перекрытыми лессом, что привело к формированию плакорных лесостепных и степных местностей, ныне полностью распаханных. Холмогорья и низкогорья, сложенные известняками, также в значительной степени остепнены особенно на склонах южных экспозиций. Южной границей Дунантуля служит река Драва.

Кишальфельд (Kisalföld), или Малая Венгерская низменность, охватывает северо-западную часть Среднедунайской равнины между нагорьем Баконь и восточными отрогами Альп. Занимает тектонический прогиб, заполненный толщей лессовых отложений и современного аллювия. Преобладающие высоты от 100 до 150 м. В северо-западной части Кишальфельда, уже в пределах Австрии, расположена котловина озера Нейзидлер-Зе, окруженная солончаково-болотными угодьями. Большая часть Кишальфельда безлесна и занята пашней. Степные участки сохранились на террасах озера Нейзидлер-Зе и останцовых холмогорьях, сложенных базальтами. В Южной части Среднедунайской равнины можно выделить два природных района: Нижнетисскую

равнину, которая представлена в северной Сербии (край Воеводина) и междуречье Савы и Дравы, включая так называемый Загребский бассейн в пределах Хорватии. Большая часть междуречья была в прошлом занята луговыми степями, а ныне распахана. Отдельные островные горы Фрушка-Гора (539 м), Папук (953 м) заняты дубово-буковыми лесами, при этом в нижних частях склонов гор сохранились участки луговых степей на типичных и выщелоченных черноземах.

Фрагменты луговых и разнотравно-злаковых степей можно наблюдать на неудобьях, связанных с археологическими объектами, склонами балок и холмов, а также на опушках и полянах сохранившихся порослевых лесов.

Северная часть Среднедунайской равнины представлена в Нижней Австрии (Вайнфиртель-Weinviertel) местностями Мархфельд (Marchfeld), Штайнфельд (Steinfeld) и котловиной озера Нейзидлер-Зе. На территории Словакии равнина представлена Нижне-Вагским Подунавьем (Западная Словакия) и Потисской равниной (Восточная Словакия).

Степи Альфельда. Венгрия

На территории Венгрии равнинные степные и лесостепные ландшафты наибольшее развитие получили в пределах Большой Среднедунайской низменности — Альфельда. Венгерская часть Альфельда занимает около 40 тыс. км². Западной границей Альфельда служит долина Дуная. К северу от Альфельда лежит Северо-Венгерское Среднегорье — отроги Западных Карпат. На северо-востоке и востоке Альфельд простирается до подошвы Карпат в Западной Украине и до Трансильванских гор в Румынии. На юге Альфельд продолжается на территории Сербии вплоть до Динарских Альп. Его плоская слабо расчлененная поверхность лишь на междуречье Тисы и Дуная, а также в верхней части бассейна р. Тисы достигает 150—200 м. Большая часть Альфельда лежит ниже 100 м над уровнем моря.

Большая Среднедунайская равнина находится на месте крупной межгорной впадины, складчатое основание которой сложено палеозойскими и мезозойскими осадочными, а также более древними кристаллическими породами. Поверх них залегают известняки, песчаники, пески, глины палеогена, миоцена и плиоцена. Более молодые отложения представлены озерными и аллювиальными песчано-глинистыми образованиями, лесами и эоловыми песками.

Климат Альфельда умеренный континентальный. Средняя температура июля составляет около 22 °С, января — от –2 до –4 °С при среднегодовой сумме осадков от 450 до 500 мм.

Основу почвенного покрова Альфельда составляют черноземы. Они широко распространены на лессовых отложениях, но встречаются и на других почвообразующих породах. Гумусовый горизонт венгерских черноземов достигает мощности 120—150 см, обладает комковатой структурой, имеет буровато-черную окраску и характеризуется слабощелочной или нейтральной реакцией. Характерной чертой альфельдских черноземов является нередко засоление нижней части почвенного профиля, что приводит к формированию разновидностей черноземных солонцеватых почв.

Характерной особенностью пониженных элементов рельефа в долинах Тисы и в Затисье (Хортобадь) является развитие засоленных почв (по-венгерски — «сики») — солонцы, солончаковые солонцы и солончаки.

Большая часть альфельдских равнин-плакоров развита на лессовых отложениях. Распашка плодородных черноземных почв лессовых равнин началась еще в бронзовом веке. В конце XIX в. практически все плакоры Альфельда были распашаны. От первичных степных растительных ассоциаций сохранились лишь отдельные пятна на межах. Свидетелями этих степей являются куртины адониса волжского. В прошлом здесь преобладали луговые степи южнорусского типа с дерновинными злаками (типчак, ковыль волосатик и др.) и зарослями степной вишни.

Характерные ландшафты венгерских степей — пушты — сохранились в виде отдельных фрагментов в составе национальных парков. На междуречье Дуная и Тисы степные участки с элементами традиционной аграрной культуры вошли в состав национального парка «Кишкуншаг». В Затисье (Тисантул) по обеим сторонам ручья Хортобадь — древнего русла Тисы, на месте обширной низменной степной равнины — типичной венгерской пушты, создан национальный парк «Хортобадь». Еще один степной национальный парк кластерного типа «Кереш-Марош» создан на юге Венгрии.

Характерной чертой современного сельскохозяйственного ландшафта венгерской пушты является довольно густая сеть поселений хуторского типа и разбросанных во многих местах изолированных ферм, которые по-венгерски называются «таня».

Пушта, или пуста (Puszta) — так в Венгрии называются обширные, безлесные, покрытые травой и кустарниками степные пространства, является аналогом настоящих причерноморских и приазовских степей, в которых развивалось пастбищное скотоводство.

Национальный парк «Хортобадь» (Hortobágyi) создан в 1973 г. В 1999 г. включен в список миро-

вого наследия ЮНЕСКО. В настоящее время — это самая крупная особо охраняемая природная территория Венгрии площадью 82 тыс. га. Парк расположен на одноименной низменности, находящейся к востоку от реки Тисы, охватывая часть Среднедунайской равнины (Альфельда), сложен главным образом аллювиальными песками. Преобладающие высоты Хортобади 85—95 м над уровнем моря, максимальная — холм Бюрек (Bürök-halon) — 105 м.

С запада местность Хортобадь ограничена рекой Тисой, с юга — равниной Надькуншаг, с востока — лессовой равниной Хайдушаг. Низменно-равнинный характер поверхности сформирован наводнениями реки Тисы. Ручей Хортобадь, протекающий по равнине, является реликтом древнего русла Тисы.

Ландшафт Хортобади — типичная венгерская пушта, с фрагментами естественных травянистых степей, солончаковыми равнинами, прудами. На севере национального парка сохранились дубово-кленовые леса и заросли кустарников, свидетельствующих о том, что эта часть Альфельда в прошлом представляла собой лесостепь.

Что касается происхождения ландшафта основной части Хортобади — солончаковой степной равнины, то ее формирование началось задолго до появления здесь скотоводческой культуры. В дальнейшем выпас животных, спрямление рек, строительство прудов, мелиоративные мероприятия — обусловили основные особенности современного ландшафта.

До XIII в. н. э. в Хортобади насчитывалось 12 деревень, которые были уничтожены с приходом монголо-татар, а затем турков. Названия этих деревень сохранились в современных названиях степных урочищ — Папедьхаза, Зам, Держ, Мата и др. Неотъемлемая часть ландшафта Хортобади — традиционные фермы, крестьянские хутора, сараи, колодцы-журавли.

Целью создания национального парка являлась охрана степной и околородной флоры и фауны затисской части Альфельда, сохранение традиционной культуры фермерства и земледелия, а также старых пород домашнего скота.

На пастбищах Хортобади основные объекты охраны и туризма — серый венгерский скот, венгерские лошади породы нониус, водяные буйволы, длиннорунные венгерские овцы (рачка) и местные козы (парлаги). В конце прошлого века к ним присоединились туроподобный крупный рогатый скот голландской селекции. При содействии Европейского Союза и Кельнского зоопарка в Хортобади создан один из самых крупных табунов лошадей Пржевальского.

Современные серые венгерские быки — это результат длительной селекции, благодаря которой была выведена уникальная степная порода крупного рогатого скота, приспособленная к круглогодичному выпасу и длительным переходам, в том числе на рынки Европы.

Лошади породы нониус были выведены в конце XVIII в. для австро-венгерской армии и стали популярными в кавалериях других стран. На конезаводе национального парка сохраняется генофонд этой породы. Существуют разнообразные аттракционы для туристов с элементами конной культуры и конных наездников — чикошей.

Венгерская порода овец рацка произошла от среднеазиатских овец, которые попали в Европу еще в IX в. От двух миллионов голов овец этой породы в 1970 г. в наше время сохранилось несколько тысяч. Главными чертами этой породы овец являются длинная кудрявая шерсть, закрученные рога и типичный черный или белый цвет.

В современном ландшафте Хортобади сохранились элементы неудачных мелиораций: заброшенные каналы и рисовые поля, привлекающие многочисленных водоплавающих птиц, большое количество погибающих деревьев, высаженных в щелочную почву. Все это стало неотъемлемой частью культурного наследия национального парка.

Природный комплекс национального парка Хортобадь содержит многочисленные свидетельства взаимодействия человека с местными ландшафтами и сохраняет уникальные черты биологического и ландшафтного разнообразия, характерного для западной оконечности степного пояса Евразии.

Национальный парк «Кишкуншаг» охватывает 7 охраняемых природных территорий, расположенных в регионе Южный Альфельд на междуречье Дуная и Тисы на площади 75,9 тыс. га. Название парк получил по имени исторической области Кишкуншаг (Малая Кумания — куны, куманы или половцы — кочевые пастушеские племена, осевшие в Альфельде в XIII в.). Парк основан в 1975 г., в 1999 г. объявлен биосферным резерватом ЮНЕСКО. Топоним «кун» широко представлен в современных географических названиях равнинной Венгрии.

Ландшафтное разнообразие национального парка составляют:

— бугристые пески Фюлепхаза — в прошлом антропогенная песчаная пустыня, разбитая многочисленными стадами скота, принадлежавшими куманам-половцам, ныне — бугристо-песчаная равнина, заросшая как естественным путем, так и с помощью лесомелиорации можжевельником, вязом, сосной, кленом;

— Верхне-Куншагские озера и озеро Колон — место гнездования и пролета многочисленных водоплавающих птиц;

— Шолтская низина — самое крупное в Венгрии скопление солончаковых озер и солонцовых степей;

— степные пастбища в окрестностях Апя со стадами серых венгерских быков;

— пастушеский комплекс Бугац с табунами венгерских лошадей и конными представлениями.

Основными туристическими объектами национального парка являются Бугацпуста, село времен Арпада и озеро Тешэрде.

Бугацпуста — это комплекс деревни-музея под открытым небом с коллекционными стадами домашних животных, музеем Пастуха и вольным выпасом венгерских лошадей.

В селе времен Арпада (IX—XII вв.) воссоздан жилой ансамбль — комплекс экспериментальной археологии, содержащей декорации раннесредневековых землянок, печей, пастушьих шалашей, колодцев и т. д.

Большую ценность представляют в Кишкуншаге естественные местообитания дрофы, стрепета, тиркушки, а также редких околотовных птиц: колпицы, серого журавля, ходулочника, шилок-лювки, белой цапли и др.

Национальный парк «Кереш-Марош» создан в 1997 г. Он охватывает 13 урочищ общей площадью 51 125 га в юго-восточной Венгрии от границы с Румынией до реки Тисы. Все урочища расположены на междуречье рек Кереш (на севере) и Марош (на юге). Большая часть охраняемых угодий связана с руслами, островами, пойменными лесами, лугами и болотами. Поэтому основными объектами охраны в парке являются околотовные и водные виды флоры и фауны.

Вместе с тем на территории парка созданы туристические центры, которые дают широкое представление о природе и культуре степей Евразии.

Вал Надьтатар представляет собой земляное укрепление, построенное в бронзовом веке (здесь находится единственное в Венгрии место обитания шалфея поникающего — типичного растения склоновых степей Восточной Европы до Предуралья).

В туристическом центре «Керешвельдь» созданы постоянная и временная выставки, а также экологические тропы, знакомящие с природой южной части Затисского края.

В туристическом центре Рехее расположен питомник европейской дрофы. На участках национального парка можно познакомиться с традиционными венгерскими породами сельскохозяйственных животных.

Степи Воеводины. Сербия

В пределах Сербии степи занимают преимущественно ее северную часть — Воеводину. Длительное хозяйственное освоение этой территории со времен Римской империи до наших дней привело к доминированию здесь антропогенных ландшафтов. Природные ландшафты охраняются в национальных природных парках и специальных природных резерватах.

Для равнин Сербии характерен умеренно континентальный климат. Зима здесь непродолжительная и не слишком холодная. Средняя температура января от -1 до -3 °С выше нуля, июля от $+22$ до $+24$ °С. Среднегодовая сумма осадков составляет около 550 мм. Зональными типами почв на междуречье Тисы и Дуная являются обыкновенные и типичные мощные черноземы на лесах. Признаки таких степей сохранились в обедненном виде на границе пахотных угодий и коренных склонов долины реки Тисы.

На левобережье Дуная, охватывая островной низкогорно-холмистый массив, расположен национальный парк «Фрушка-Гора». Он создан в 1960 г. на площади 25 393 га. Здесь преобладают лесные и лесостепные ландшафты. На склонах холмов встречаются участки богаторазнотравных луговых степей.

Другой национальный парк «Джердап» создан вдоль долины Дуная, охватывая скальные обрывы его правобережья в районе Железных Ворот и лесистые окраины прилежащего плато. На приречных выходах скал представлена петрофитно-степная растительность.

В провинции Воеводины Банат между Дунаем и западными отрогами Карпат расположен изолированный песчаный массив Делиблатская Пешчара. Он имеет форму эллипса, вытянутого с юго-востока на северо-запад на 35 км при ширине 11 км, и занимает общую площадь 34 829 га. Здесь в 2002 г. создан одноименный специальный природный резерват. Ландшафт Делиблатских песков — дюнная равнина, облесенная человеком за последние 200 лет. Свидетелями некогда степной природы этих песков остались незалеженные участки пастбищ.

Степная растительность Делиблатских песков носит псаммофитный характер и представлена такими видами, как ковыль Иоанна, ковыль перистый, бобовник, лук темно-пурпуровый, качим метельчатый, риндера зонтичная, пион узколистный, ирис сибирский, прострел луговой, брандушка разноцветная.

Своеобразным аналогом Делиблатских песков является Суботицка Пешчара на севере Сербии. Здесь также создан охраняемый ландшафтный резерват площадью 5369,9 га. Псаммофитная флора

представлена овсяницей бледноватой, ковылем Иоанна, безвременником песчаным. Обильны адонис весенний и прострел раскрытый.

Галофитные степи можно наблюдать в специальном природном резервате Слано Копово, площадью 976 га, который создан на севере Воеводины для охраны водно-болотных угодий.

Фрагменты разнотравно-злаковых лессовых степей на обыкновенных черноземах сохранились в специальном природном резервате Селевиниска Пустаре площадью 677 га.

Несколько специальных природных резерватов создано в Воеводине для охраны дрофы. Они охватывают, как правило, сенокосные и пастбищные угодья с регулируемым режимом хозяйственного пользования.

Индикаторами степной природы равнин Северной Сербии являются такие виды животных, как серый суслик, большой тушканчик, полевой лунь, пустельга, которые обитают в природных резерватах.

Важное значение для охраны степного биоразнообразия имеют бывшие оборонительные валы, созданные в I—III вв. н. э. вдоль границ Римской империи. Показательные участки таких валов сохранились в Воеводине к северу от г. Нови-Сада. На вершинах и склонах валов нашли убежище такие степные виды, как ковыль перистый, качим метельчатый, шалфей понижающийся, бобовник, вишня степная и др. Система оборонительных валов тянется по всей Среднедунайской равнине от Дуная, близ устья Тисы, на север и далее до Будапешта почти на 300 км. Ботаническое изучение этих уникальных рукотворных урочищ позволит дать более полное представление о первоначальной степной растительности Паннонии.

После посещения Римского Вала в окрестностях Нови-Сада экспедицией Института степи УрО РАН в июле 2013 г. сербскими ботаниками из Института охраны природы Воеводины были начаты исследования по изучению флоры, представленной на бывших земляных укреплениях — Римски Шанчеви (дословно с сербского — Римское укрепление) [6]. Исследованиями был охвачен земляной вал с примыкающим рвом на 24-километровом участке от населенного пункта Чуруг-Бачко Градиште до Пейчев и Салаша к северу от г. Нови-Сад. Римские укрепления были построены приграничными сарматскими племенами, которые находились на службе у Римского императора около 270 г. н. э. как часть фортификационной системы (Limes Sarmatiae), созданной для защиты Паннонской провинции Римской империи от других сарматских и германских племен с севера и востока.

По мнению сербских ботаников, после полного исчезновения «за последние 150 лет паннон-

ской (среднедунайской) степной среды, Римский вал сегодня является одним из самых лучших эталонных участков вторичной лессовой степной растительности как в Сербии, так и за ее пределами» [6].

Авторы приводят список наиболее важных видов сосудистых растений, обнаруженных при полевых исследованиях 2014 г., которые являются элементами исчезнувших степей Паннонии: адонис весенний, житняк гребневидный, живучка Лаксмана, лук темно-пурпуровый, кохия простертая, рогачка хреновидная, чертополох крючочковатый, василек придунайский, крепкоплодник сирийский, качим метельчатый, зверобой изящный, льнянка узколистная, марьянник бородчатый, вишня степная, миндаль низкий, лютик иллирийский, шалфей австрийский, крестовник крупнолистный, смолевка длинноцветковая, штернбергия безвременникоцветная, одуванчик поздний, тимелия обыкновенная, триния многоветвистая, барвинок травянистый, ветреница лесная, прострел луговой. Отмечено, что из этого списка 10 видов занесены в Национальную Красную книгу Сербии и 17 видов относятся к различным категориям списка Международного Союза охраны природы. Приведенные данные подтверждают наше предложение считать все следы древних и старых земляных сооружений Степной Евразии, ставшие неотъемлемой частью ландшафта, объектами не только культурного, но и природного наследия [3].

Степеподобные ландшафты Трансильвании. Румыния

На территории Румынии степи и степеподобные ландшафты представлены разнообразными вариантами. Можно выделить три основных ареала румынских степей.

На крайнем северо-западе вдоль границы с Венгрией представлены равнинные и предгорные ландшафты Среднедунайской равнины, большая часть которой расположена в Венгрии и частично в северной Сербии. Разнотравно-злаковые степи на черноземах полностью заняты агроландшафтами. Единственный участок черноземных степей на лессах сохранился на острове в долине реки Кереш на румыно-венгерской границе.

Второй ареал степных ландшафтов Румынии охватывает ее центральную часть. Это так называемые «степеподобные грассланды Трансильвании», которые являются реликтами позднего ледникового периода, избежавшими голоценового лесного вторжения [7; 8]. По этой причине южные склоны со смытыми карбонатными черноземами на глинистых и мергелистых субстратах служат убежищами для них. Здесь отмечены крайние западные пределы распространения та-

ких видов, как котовник украинский, головчатка уральская, василек русский, горичник крымский.

Близ города Клуж-Напока большой интерес представляют два урочища. Одно из них — урочище «Гробы» — представляет собой расчлененные и осложненные оползнями склоны, на которых отмечены ковыли: волосатик, узколистный, днепровский, красивейший, Лессинга, перистый (Иоанна), а также типчак, адонис весенний, хвойник двухколосковый, шалфей поникающий, овсец, бородач обыкновенный, молочай Сегье, колокольчик сибирский, вероника колосистая и др.

Второе урочище расположено на пологом склоне холма северной и северо-западной экспозиции. Здесь румынскими ботаниками выделен резерват степеподобных грассландов (аналог луговых разнотравно-злаковых степей Украины и Черноземного Центра России), где, по данным европейских исследователей [9], обнаружено самое высокое богатство видов на $0,1 \text{ м}^2$ (43 вида сосудистых растений) и на 1 м^2 (93 вида).

В пределах Трансильванского бассейна убежищем для степной растительности являются пастбищные участки. Именно здесь широкое распространение получили ковыль Лессинга, коровяк фиолетовый, кровохлебка малая, астрагал монпельский, лапчатка песчаная, тонконог гребенчатый, овсяница каменистая, бородач обыкновенный. При снижении пастбищной нагрузки или ее отсутствии наблюдается накопление войлока и снижение разнообразия видов. Участки без выпаса характеризуются доминированием ковыля красивейшего, дубровника обыкновенного, барвинка травянистого, вязеля пестрого.

В средней части Трансильванского бассейна в местах выхода соляных структур (солянокупольные ландшафты) встречаются участки галофитных степей, индикатором которых являются различные виды кермеков.

Степеподобные ландшафты в Трансильвании можно наблюдать на бывших военных полигонах (в том числе танкодромах), которые располагались на равнинах и пересеченных участках и не были освоены под сельхозкультуры. В настоящее время на бывших полигонах осуществляется выпас овец и крупного рогатого скота, что препятствует их залесению. Кроме того, во многих районах Центральной Румынии по специальной программе Европейского Союза ведется вырубка молодой поросли деревьев и кустарников с целью сохранения травяных пастбищ.

Третий ареал степных ландшафтов Румынии охватывает Нижнедунайскую равнину (исторический район Добруджа) и является западной окраиной единого пояса причерноморских степей. В доагрикультурный период здесь доминировали настоящие разнотравно-ковыльные, типчаково-

ковыльные степи с фрагментами полыньковых степей. Во флоре этих степей наблюдается примерно равновеликое сочетание понтических (причерноморских), средиземноморских, евросибирских и евроазиатских элементов, что свидетельствует о широких палеогеографических связях Нижнедунайской равнины как с основной частью евразийского степного пояса, так и с европейским Средиземноморьем.

В целом система степных особо охраняемых природных территорий Румынии имеет весьма интересные перспективы для развития. Сокращение пахотных угодий в зоне черноземных почв привело к появлению вторичных степей, где довольно быстро восстанавливается характерное степное биоразнообразие. В то же время незначительный до умеренного выпас разнообразного домашнего скота способствует поддержанию видового разнообразия на лугово-степных пастбищах Трансильвании, которые являются убежищем для многих типично степных видов.

Степи Нижней Австрии

В пределах Австрии в районе Мархфельда и Штайнфельда расположен крайний западный предел распространения степей Евразии. Зональный тип почв этой части Среднедунайской равнины — выщелоченные черноземы на лессах. В 1927 г. в Мархфельде был основан первый в Австрии государственный заповедник. В степях Мархфельда доминирующими видами являются ковыли перистый и волосатик, а также несколько видов мятлика. В районе Штайнфельда сохранились участки разнотравно-типчачково-ковыльных степей, которые являются единственными в Австрии плакорными степями, не подверженными распашке [10]. К этому следует добавить, что открытая степная равнина у Мархфельда в 1278 г. стала боевым полем сражений двух крупных конных армий богемского и венгерского королей, в котором участвовали воины многих стран, в том числе русские воины и куманы-половцы.

В 1993 г. на площади 35 тыс. га был создан национальный парк Нейзидлер-Зе-Зевинкель, включенный в список Всемирного наследия ЮНЕСКО. Кроме того, что этот национальный парк охватывает единственное крупное соленое озеро Центральной Европы, в его состав входят заповедные солонцовые и разнотравно-типчачково-ковыльные степи. Национальный парк Нейзидлер-Зе-Зевинкель граничит с венгерским национальным парком Ферге-Ханшаг, образуя единый трансграничный биосферный резерват.

Исследователь степей Австрии Х. Ретцер [11] попытался прояснить истории степей Паннонии и, в частности, района Мархфельд. По его мне-

нию, до XV в. шло интенсивное сельскохозяйственное освоение равнинных земель, которое сопровождалось вырубкой лесов. Однако уже в XV в. население стало сокращаться. Во время войн с Османской Империей и после эпидемий произошло массовое забрасывание пахотных земель. На этих землях стали создаваться поместья с обширными пастбищами, которые стали называться «Пушта» (Puszta), что и стало названием этого ландшафта. К середине XVIII в., по мнению Х. Ретцера, Паннонский регион был территорией, где сложилось комплексное полукочевое хозяйство. Затем овцеводство потеряло свое значение, а на смену пастбищному скотоводству пришло земледелие, сопровождавшееся ирригацией и лесомелиорацией. И только в местечке Мархфельд сохранились остатки степей, на которых в начале XX в. стали создаваться степные резерваты с популяциями перистого ковыля, занимавшими площадь около 150 га.

История степей Штайнфельда, по мнению Х. Ретцера, была иной. По его мнению, эта степь сформировалась на щебнистых почвах близ города Винер-Нойштадт. Щебень с твердыми известняковыми конкрециями неблагоприятен для произрастания древесной растительности. В связи с непригодностью этих земель для земледелия они использовались в качестве пастбищ. Но и в Штайнфельде бывшие степные территории были либо искусственно облесены, либо застроены. Степь площадью 2000 га сохранилась до наших дней преимущественно на территории военного полигона. Доминируют в этой степи ковыль шерстистостебельный и типчак.

Анализ распространения степной растительности в Венгрии (близ г. Будапешта), в Австрии (к югу от Вены) и в других районах, связанных с известняками, свидетельствует о том, что «эдафический фактор» способствовал сохранению генофонда типичных степных злаков и кустарников, которые при расширении пастбищ заселяли равнины.

В частности, Х. Ретцер [11] указывает целый ряд урочищ со склоновыми степями (овсец пустынный, ковыль шерстистостебельный, типчак, ирис низкий, терн колючий и др.) в разных районах Карпат, Герцинских гор и других местах Центральной Европы.

В Австрии с 1992 г. действует программа по сохранению степей по местообитаниям («Директива по охране природных местообитаний и дикой фауны и флоры»), проекты «Субпаннонская сухая злаковая степь» (Subpannonic Steppes on Loess) и «Паннонские степи на песках» (Pannonic Steppes on Sand). Параллельно ведется работа по сохранению местообитаний дрофы, стрепета,

полевого конька, авдотки, а также степных насекомых.

В заключение необходимо отметить, что придунайские степи в ландшафтном и геоботаническом отношении являются западным форпостом Степной Евразии, а их исследователи из стран Подунавья имеют постоянные контакты со степоведами России в рамках международных степных форумов Русского географического общества.

Статья подготовлена в рамках гранта Русского географического общества 2017–2018 гг. «Степная экспедиция РГО 2017–2018, посвященная Году Экологии в России» и проекта Института степи УрО РАН «Степи России: ландшафтно-экологические основы устойчивого развития, обоснование природоподобных технологий в условиях природных и антропогенных изменений окружающей среды» (№ ГР АААА-А17-117012610022-5).

Библиографический список

1. Чибилев А. А. Степная Евразия // Степи Северной Евразии: материалы седьмого междунар. симпоз. — Оренбург, 2015. — С. 31–32.
2. Чибилев А. А. Степная Евразия: региональный обзор природного разнообразия / А. А. Чибилев. Изд. 2-е, перераб. и доп. — Москва; Оренбург: Институт степи УрО РАН; РГО, 2017. — 324 с.
3. Чибилев А. А. Ландшафты степей Евразии как объект исторического степеведения // География и природные ресурсы. — 2009. — № 3. — С. 12–17.
4. Чибилев А. А., Богданов С. В. Наследие кочевнических империй в ландшафтах Северной Евразии // Вестн. РАН. — 2009. — Т. 79, № 9. — С. 823–830.
5. Чибилев А. А. Историческое степеведение как особая отрасль знаний // Проблемы геоэкологии и степеведения. — Екатеринбург: УрО РАН, 2010. — Т. II. — С. 17–25.
6. Перич Р., Панькович В., Стойшич В. Римски Шанчеви — важный участок среднедунайской лессовой степной флоры в Сербии (Воеводина) // Степи Северной Евразии: материалы VII междунар. симпоз. — Оренбург, 2015. — С. 73–78. — (на рус. и англ. яз.). — С. 75.
7. Illyes E., Bölöni J. (eds) Lejtösztyepepek, löszgyepek es erdősztyepepretek Magyarországon (Slope steppes, loess steppes and forest-steppe meadows in Hungary) [in Hungarian, with English summary]. Budapest, 2007. p. 236.
8. Kunes P., Pelankova B., Chytry M., Jankovska V., Pokorny P., Petr L. Interpretation of the last-glacial vegetation of eastern-central Europe using modern analogues from southern Siberia // Journal of biogeography. V. 35 (12), 2008. p. 2223–2236.
9. Ruprecht E., Szabo A., Enyedi M. Z., Dengler J. Steppe-like grasslands in Transylvania (Romania): characterization and influence of management on species diversity and composition. Tuexenia 29, 2009. p. 353–368.
10. Берг Х. М., Ройтцер Х., Зауберер Н., Степные ландшафты на западном рубеже // Степи Северной Евразии: материалы III Междунар. симпоз. — Оренбург, 2003. — С. 30–33.
11. Ретцер Х. Самая западная степь Евразии: История и перспективы использования травяных экосистем Нижней Австрии // Степной бюл. — 2002. — № 12. — С. 49.

THE MIDDLE DANUBE PLAIN AS THE WESTERN OUTPOST OF STEPPE EURASIA

A. A. Chibilev, Scientific leader, Institute of the Steppe of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (IS UB RAS), orensteppe@mail.ru, Orenburg, Russia.

References

1. Chibilev A. A. Stepnaja Evrazija [The Steppe Eurasia]. *Steppes of Northern Eurasia: Proc. of the seventh international symposium*. Orenburg, 2015. P. 31–32. [in Russian].
2. Chibilev A. A. Stepnaja Evrazija: regional'nyj obzor prirodnogo raznoobrazija [The Steppe Eurasia: regional review of the natural diversity] A. A. Chibilev. 2-nd edition, supplemented and revised. Moscow, Orenburg: Institute of Steppe of UB RAS, Russian Geographical Society. 2017. 324 p. [in Russian].
3. Chibilev A. A. Landshafty stepej Evrazii kak ob'ekt istoricheskogo stepevedenija [Eurasian steppe landscapes as the object of historical steppe science] *Geography and Natural Resources*. 2009. No. 3. P. 12–17. [in Russian].
4. Chibilev A. A., Bogdanov S. V. Nasledie kochevnicheskikh imperij v landshaftah Severnoj Evrazii [The nomad empires heritage in the Northern Eurasia landscapes] *Herald of the Russian Academy of Sciences*. 2009. Vol. 79, No. 9. P. 823–830. [in Russian].
5. Chibilev A. A. Istoricheskoe stepevedenie kak osobaja otrasl' znanij [The historical steppe science as a special branch of knowledge] *Problems of the geocology and the steppe science*. Yekaterinburg: Ural branch of RAS, 2010. Vol. 2. P. 17–25. [in Russian].
6. Perich P., Pankovich V., Stojshich V. Rimski Shanchevi — vazhnyj uchastok srednedunajskoj ljossovoj stepnoj flory v Serbii (Voevodina) [Rimski Shanchevi — an important site of the Middle Danube loess steppe flora in Serbia (Vojevodina)] *Steppes of Northern Eurasia: Proc. of the seventh international symposium*. Orenburg, 2015. P. 73–78. [in Russian and English].
7. Illyes E., Bölöni J. (eds) Lejtösztyepepek, löszgyepek es erdősztyepepretek Magyarországon (Slope steppes, loess steppes and forest-steppe meadows in Hungary) [in Hungarian, with English summary]. Budapest, 2007. P. 236.
8. Kunes P., Pelankova B., Chytry M., Jankovska V., Pokorny P., Petr L. Interpretation of the last-glacial vegetation of eastern-central Europe using modern analogues from southern Siberia. *Journal of biogeography*. Vol. 35 (12), 2008. p. 2223–2236.
9. Ruprecht E., Szabo A., Enyedi M. Z., Dengler J. Steppe-like grasslands in Transylvania (Romania): characterization and influence of management on species diversity and composition. *Tuexenia* 29, 2009. P. 353–368.
10. Berg Kh. M., Roetzer Kh., Zauberer N. Stepye landshafty na zapadnom rubezhe [Steppe landscapes in their western boundary] *Steppes of Northern Eurasia: the materials of the third international symposium*. Orenburg, 2003. P. 30–33. [in Russian].
11. Roetzer Kh. Samaja zapadnaja step' Evrazii: Istorija i perspektivy ispol'zovanija travjanyh jekosistem Nizhnej Avstrii [The westernmost steppe in Eurasia: history and prospects of grass ecosystems use in Lower Austria] *Steppe Bulletin*. 2002. No. 12. P. 49. [in Russian].

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ПОСТТЕХНОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ, СФОРМИРОВАННЫХ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТА СЕВЕРО-ВОСТОКА ЯКУТИИ

А. А. Петров, кандидат биологических наук,
старший научный сотрудник
НИИ прикладной экологии Севера СВФУ,
Petrov_Alexey@mail.ru,
Якутск, Россия

В статье описаны стадии первичного почвообразования в техногенных ландшафтах, сформированных при разработке месторождений золота и сурьмы Северо-Востока Республики Саха (Якутия). Объекты исследований расположены в зоне сплошного распространения многолетнемерзлых пород в условиях резкоконтинентального климата. В данной работе использована профильно-генетическая классификация почв техногенных ландшафтов, где таксоны соответствуют стадиям восстановления почвенного покрова. Согласно этой классификации почвенный покров техногенно нарушенных ландшафтов представлен классом биогенно-неразвитых почв, который представлен эмбриоземами инициальными и эмбриоземами органо-аккумулятивными. Также в статье рассчитаны темпы накопления органического вещества в молодых почвах. Дается сравнительная оценка скорости накопления органического вещества молодых почв Северо-Востока Якутии относительно техногенных ландшафтов с различными исходными грунтами и расположенных в различных климатических зонах.

The article describes the stages of primary soil formation in the technogenic landscapes formed during the development of gold and antimony deposits in the North-East of the Republic of Sakha (Yakutia). The sites for research are located in the zone of continuous distribution of permafrost. The climate is continental. In this work, the profile-genetic classification of the soils in technogenic landscapes was used, where taxa correspond to the stages of restoration of soil cover. According to this classification, the soil cover of technogenically damaged landscapes is represented by a class of biogenically undeveloped soils, which is represented by the initial and organo-accumulative embryozems. Furthermore, the article calculated the rate of accumulation of the organic matter in young soils. A comparative assessment of the rate of accumulation of the organic matter in young soils of the North-East of Yakutia is made with respect to technogenic landscapes with different initial soils and located in different climatic zones.

Ключевые слова: почвообразование, техногенный ландшафт, эмбриоземы, отвалы.

Keywords: soil formation, technogenic landscape, embryozems, dumps.

Введение. Исследования почвенного покрова были проведены на территории участка золотосурьмяного месторождения Сентачан Верхоянского района. Район исследований расположен в зоне сплошного распространения многолетнемерзлых пород, климат характеризуется как резко континентальный с продолжительной зимой и умеренно теплым коротким летом.

Методы и объекты. В работе применены общепринятые методы исследования почвенного покрова и профильно-генетическая классификация почв техногенных ландшафтов [1], где таксоны соответствуют стадиям восстановления почвенного покрова.

Объектами исследований являются отвалы вскрышных пород, образованных при разработке россыпных месторождений золота и добычи сурьмы шахтным способом. Высота отвалов достигает до 15—20 м, склоны имеют крутизну до 20—30°. Возраст отвалов составляет от 2 до 35 лет.

По классификации мерзлотных почв Еловской Л. Г. (1987) [2] зональными типами почв являются мерзлотные слаборазвитые (примитивные) каменистые и мерзлотные подбуры. Первые расположены на вершинах и верхних 1/3 склонах гор на горно-привершинном типе местности, которые ниже по рельефу на горно-склоновом типе местности, вышеуказанные типы почв постепенно сменяются на мерзлотные подбуры, которые сформированы на элювиальных и элюво-делювиальных отложениях. Эти почвы в районе исследования широко распространены и занимают значительную часть данной территории.

Результаты и обсуждение. Согласно профильно-генетической классификации почв техногенных ландшафтов [1] почвенный покров техногенно-нарушенных ландшафтов представлен классом биогенно-неразвитых почв, который представлен эмбриоземами инициальными и эмбриоземами органо-аккумулятивными.

Почвы этого класса формируются на рыхлых или грубообломочных породах или их смесях. Недостаточная развитость профиля почв обусловлена главным образом малой продолжительностью срока биопедогенного преобразования породы, под которой понимается комплекс процессов синтеза и последующей трансформации органического вещества и его

**Скорость накопления органического вещества
в молодых почвах посттехногенных ландшафтов различного происхождения**

Регион	Тип техногенного ландшафта	Скорость накопления $S_{\text{общ.}}$, % в год			Источник
		A_0	A	C	
Ленинградская область г. Ноябрьск Украина	Песчаный карьер	0,535	—	0,034	Абакумов, 2008
	Песчаный карьер	—	0,047	0,014	Коронатова, 2007
	Лессовые отвалы	—	0,061	—	Етревская и др., 1985
		—	0,163	0,004	
Урал	Буроугольные отвалы	0,384			Махонина, 1974
Красноярский край	Отвалы углеразреза	0,340			Полохин, 2010
Западный Донбасс	Отвалы сульфидных шахтных пород	0,160			Костенко, Опанасенко, 2005
Урал	Отвалы горнорудной промышленности	—	0,015	0,017	Махонина, 2004
Северный Урал	Отвалы бокситового рудника	0,015			Шилова, 1974
Урал	Отвалы железорудного месторождения	—	0,243	0,011	Махонина, Чибрик, Ужегова, 1976
		—	0,339	0,014	
		—	0,138	0,014	
Курская магнитная аномалия	Отвалы железорудного месторождения	—	0,138	0,014	Бурыкин, 1985
Западная Якутия	Отвалы алмазодобывающей промышленности	0,006 — 0,010			Петров, 2013
Северо-Западная Якутия	Отвалы золотодобывающей промышленности (месторождение Сентачан)	—	0,07	0,05	—

взаимодействия с минеральным субстратом [3]. С течением времени в толще таких пород формируются внутрипочвенные биоценозы, одновременно развиваются фитоценозы и сингенетичные с ними почвообразовательные процессы, которые в конечном счете приводят к формированию почвенного профиля с характерными для него генетическими горизонтами [3].

Тип: Эмбриоземы инициальные — представляют собой первую стадию развития класса биогенно-неразвитых почв, в этой стадии почвообразование сводится к накоплению пула микроорганизмов [4]. Важнейший морфологический признак этих почв — полное отсутствие биогенного горизонта. Растительность представлена единичными экземплярами рудеральной растительности. Эмбриоземы инициальные уплотнены и обладают супесчаным гранулометрическим составом. Реакция среды слабокислая (рН 5,6). Содержание общего углерода составляет 1,4 %, а общего углерода 0,04 %.

Тип: Эмбриоземы органо-аккумулятивные — представляют собой следующую стадию эволюционного развития эмбриоземов, почвообразование в этой стадии сводится к накоплению растительных остатков на поверхности.

Почвенный профиль по-прежнему не дифференцирован, но на поверхности накапливается слой неразложившейся подстилки. Раститель-

ность представлена как под травянистыми, так и под древесными растительными сообществами. Травянистый покров составляют сорно-рудеральные виды с незначительным участием злаковых и бобовых. Преобладают глубокостержнекорневые и корнеотпрысковые широколиственные растения, дающие значительную биомассу. Проективное покрытие травянистых видов колеблется от 60 до 100 %.

В профиле этих молодых почв не выделяют органогенных генетических горизонтов, но на поверхности накапливается слой из неразложившихся растительных остатков.

Эмбриоземы органо-аккумулятивные обладают песчаным или супесчаным гранулометрическим составом. Реакция среды этих молодых почв кислая или слабокислая (рН = 6,0—6,4). Содержание общего углерода небольшое и составляет 2,4 %.

В таблице представлены темпы накопления органического вещества в молодых почвах посттехногенных ландшафтов. Скорость накопления органического вещества в молодых почвах техногенных ландшафтов добычи золота и сурьмы в Северо-Восточной Якутии значительно уступает отвалам железорудной и угольной промышленности и опережает отвалы алмазодобывающей промышленности Западной Якутии, что обусловлено климатом и свойствами исходных пород почвообразования.

Заключение. Таким образом, в техногенных ландшафтах добычи золота и сурьмы в Северо-Восточной Якутии сформированы эмбриоземы инициальные и органо-аккумулятивные. Восстановление почвенного покрова находится в стадии накопления органического вещества. По скорости накопления органического вещества в техногенных ландшафтах Северо-Западной Якутии, в силу климата и свойств исходных грунтов, значительно ниже чем в техногенных ланд-

шафтах Кузбасса и Западной части России, но превышает скорость накопления органического вещества отвалов алмазодобычи в Западной Якутии.

Статья подготовлена в рамках выполнения Государственного задания Минобрнауки РФ № 5.8169.2017/БЧ на выполнение проекта «Исследование сукцессий экосистем Севера под воздействием антропогенных факторов»

Библиографический список

1. Курачев В. М., Андроханов В. А. Классификация почв техногенных ландшафтов / Курачев В. М., Андроханов В. А. // Сибирский экологический журнал. — 2002. — № 3. — С. 255—261.
2. Еловская Л. Г. Классификация и диагностика мерзлотных почв Якутии [текст] / Л. Г. Еловская. — Якутск: ЯФ СО АН СССР, 1987. — 172 с.
3. Гаджиев И. М., Курачев В. М. Генетические и экологические аспекты исследования и классификации почв техногенных ландшафтов / Гаджиев И. М., Курачев В. М. // Экология и рекультивация техногенных ландшафтов. — 1992. — С. 6—15.
4. Петров А. А. Особенности почвенно-восстановительных процессов в посттехногенных ландшафтах Западной Якутии: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Якутск. НИИПЭС СВФУ, Якутск, 2013. — 22 с.

RESTORATION OF SOILS OF POST-TECHNOGENIC LANDSCAPES FORMED DURING THE DEVELOPMENT OF GOLD DEPOSITS IN THE NORTH-EAST OF YAKUTIA

A. A. Petrov, Ph. D. (Biology), Senior Researcher of the Research Institute of Applied Ecology of the NEFU, Petrov_Alexey@mail.ru, Yakutsk, Russia

References

1. Kurachev V. M., Androkhanov V. A. Klassifikaciya pochv tekhnogen-nyh landshaftov [Soil classification of technogenic landscapes. *Siberian Journal of Ecology*]. 2002. No. 3. P. 255—261. [in Russian]
2. Elovskaya L. G. Klassifikaciya i diagnostika merzlotnyh pochv Yakutii [Classification and diagnostics of frozen soils of Yakutia]. Yakutsk, NP, Siberian Branch of the Academy of Sciences of the USSR, 1987. 172 p. [in Russian]
3. Gadzhiev I. M., Kurachev V. M. Geneticheskie i ehkologicheskie as-pekty issledovaniya i klassifikacii pochv tekhnogennyh landshaftov. *Ekologiya i rekul'tivaciya tekhnogennyh land-shaftov*. [Genetic and environmental aspects of the study and classification of soils of technogenic landscapes. *Ecology and recultivation of technogenic landscapes*]. 1992. P. 6—15. [in Russian]
4. Petrov A. A. Osobennosti pochvenno-vosstanovitel'nyh proces-sov v posttekhnogennyh landshaftah Zapadnoj Yakutii: *avtoref. dis. ... kand. biol. nauk* [Features of soil reduction processes in post-technogenic landscapes of Western Yakutia. *Thesis synopsis for PhD in Biology*]. Yakutsk. NIIPES NEFU, Yakutsk, 2013. 22 p. [in Russian]

ОСНОВНЫЕ ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ВЕРХНЕГО ТЕЧЕНИЯ Р. ЯНА

М. И. Ксенофонтова, кандидат географических наук, старший научный сотрудник Научно-исследовательского института прикладной экологии Севера СВФУ, ksemaria@mail.ru, Якутск, Россия

В статье приведены результаты гидрохимического мониторинга в бассейне верхнего течения р. Яна. На отдельных участках исследуемого водотока проводятся горнодобычные работы по освоению месторождений золота. Для водотоков бассейна р. Яна характерна очень мягкая вода с малой минерализацией и слабощелочной реакцией среды, состав воды преимущественно $\text{SO}_4\text{—Mg—Ca}$. В микроэлементном составе воды выделяются Mn, Cu и Fe общее. В среднем превышения нормативов предельно-допустимых концентраций для рыбохозяйственных целей по меди составляет 1,2 раз и по общему железу до 2,0 раз. Локальные участки бассейна р. Яна, подверженные техногенному воздействию, по сравнению с региональными фоновыми уровнями имеют высокие значения по Mn, Cu и Fe общему. На таких участках рек отмечается довольно высокое содержание взвешенных веществ, а также наблюдается замещения сульфата как доминирующего аниона и кальция как катиона хлоридами и натрием соответственно.

The article presents the results of hydrochemical monitoring in the upstream of the Yana River basin. Mining operations for the development of gold deposits are carried out in the selected areas of the studied watercourse. The watercourses of the Yana River basin are characterized by low salinity with a weak alkaline medium with very soft water, the composition of the water is mainly $\text{SO}_4\text{—Mg—Ca}$. In the trace element composition of the water, Mn, Cu and Fe are distinguished. On average, the excess of standards for maximum permissible concentrations for fishery purposes for copper is 1.2 times and for total iron up to 2.0 times. The local areas of the Yana River basin exposed to anthropogenic impact, as compared to regional background levels, have high Mn, Cu and Fe values. A relatively high content of suspended solids is noted in the sections of rivers with a technogenic load, and there is also a substitution of sulfate as the dominant anion and calcium as a cation with chlorides and sodium, respectively.

Ключевые слова: река Яна, гидрохимия, поверхностные воды, донные отложения, минерализация, состав воды.

Keywords: the Yana River, hydrochemistry, surface water, sediments, mineralization, composition of water.

Введение. Постоянный мониторинг качества поверхностных вод в бассейне р. Яна по гидрохимическим показателям осуществляется Якутским УГМС. Существующая сеть постов наблюдений подразделений Росгидромета за качеством поверхностных водных объектов организована, в основном, в 60—70-е годы XX века.

В настоящее время на этапе интенсивного промышленного освоения природных ресурсов и урбанизации бассейна р. Яна информационная эффективность государственной системы мониторинга признается недостаточной. В связи с этим ряд научно-исследовательских организаций проводят эпизодические исследования качества вод в бассейне р. Яна, кроме того на участках, подверженных интенсивным техногенным воздействиям, мониторинг осуществляют государственные контролирурующие органы.

Река Яна образуется при слиянии рек Дулгалаах и Сартанг, впадает в море Лаптевых. Длина реки 872 км, площадь водосбора 238 тыс. км², средний годовой расход воды в устье — 1000 м³/с. Название реки имеет эвено-эвенкийское происхождение: йэнэ — большая река. Водосбор реки сложен в основном трудновыщелачиваемыми породами возраста перми, триаса и юры (песчаниками, сланцами, алевролитами и т. д.). Верховья Яны (реки Дулгалаах и Сартанг) имеют горный характер. После выхода в Верхоянскую впадину Яна протекает в широкой долине и приобретает равнинный характер. Русло реки до впадения Адычи узкое, острова и отмели встречаются крайне редко. Река сильно меандрирует, в долине наблюдается множество старичных озер. Ниже впадения р. Адыча водность Яны резко увеличивается. Появляются многочисленные острова, мелкие протоки и галечные отмели. По классификации М. И. Львовича на р. Яна наблюдается смешанный тип питания с преобладанием дождевого [1].

По литературным данным речные воды Яны имеют малую минерализацию (до 89,3 мг/дм³), относятся к гидрокарбонатному типу группы кальция. В летний период вода очень мягкая, в зимнюю межень — мягкая. Величина pH воды на всем протяжении реки изменяется в течение года от 6,60 до 7,80, чаще же она составляет 6,80—7,40. Содержание биогенных элементов незначительно. Кислородный режим удовлетворительный. К наиболее загрязняющим веществам относятся легко- и трудноокисляемые (по БПК₅ и ХПК) органические вещества, соединения меди, железа и фенолы [2].

Материалы и методика. Научно-исследовательский институт прикладной экологии Севера СВФУ в рамках государственного задания Министерства образования и науки РФ с 2015 по 2017 г. проводил комплексные экологические исследования в бассейне верхнего течения р. Яна. В данной статье

приводятся результаты гидрохимических исследований, проведенных в бассейне верхнего течения р. Яна. Всего отобрано 20 проб поверхностных вод и донных отложений в период летне-осенней межени.

Химико-аналитические работы проведены в лаборатории физико-химических методов анализа НИИПЭС СВФУ методами капиллярного электрофореза, атомно-абсорбционной спектроскопии, флуориметрии, титриметрии, потенциометрии, гравиметрии.

В период 2015–2017 гг. гидрохимическое опробование охватывает участки притоков р. Яна, подверженных техногенному воздействию в связи с добычей россыпного месторождения золота. Результаты гидрохимических исследований приведены в табл. 1.

Результаты и обсуждение. В период исследования вода р. *Сартанг* на участке слияния с р. Дулгалах очень мягкая и отличается малой минерализацией (до 30,0 мг/дм³) с нейтральной средой. Состав воды р. Сартанг по классификации Алекина О. А. (1953) [3] преимущественно SO₄—Mg—Ca. Превышения нормативов предельно-допустимых концентраций для рыбохозяйственных целей (далее ПДК_{вр}) выявлено по Mn и Fe_{общ} до 1,9 и 1,3 раз соответственно.

Река *Дулгалах* также характеризуется очень мягкой водой с малой минерализацией (до 37,2 мг/дм³) и нейтральной средой. Состав воды

SO₄—Mg—Ca. Превышения нормативов ПДК_{вр} зафиксированы по марганцу до 1,3 раз и общему железу до 6,9 раз.

Вода р. *Яна* на участке выше и ниже г. Верхоянск имеет малую минерализацию до 35,9 мг/дм³ с нейтральной средой. Состав воды преимущественно SO₄—Mg—Ca. Превышений нормативов ПДК_{вр} по изученным гидрохимическим показателям не выявлено.

Исследованная вода р. Яна на участке выше и ниже п. Батагай характеризуется малой минерализацией с нейтральной средой. В ионном составе воды доминируют SO₄—Mg—Ca. Превышения нормативов ПДК_{вр} в воде р. Яна выявлены по следующим показателям:

— р. Яна выше п. Батагай — Mn до 1,2 раз, Fe до 10,0 раз;

— протока р. Янау п. Батагай — Fe 4,8 раз;

— р. Яна ниже п. Батагай, превышений нормативов ПДК_{вр} не выявлено.

Участок р. Яна выше и ниже впадения р. Адыча характеризуется малой минерализацией до 36,3 мг/дм³. Среда воды нейтральная с очень мягкой водой, состав преимущественно SO₄—Ca—Mg. Превышения нормативов ПДК_{вр} отмечены по Fe до 1,6 раз на участке выше устья р. Адыча.

В бассейне р. Адыча исследованы несколько участков, в том числе 4 ее притока — реки Сентачан, Соревнование, Нельгесе, Чаркы.

Река Адыча — является правым притоком р. Яна. Длина реки составляет 715 км. Площадь бассейна — 89,8 тыс. км². Исток реки находится на южных склонах хребта Боронг на высоте 1815 м. На первых 15 км отметки уровня воды снижаются до 1150 м. В верховьях реки течет в глубоком каньоне со скальными стенками высотой 100–120 м, огибая слева хребет Нендельгинский. Ниже следует чередование широких (до 2 км) и узких (150–200 м) участков долины с крутыми каменистыми склонами.

На химический состав воды р. Адыча, которая до впадения р. Сентачан характеризуется как гидрокарбонатно-магниева, оказывают влияние воды ее притоков (рис. 1), в бассейнах которых ведутся горные работы по добыче месторождений полезных ископаемых (р. Сентачан, руч. Соревнование).

Вода р. Адыча после впадения р. Соревнование остается маломинерализованной со слабощелочной средой, очень мягкая. Состав воды преимущественно HCO₃—SO₄—Mg—Ca. Превышения нормативов ПДК_{вр} в воде р. Адыча ниже впадения р. Соревнование не выявлено. Вода р. Адыча выше устья р. Нельгесе очень мягкая и имеет низкую минерализацию со слабощелочной

Таблица 1

Основные показатели регионального фона гидрохимических параметров бассейна р. Яна

Показатели	Max	Min	Региональный фон (n = 50)
Сумма минеральных веществ, мг/дм ³	75,1	20,8	33,0
Водородный показатель, pH	7,9	7,3	7,6
Жесткость, мг-экв/л	0,9	0,1	0,3
Взвешенные вещества, мг/дм ³	365	2,0	42,2
Ca ²⁺	7,1	1,2	4,0
Mg ²⁺	9,2	0,5	1,7
Na ⁺	2,5	<0,5	0,9
K ⁺	2,1	<0,5	0,9
HCO ₃ ⁻	42,7	6,1	6,7
Cl ⁻	14,9	<0,5	1,1
SO ₄ ²⁻	51,9	3,9	15,5
NO ₃ ⁻	1,0	<0,2	1,0
Mn	0,019	0,004	0,007
Cu	0,002	<0,001	0,0012
Fe общ	1,02	<0,05	0,20

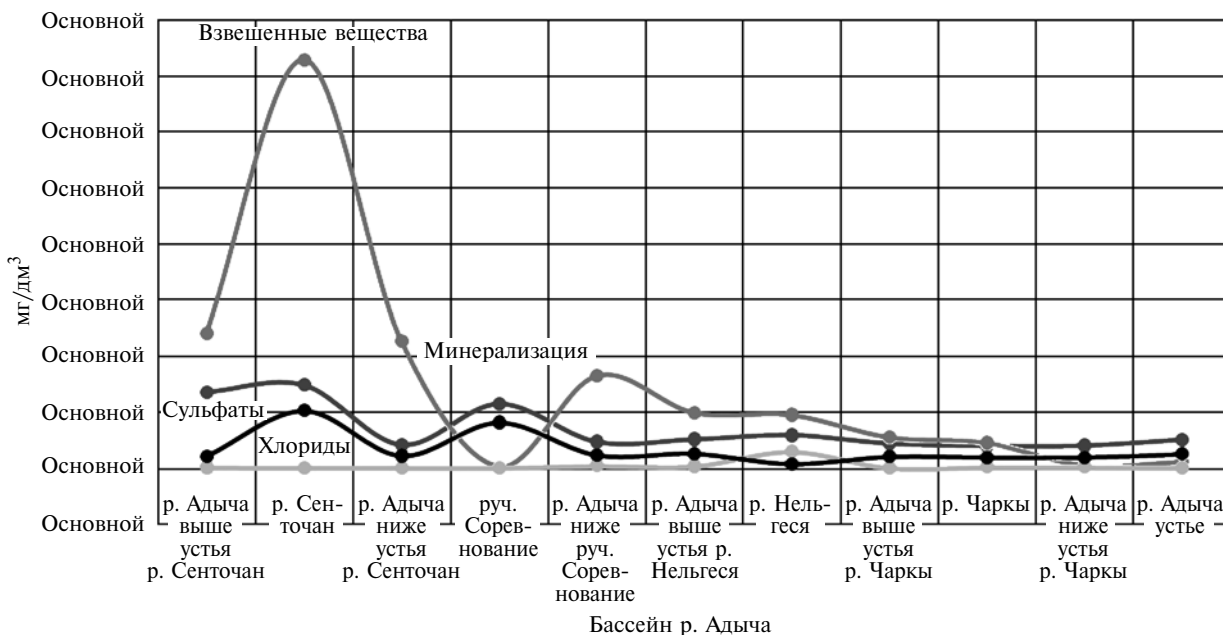


Рис. 1. Изменения содержания некоторых показателей в воде бассейна р. Адыча

средой. В анионном составе воды доминируют SO_4 и HCO_3 , а в катионном — Ca и Mg . Превышения нормативов ПДК_{вр} отмечаются только по общему железу до 5,7 раз.

Река Адыча на участке выше и ниже устья р. Чаркы характеризуется также очень мягкой водой с малой минерализацией и слабощелочной средой. Состав воды р. Адыча по классификации Алекина О. А. преимущественно $\text{HCO}_3\text{—SO}_4\text{—Mg—Ca}$. Превышения нормативов ПДК_{вр} выявлено по марганцу до 1,4 раз в точке наблюдения ниже устья р. Чаркы. Остальные показатели находятся в пределах нормативов ПДК_{вр} или ниже предела обнаружения анализа.

Река Чаркы — правый приток р. Адыча — в период исследования обладает очень мягкой водой с малой минерализацией и слабощелочной средой. Содержание взвешенных веществ составляет 23,0 мг/дм³. Состав воды р. Чаркы преимущественно $\text{HCO}_3\text{—SO}_4\text{—Ca}$. Превышений нормативов ПДК_{вр} по изученным гидрохимическим показателям не выявлено.

Кроме фоновых участков бассейна верхнего течения р. Яна исследованы 2 локальных участка, где ведется добыча россыпного месторождения золота «Лазо» и «Сенточан». Характеристика химического состава вод представлена ниже.

Участок «Лазо». Вода р. Нельгеся очень мягкая и имеет малую минерализацию со слабощелочной средой. Концентрация взвешенных веществ достигает 48,0 мг/дм³. Состав воды р. Нельгеся отличается хлоридно-кальциево-магниевым составом за счет увеличения доли хлоридов и нат-

рия. Превышения нормативов ПДК_{вр} до 2,0 раз зафиксировано в воде р. Нельгеся только по меди.

Участок «Сенточан». Вода р. Сенточан имеет малую минерализацию со слабощелочной средой, также очень мягкая. Отмечается очень высокое содержание взвешенных веществ, достигающее 365 мг/дм³, что выше в среднем в 2 раза, чем в воде р. Адыча. Состав воды преимущественно сульфатно-кальциево-магниевый. Превышение нормативов ПДК_{вр} выявлено по марганцу — до 1,4 раз, по меди — до 2,0 раз и общему железу — до 7,7 раз.

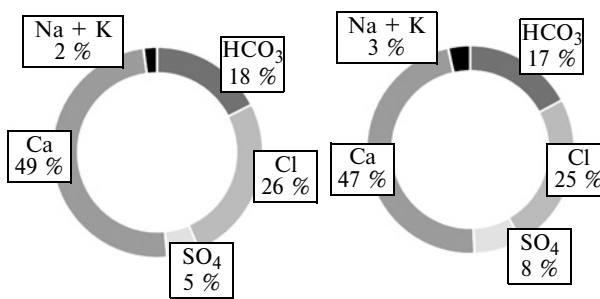
Для оценки качества исследованных вод верховья бассейна р. Яна был рассчитан удельный комбинаторный индекс загрязненности вод (УКИЗВ). Это относительный комплексный показатель степени загрязненности поверхностных вод, который в виде безразмерного числа условно показывает долю загрязняющего эффекта, вносимого в общую степень загрязненности воды, обусловленную одновременным присутствием ряда загрязняющих веществ, в среднем одним из учтенных при расчете комбинаторного индекса ингредиентов и показателей качества воды. Он позволяет проводить сравнение степени загрязненности воды в различных створах и пунктах (РД 52.24.643—2002) [4]. Результаты расчета УКИЗВ представлены в табл. 2.

Характерным загрязняющим веществом в водах рр. Яна и Адыча является общее железо, на отдельных участках — марганец. Возможно, высокие концентрации этих показателей связаны с высоким уровнем воды в период отбора проб.

Донные отложения поверхностных водотоков традиционно используются в качестве экологического индикатора для выявления состава, интенсивности и масштабов техногенного загрязнения. Известно, что русловые отложения как наиболее важный компонент аллювиальных ландшафтов выступают в роли конечного звена всей общей системы сопряжений, объединяющей в себе и геологическую среду, и все составные элементы современных экосистем, включая почвы, природные воды, растительность и атмосферные осадки [5].

Водородный показатель pH исследованных донных отложений варьирует в пределах от 5,8 до 7,2, что соответствует слабокислой и нейтральной среде. По усредненным данным водной вытяжки в ионном составе донных отложений изученных водотоков доминируют хлориды, гидрокарбонаты и кальций (рис. 2).

Для поверхностных водотоков, находящихся в верховьях бассейна р. Яна, рассчитан локальный геохимический фон подвижных форм по цинку, меди, марганцу и свинцу, экстрагированных 1 N азотной кислотой ($n = 20$). Донные отложения изученных водотоков по рассчитанным коэффициентам концентрации (Кк) отличаются прояв-



Нижнее течение р. Адыча Верховья бассейна р. Яна

Рис. 2. Ионный состав исследованных донных отложений

лением повышенных относительно локального геохимического фона концентраций ряда химических элементов. По значениям коэффициентов концентрации построены микроэлементные накопительные ряды, характеризующие состав донных отложений изученных водных объектов (табл. 3), за исключением точек отбора проб, где превышений не зафиксировано.

Выявлено, что наибольшим спектром ряда накопления обладают донные отложения нижнего течения р. Адыча. В р. Сентачан отмечаются относительно высокие коэффициенты накопления меди, цинка и марганца. В остальных пунктах наблюдения превышений значений локального фона не зафиксировано.

Заключение. Для водотоков верховья р. Яна характерна очень мягкая вода с малой минерализацией и слабощелочной средой. Концентрация взвешенных веществ в среднем достигает 42 мг/дм³. Состав воды преимущественно сульфатно-магниево-кальциевый.

В микроэлементном составе воды в водотоках бассейна р. Яна выделяются марганец, медь и общее железо. В среднем превышение нормативов ПДК_{вр} по меди составляет 1,2 раз и по общему железу до 2,0 раз. Максимальное превышение ПДК_{вр} по марганцу составляет 1,9 раз, по меди — до 2,0 раз, по общему железу — до 10 раз.

По сравнению с региональными фоновыми уровнями бассейна р. Яна локальные участки, подверженные техногенному воздействию, имеют высокие значения по марганцу, меди и общему железу. На таких участках рек отмечается довольно высокое содержание взвешенных веществ, а также наблюдается замещение сульфата как доминирующего аниона и кальция как катиона хлоридами и натрием соответственно.

Статья подготовлена в рамках выполнения Государственного задания Минобрнауки РФ № 5.8169.2017/БЧ на выполнение проекта «Исследование сукцессий экосистем Севера под воздействием антропогенных факторов».

Таблица 2
Расчет удельного комбинаторного индекса загрязненности вод

Водоток	УКИЗВ	Характеристика состояния загрязненности воды
р. Яна — верховье	0,83	2-й класс разряд «слабозагрязненная»
р. Адыча — нижнее течение	0,92	2-й класс разряд «слабозагрязненная»

Таблица 3
Геохимическая характеристика донных отложений исследованных водотоков

Точка наблюдения	Ряды накопления
нижнее течение р. Адыча	
T-1 — р. Адыча, выше устья р. Сентачан	Zn _{1,9} → Cu _{1,8} → Mn _{1,7}
T-2 — р. Сентачан выше устья	Cu _{2,4} → Zn _{2,3} → Mn _{1,8}
T-3 — р. Адыча, ниже устья р. Сентачан	Zn _{2,3}
T-4 — руч. Соревнование, выше устья	Cu _{1,7} → Zn _{1,6}
T-5 — р. Адыча, ниже устья руч. Соревнование	Cu _{1,6}
T-6 — р. Адыча, выше устья р. Нельгеса	(Cu-Mn) _{1,6} → Zn _{1,5}

Библиографический список

1. Алекин О. А. Основы гидрохимии. — Л.: Гидрометеиздат, 1953.
2. Аржакова С. К., Жирков И. И., Кусатов К. И., Андросов И. М. Реки и озера Якутии. — Якутск: Бичик, 2007. — 136 с.
3. Ресурсы поверхностных вод СССР: Гидрологическая изученность. Т. 17. Лено-Индигирский район. — Л.: Гидрометеиздат, 1974.
4. РД 52.24.643—2002. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям. — Ростов на Дону, 2002.
5. Ягнышев Б. С., Ягнышева Т. А., Зинчук М. Н., Легостаева Я. Б. Экология Западной Якутии (геохимия геосистем: состояние и проблемы). — Якутск: Изд-во ЯНЦ СО РАН, 2005. — С. 432.

MAIN HYDRO-CHEMICAL PARAMETERS OF SURFACE WATERS OF THE UPPER FLOW OF THE YANA RIVER

M. I. Ksenofontova, Ph. D. (Geography), Senior Researcher, Research Institute of Applied Ecology of the North, M. K. Ammosov North-Eastern Federal University, ksemaria@mail.ru, Yakutsk, Russia

References

1. Alekin O. A. Osnovygidrohimii. [Basics of hydrochemistry]. Leningrad, Hydrometeizdat, 1953. [in Russian]
2. Arzhakova S. K., Zhirkov I. I., Kusatov K. I., Androsov I. M. Reki i ozeraYakutii [Rivers and lakes of Yakutia]. Yakutsk, Bichik, 2007. P. 136. [in Russian]
3. Resursypoverhnostnyhvod SSSR Gidrologicheskayaizuchennost. T. 17. Leno-Indigirskijrajon. [Surface water resources of the USSR: Hydrological study. V. 17. Leno-Indigirsky District]. Leningrad, Gidrometeoizdat, 1974. [in Russian]
4. RD 52 24 643—2002 Metod kompleksnoj ocenki stepeni zagryaznennosti poverhnostnyh vod po gidrohimicheskim pokazatelyam [The method of integrated assessment of the degree of contamination of surface water by hydrochemical parameters]. Rostov na Donu, 2002. [in Russian]
5. Yagnyshev B. S., Yagnysheva T. A., Zinchuk M. N., Legostaeva Ya. B. Ekologiya Zapadnoj Yakutii geohimiya geosistem sostoyanie i problem [Ecology of Western Yakutia (geochemistry of geosystems: state and problems)]. Yakutsk: Izd-vo YANC SO RAN, 2005. P. 432. [in Russian]

ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОБЛЕМЫ ВЫБОРА УЧАСТКОВ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ЗАВОДОВ СПГ НА ПОБЕРЕЖЬЕ ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ МОРЕЙ

В. В. Афанасьев, кандидат географических наук, заведующий лабораторией береговых геосистем, Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, e-mail: vvasand@mail.ru, г. Южно-Сахалинск (Россия)

Рассматриваются результаты оценки технологической безопасности и воздействий на окружающую среду действующих и проектируемых заводов СПГ на побережье дальневосточных морей. Показан высокий уровень угроз водным биологическим ресурсам при производстве дноуглубительных работ. Используемые модели для определения характера переноса и осаждения взвешенных наносов не позволяют объективно оценить особенности осадконакопления данного типа в акваториях. Сделан вывод о необходимости детальных исследований площадки завода СПГ в зал. Де-Кастри на предмет исключения наличия глубинной суффозии по вулканическим туфам с образованием неоднородностей плотности и пустот.

The results of the assessment of technological safety and environmental impacts of existing and projected LNG plants along the coastlines of the Far Eastern seas are considered. A high level of threats to aquatic biological resources during dredging operations is shown. The models, used to determine the nature of transport and sedimentation of the suspended sediments, do not allow us to make an unbiased assessment of the features of sedimentation of a given type in water areas. The conclusion was drawn on the need for detailed studies of the site of the LNG plant in the De-Kastri Gulf for the exclusion of the presence of depth suffusion on volcanic tuffs with the formation of non-homogeneities of density and voids.

Ключевые слова: завод СПГ, дноуглубление, дампинг, глубинная суффозия, размыв берегов.

Keywords: LNG plant, dredging, dumping, depth suffusion, coastal erosion.

Введение. Государственная энергетическая стратегия предусматривает наращивание доли России на мировом рынке СПГ с 5 % в настоящее время до 12 % к 2035 г. Учитывая тенденции развития рынка, это станет возможным за счет увеличения масштабов производства СПГ примерно в 5 раз, до 55 млн т/г [1]. Все крупные российские СПГ-проекты ориентированы на экспорт, что объективно повышает уровень требований к экологической безопасности проектов. Однако специфика геопро пространственного положения объектов СПГ существенно усложняет эту задачу. В первую очередь речь идет о том, что заводы СПГ расположены на побережье, а конструкции, с которых производится отгрузка, находятся непосредственно в высокоэнергетической береговой зоне. Не менее важен тот факт, что в перспективе значительная часть проектов будет реализовываться в высоких широтах. В регионах, где механизмы морфолитодинамики береговой зоны изучены слабо [2].

Объектом данного исследования являются проекты заводов СПГ, планируемые к реализации. На примере первого в России построенного завода СПГ в заливе Анива анализируются экологические риски строительства в береговой зоне. Также в представленной работе рассмотрены некоторые вопросы обоснования выбора безопасных площадок для строительства объектов инфраструктуры объектов СПГ.

Результаты и обсуждение

Первый в России завод по производству сжиженного природного газа (СПГ) построен в 2005–2009 гг. на побережье залива Анива в южной части о-ва Сахалин. Основные производственные мощности расположены на 10-метровой морской цокольной террасе. Морская часть завода представлена 850-метровым причалом отгрузки СПГ эстакадного типа и подводным нефтепроводом протяженностью 4,2 км с терминалом отгрузки нефти (рис. 1).

Для обеспечения навигационных глубин были проведены дноуглубительные работы в объеме, превышающем 1,5 млн м³.

Традиционные для побережий проблемы, связанные с разрушением морских берегов, заводу не угрожают. Даже несмотря на то что за один шторм осени 2017 г. было разрушено 4–7 м берегового уступа, сложенного аргиллитами.

Основные проблемы проекта связаны с воздействием на водные биологические ресурсы (ВБР). В результате того что особенности минерального состава извлекаемых при дноуглублении твердых пород (а это были в основном разрушаемые алевриты) не были учтены, площадь губительного воздейст-



Рис. 1. Завод СПГ «Пригородное» (фото автора)

вия на донные организмы в результате перекрытия поверхности дна рыхлыми осадками оказалась в сотни раз выше расчетной [3]. Фактические данные о динамике осадков диаметрально противоположны результатам моделирования осаждения и распределения грунта в зоне дампинга. Следует также отметить, что в районе дампинга скорости течений в придонном слое нередко достигают значений 23 см/с [4], что дает возможность мобилизации и переноса более 40 % сброшенного грунта.

Мониторинговые работы, выполненные Сахалинским научно-исследовательским институтом рыбного хозяйства и океанографии по соглашению с производителем дноуглубительных работ компанией CTSD Ltd., недостаточно обоснованы методически и поэтому выводы о естественной, не связанной со сбросом в залив около 2-х млн м³ грунта, смене поясного вертикального распределения донных сообществ мозаичным распределением не представляются достаточно обоснованными [5, 6]. Последние данные мониторинговых работ подтверждают продолжающееся до сих пор угнетение донных организмов в зал. Анива. Так, например, современное состояние ресурсов приморского гребешка в зал. Анива можно обозначить одним словом — деградация [7]. Общая биомасса гребешка в заливе в настоящее время находится на уровне исторического минимума. С 2006 г. его численность сократилась более чем в два с половиной раза.

Матричная математическая модель эколого-планировочного решения, позволяющая ее авторам утверждать об экологической допустимости выбора места размещения СПГ-Владивосток, также не учитывает особенности пород, слагающих

подводный береговой склон, и последствия динамики огромных объемов наносов алеврито-пелитовых фракций, которые будут сформированы в результате дноуглубления и дампинга грунта [8].

Исследования, проведенные нами на полуострове Ломоносова в районе бухты Перевозной Хасанского района Приморского края, где планируется строительство завода СПГ, показали, что залив Петра Великого обязательно столкнется с подобным воздействием. На береговом склоне, где планируются строительство отгрузочного терминала и дноуглубительные работы, нами были обнаружены глины, легко размокаемые в морской воде (рис. 2).

Таким образом, очевидно, что масштабные дноуглубительные работы определяют основные экологические риски при строительстве заводов СПГ на побережье. В некоторых случаях даже делаются попытки уменьшить эти риски. Так,



Рис. 2. Глинистый бенч с 30 см пластом каменного угля. Валунная отмостка сформирована при размыве оползневых отложений в волноприбойной зоне (фото автора)



Рис. 3. Отмель Флора (Flora bank) во время прилива. На переднем плане о. Китсон Айлет, на заднем плане о. Лилу (фото автора)

например, положение морского терминала отгрузки завода СПГ Pacific Northwest в устье р. Скины (Британская Колумбия) пересматривалось несколько раз, главным образом, с целью уменьшения объема дноуглубительных работ. В самом последнем варианте дноуглубление с выемкой 790 000 м³ грунта будет выполняться на площади около 54 000 м². Авторы проекта утверждают о минимальных воздействиях и рисках для окружающей среды и биоты эстуарной зоны р. Скина. Увы, также как и в первых двух случаях только на основе результатов численного моделирования [10]. А в качестве подтверждения низкого уровня энергетических параметров береговой зоны приводится наблюдаемая стабильность отмели Флора (Flora bank) (рис. 3).

К сожалению, не все так просто. Литодинамический анализ донных осадков свидетельствует о высокой уязвимости данной береговой морфолитосистемы к любым воздействиям. Уникальный тип осадка, более грубый и лучше отсортированный, чем любые другие наносы, найденные в регионе, предполагает, что процессы, действующие на берег, весьма специфичны и препятствуют осаждению более мелких и плохо сортированных осадков, которые бы здесь наблюдались в случае низкой энергетики береговой зоны [11].

Исследования, проведенные нами в проливе Невельского (Сахалин—Материк), показали, что вдольбереговые перемещения наносов в проливной системе в 10—20 раз превышают расчетные значения переноса осадков по различным методикам. Подсчет объема наносов в аккумулятивной форме заполнения входящего угла после строительства дамбы в 1952 г. дал среднесуточную скорость накопления наносов в 1,5 млн м³ в год, что на порядок выше максимальных расчетных значений [12]. Следует отметить, что в проекте

Pacific Northwest вообще не рассматриваются возможные изменения литодинамической ситуации в результате перестройки донного рельефа, прибрежной циркуляции и дополнительных объемов твердого стока с нарушенными наземным трубопроводом участков. Что весьма неадекватно в условиях шестиметровых приливов и соответствующих скоростей течений. Кроме того, в районе острова Китсон (Kitson Island) в береговом уступе нами были обнаружены легко разрушаемые в морской воде алевролиты. Можно предположить возможность их нахождения и в зоне дноуглубления.

Иного свойства ситуация с проектом завода СПГ в районе полуострова Клыквова (Де-Кастри). В береговом уступе сопредельного участка, на площадке нефтеотгрузочного терминала Де-Кастри трубопроводной системы Сахалин-материк ранее нами были обнаружены водопроявления, свидетельствующие о глубинной суффозии по вулканическим туфам с образованием неоднородностей плотности и пустот [13]. Кроме того, в 2-х наблюдательных скважинах на территории терминала отмечалось изменение состава подземных вод в рамках приливо-отливных циклов. Глубинная суффозия относится к категории опасных геологических процессов, приводящих к ослаблению пород в основании сооружений и коммуникаций. Район находится в девятибалльной сейсмоактивной зоне и при сейсмособытиях нагрузки на грунты вырастают на порядки. Учитывая, что на территории терминала может одновременно находиться около двухсот тысяч тонн нефти, примерно столько же, сколько в печально известном танкере Exxon Valdez, последствия для биоты Татарского пролива и сопредельных акваторий в случае аварии могут быть катастрофическими. Исходя из вышеуказанных соображений, нами был

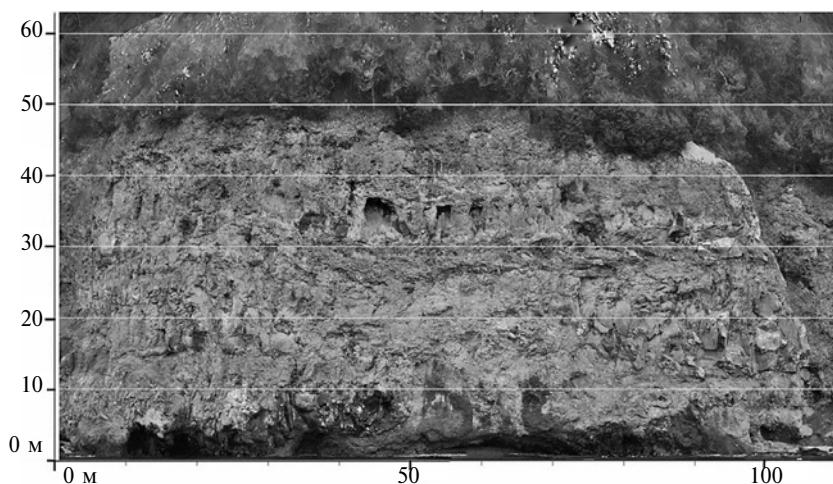


Рис. 4. Ортофотоплан берегового уступа м. Алексеева зал. Де-Кастри

исследован береговой уступ, ограничивающий с юга и востока площадку планируемого строительства завода СПГ и прилегающие территории.

Современный геолого-геоморфологический облик участка определен формированием в миоцене серий эффузивных образований и последующей их экзогенной переработкой. За последние 6 тыс. лет в результате разрушения берегового уступа высотой до 160 м сформировался бенч шириной до 100 м.

Выявление водопроявлений по туфам, контактам и дизъюнктивам, являющихся индикаторами возможной суффозии по этим зонам, включало изучение гидрогеологических характеристик вмещающих пород, составление 3D-моделей и ортофотопланов берегового уступа с фиксацией и определением параметров выходов подземных вод. Подземные воды, по типу фильтрационной среды являются пластово-трещинными в верхней, наиболее трещиноватой зоне и трещинно-жильными в зонах тектонических нарушений. Обе вышеописанных водоносных толщи на данной территории имеют тесную гидравлическую взаимосвязь и характеризуются общей урвненной поверхностью. Анализ уровней подземных вод показал две значимых аномалии распределения, но в целом, глубина залегания уровня уменьшается в соответствии с понижением рельефа, а максимальный градиент наблюдается по мере приближения к береговому уступу.

Ортофотопланы берегового уступа строились в ПО Agisoft Photoscan посредством проецирования набора наземных фотоснимков, выполненных при помощи камеры SONY NEX, на вертикальные плоскости, расположенные параллельно уступу. Для получения корректной ортофотопроекции проводилась фотограмметрическая реконструкция 3D-модели уступа. Среднее разрешение

фотоснимков 2,64 см/пикс. Начальная калибровка камеры проводилась встроенными средствами ПО Agisoft Lens. Затем проводилась увязка фотоснимков и вычисление координат центров фотографирования посредством построения разреженного облака. Всего рассчитано 5 млн связующих точек. Модель искажений объектива уточнялась по распознанным связующим точкам, которые были зарегистрированы не менее чем на 3 снимках. Затем строилось плотное облако точек, всего 62 млн точек. Из плотного облака точек была сформирована полигональная модель, которая использовалась для получения ортофотопланов. Модель привязывалась к местности посредством расположенных на уступе 18 маркеров, для которых были определены координаты и высота. Разрешение проекции составило 5 см/пиксель. Суммарная длина изученного берегового уступа превысила 5000 м.

Непосредственно в пределах площадки намечаемой деятельности в результате анализа моделей и ортофотопланов обнаружено 7 водопроявлений в виде увлажненных пятен размером в несколько метров. За пределами площадки намечаемой деятельности в период наблюдений разгрузка подземных вод осуществлялась как по контактно трещинным зонам, так и по туфам. Установлено более 30 зон с водопроявлениями по всей высоте берегового уступа. Следует отметить, что подножия берегового уступа сток в период полевых наблюдений не достигал и при полевом обследовании водопроявления не были установлены.

Выполненные работы позволили достаточно полно представить геологическое строение берегового уступа и соответственно площадки намечаемого завода СПГ. Переслаивающиеся туфы и андезито-базальты, наблюдаемые в разрезе бере-

гового уступа, имеют мощность 2—12 м и субгоризонтальное залегание с незначительным падением в сторону моря. На рис. 4 в слое туфов (интервал высот 30—40 м) отчетливо видны эрозионные гроты, образованные выходами подземных вод.

Кроме того, были определены морфометрические параметры берегового уступа и коллювиально-пролювиальных конусов и дерупция у подножия. Определение возраста обвално-осыпных форм на основе анализа материалов дистанционного зондирования и характера растительности позволили оценить осредненные скорости разрушения берегового уступа, которые могут достигать 7 м в год. Следует отметить, что полученные скорости разрушения берега установлены на участках выхода в зону приобья берегового уступа с легко разрушаемыми геологическими комплексами, либо дезинтегрированными комплексами горных пород дизъюнктивных зон.

Заключение

Таким образом, очевидно, что основные экологические риски при строительстве заводов СПГ на побережье определяют масштабные дноуглубительные работы. Анализ перестроек прибрежно-морских экосистем при изменениях условий водообмена и осадконакопления заслуживает более серьезных подходов при оценке воздействия проектов на окружающую среду.

При планировании деятельности на побережье холодных морей следует обратить самое пристальное внимание на специфику абразионно-аккумулятивных береговых процессов субарктического и арктического типа. Перспективы в этом направлении открывают выявленные де-

формации подводного рельефа под припайными льдами и увеличение крутизны верхней части берегового профиля при формировании наледи, а также установленный нами факт существенного ухудшения волногасящих свойств пляжевых отложений при их промерзании.

Опыт оценки инженерно-геологической безопасности объектов инфраструктуры заводов СПГ в сложных условиях побережья с вулканогенно-осадочными комплексами горных пород показал.

1. Инженерно-геологическое бурение до коренных пород в случае переслаивания монолитных андезито-базальтов и «слабых» туфов не имеет смысла, так как мощность «коренного основания», достигнутого после проходки склоновых отложений и элювия, может достигать всего 1—2 м.

2. Подповерхностная суффозия по туфам и их контактам существенно ослабляет прочностные характеристики вулканогенно-осадочного горного массива. В качестве экспресс-индикатора этих опасных геологических явлений может служить наличие выходов подземных вод с высокой степенью минерализации. В случае Де-Кастри минерализация водопроявлений была в 2—4 раза выше минерализации воды в устье рек.

3. Скорости отступления сложнопостроенного берегового уступа нельзя оценивать по реперам в базальных коренных породах, так как разрушение идет именно по ослабленным зонам, а также при обрушении крупных блоков горных пород из-за формирования волноприбойных ниш в быстроразрушаемых туфах. Отступление бровки берегового уступа, выработанного в вулканогенно-осадочных породах, в этих условиях может достигать нескольких метров в год.

Библиографический список

1. Звуйковский Н. Сдержанный оптимизм. Обзор российских СПГ-проектов // Oil & Gas Journal Russia. 2016. № 3 (102). С. 50—54.
2. Afanasiev V. V., Ignatov E. I. Geomorphological aspects of coast protection in high latitudes // Геосистемы переходных зон. 2018. № 2. С. 116—124.
3. Афанасьев В. В., Игнатов Е. И. Геоэкология береговой зоны острова Сахалин // Проблемы региональной экологии. 2009. № 6. С. 275—280.
4. Шевченко Г. В., Частиков В. Н., Кириллов К. В., Кусайло О. В. Экспериментальные исследования течений в заливе Анива в 2003 г. // Фундаментальная и прикладная гидрофизика. 2016. Т. 9. № 4. С. 35—46.
5. Samatov A., Labay V. Benthos community of a dumping area during liquid natural gas plant constructions: Effect of technical impacts or natural changes? // PICES Sci. Rep. 2009. N. 36. P. 257—261.
6. Лабай В. С., Кочнев Ю. Р. Долговременные изменения сообщества *Nuculana pernula* как индикатор глобальных изменений бентоса сублиторали в нижнебореальной части Охотского моря // Труды СахНИРО. 2008. Т. 10. С. 173—182.
7. Результаты работы ФГБНУ «СахНИРО» по отработке методов искусственного воспроизводства приморского гребешка в зал. Анива в 2015 г. <http://www.sakhniro.ru/news/469/> (дата обращения 15.06.2018).
8. Щека О. О., Автомонов Е. Г., Никитина А. В. Анализ условий размещения объекта «СПГ-Владивосток» на основе матричной математической модели // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2014. № . S4-2. С. 9—15.
9. Проект Владивосток — СПГ. <http://www.gazprom.ru/about/production/projects/lng/vladivostok-lng> (дата обращения 10.08.2016).
10. Pacific NorthWest LNG Project Environmental Assessment Report September 2016 — Ottawa: Canadian Environmental Assessment Agency, 2016. 326 p.

11. McLaren P. The environmental implications of sediment transport in the waters of Prince Rupert, British Columbia, Canada: a comparison between kinematic and dynamic approaches // *Journal of Coastal Research*. 2016. Т. 32. № 3. P. 465—482.
12. Афанасьев В. В., Игнатов Е. И., Чистов С. В. Морфология и динамика берегов и дна пролива Невельского, района проектирования постоянного железнодорожного перехода. Смоленск: Маджента, 2008. 128 с.
13. Афанасьев В. В. Проблемы берегопользования субарктических морей (на примере о. Сахалин) // *Современные проблемы использования потенциала морских акваторий и прибрежных зон*. 2015. С. 118—130.

GEOMORPHOLOGICAL ASPECTS OF THE ISSUE OF SELECTING SITES FOR THE CONSTRUCTION OF LNG PLANTS ALONG THE COASTLINES OF THE FAR EASTERN SEAS

V. V. Afanasiev, Ph. D. (Geomorphology), Head of the Laboratory of Coastal Ecosystems, Institute of Marine Geology and Geophysics, FEB RAS, vvasand@mail.ru, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia

References

1. Zvujkovskij N. Sderzhannyj optimizm. Obzor rossijskih SPG-proektov [Restrained optimism. Overview of Russian LNG projects]. *Oil & Gas Journal Russia*, 2016. No. 3 (102). P. 50—54. [in Russian].
2. Afanasiev V. V., Ignatov E. I. Geomorphological aspects of coast protection in high latitudes. *Geosystems of transition zones*, 2018. No. 2. P. 116—124.
3. Afanasiev V. V., Ignatov E. I. Geoekologiya beregovoj zony ostrova Sahalin [Geoecology of the coastal zone of Sakhalin Island]. *Regional environmental Issues*, 2009. No. 6. P. 275—280. [in Russian].
4. Shevchenko G. V., Chastikov V. N., Kirillov K. V., Kusaylo O. V. Zksperimentalnye issledovaniya techenij v zalive Aniva v 2003 [Experimental studies of the currents in the Aniva Bay in 2003]. *Fundamental and applied hydrophysics*, 2016. Vol. 9, No. 4, P. 35—46. [in Russian].
5. Samatov A., Labay V. Benthos community of a dumping area during liquid natural gas plant constructions: Effect of technical impacts or natural changes? *PICES Sci. Rep.* 2009. No. 36. P. 257—261.
6. Labay V. S., Kochnev Yu. R. Dolgovremennye izmeneniya soobshestva Nuculana pernula kak indikator globalnyh izmenenij bentosa sublitoralni v nizhnoborealnoj chasti Ohotskogo moray [Long-term changes in the Nuculana pernula community as an indicator of global changes in the benthos of the sublittoral in the Lower Boreal Sea of the Sea of Okhotsk]. *Proceedings of SakhNIRO*, 2008. Vol. 10. P. 173—182. [in Russian].
7. Rezultaty raboty FGBNU “SakhNIRO” po otrabotke metodov iskusstvennogo vosproizvodstva primorskogo grebeshka v zal. Aniva v 2015 [Results of the work of SGBIRU “SakhNIRO” on the development of methods of artificial reproduction of the seaside scallop in the Aniva Bay in 2015], available at: <http://www.sakhniro.ru/news/469/>, date of access 15.06.2018. [in Russian].
8. Sheka O. O., Avtomonov E. G., Nikitina A. V. Analiz uslovij razmesheniya obekta “SPG-Vladivostok” na osnove matrichnoj matematicheskoj modeli [Analysis of the conditions for the location of the object “SPG-Vladivostok” on the basis of the matrix mathematical model]. *Mining information and analytical bulletin (scientific and technical journal)*, 2014. No. S4-2. P. 9—15 [in Russian].
9. Proekt Vladivostok — SPG. [The Vladivostok-LNG project.], available at: <http://www.gazprom.ru/about/production/projects/lng/vladivostok-lng>, date of access 10.08.2016. [in Russian].
10. Pacific NorthWest LNG Project Environmental Assessment. *Report September 2016*. Ottawa: Canadian Environmental Assessment Agency, 2016. 326 p.
11. McLaren P. The environmental implications of sediment transport in the waters of Prince Rupert, British Columbia, Canada: a comparison between kinematic and dynamic approaches. *Journal of Coastal Research*. 2016. Vol. 32. No. 3. P. 465—482.
12. Afanasiev V. V., Ignatov E. I., Chistov S. V. Morfologiya i dinamika beregov i dna proliva Nevelskogo, rajona proektirovaniya postoyannogo zheleznodorozhnogo perehoda [Morphology and dynamics of the banks and the bottom of the Nevelskoy Strait — a region for designing a permanent railway crossing]. Smolensk, Madzhenta, 2008. 128 p. [in Russian].
13. Afanasev V. V. Issues of the coastal use of the subarctic seas: a case of Sakhalin Island). *Sovremennye problemy ispolzovaniya potenciala morskikh akvatorij i pribrezhnyh zon* [Current issues of using the potential of marine areas and coastal zones]. 2015. P. 118—130. [in Russian].

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОГЕННЫХ ТРАНСФОРМАЦИЙ ПОЧВ И ПОЧВЕННЫХ ПОКРОВОВ ВИЛЮЙСКОГО И ПРИЛЕНСКОГО ПЛАТО ПРИ АЛМАЗОДОБЫЧЕ

П. П. Данилов, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник НИИ прикладной экологии Севера СВФУ им. М. К. Аммосова, *DanPP@mail.ru*, Якутск, Россия,

Г. Н. Саввинов, доктор биологических наук, главный научный сотрудник, директор НИИ прикладной экологии Севера СВФУ им. М. К. Аммосова, *savvinov_g.n.@mail.ru*, Якутск, Россия

Приведены сведения о трансформации почв и почвенного покрова при алмазодобыче на прилегающих к объектам Мирнинского (Приленское плато, средняя тайга) и Удачинского (Вилуйское плато, северная тайга) горно-обогатительных комбинатов территориям. На основе «Классификации и диагностики почв России» (2004) проведена систематизация антропогенно-преобразованных почв, а также составлены карты с указанием их современных ареалов. Обобщены результаты многолетних мониторинговых эколого-почвенных исследований, на основе которых выделены макро-, мезо- и микропреобразованные земли на исследуемых районах. Выявлено, что независимо от генезиса почв происходят аналогичные техногенные преобразования почв в различных природных условиях при алмазодобыче.

The data on the transformation of soils and soil cover due to diamond mining are provided for the territories of the facilities adjacent to Mirninsky (the Lena Plateau, the middle taiga) and Udachninsky (The Vilyuysk Plateau, the northern taiga) mining and processing plants. Applying "Classification and diagnostics of soils of Russia" (2004), the systematization of the anthropogenic transformed soils is carried out and the maps with the indication of their modern areas are made. The results of the long-term monitoring ecological-soil research due to which the macro-, meso- and microtransformed soils are allocated in the explored areas. It is revealed that, irrespective of the genesis of soils, there are similar technogenic transformations of soils in various environments due to diamond mining.

Ключевые слова: Вилуйское плато, Приленское плато, структура почвенного покрова, техногенное воздействие, техногенные поверхностные образования, антропогенно-преобразованные почвы.

Keywords: the Vilyuysk Plateau, the Lena Plateau, the structure of a soil cover, technogenic influence, technogenic superficial growths, the anthropogenic transformed soils.

Введение. В районах разработки коренных месторождений алмазов Западной Якутии не только полностью нарушен естественный почвенно-растительный покров, но и преобразованы естественные почвы прилегающих к промышленным объектам территориях. Почвы этих земель подверглись различному антропогенному (техногенному) воздействию и представлены иными от естественных почв образованиями, которые в «Классификации и диагностике почв России» (2004) выделены как антропогенно-преобразованные почвы [1]. Все они, имея свои особенности и функционируя в экосистеме, трансформируют в первую очередь растительность, поверхностные воды, донные отложения и гидробионты. Следовательно, актуальность проводимых исследований, результаты которых необходимы для разработки и проведения превентивных мероприятий, не вызывает сомнений.

Исходя из вышеизложенного, целью проведенных исследований являлось выявление особенностей преобразованных почв при алмазодобыче в различных природных условиях Западной Якутии для дальнейшего прогнозирования их развития, разработки рекомендаций по минимизации техногенного воздействия и восстановления преобразованных территорий.

Материал и методы исследования. Материалом для данной статьи послужили обобщенные сведения, полученные в последние 15 лет исследований на территории Мирнинского района Республики Саха (Якутия) с применением комплекса общих стандартных методов изучения географического распространения, вещественного состава и свойств почв [2]. Почвенный разрез закладывался на всю глубину сезонного протаивания или до материнских пород с морфологическим описанием и отбором почвенных образцов из каждого генетического горизонта, а на нарушенных территориях — из каждого слоя и/или через определенные глубины [3]. Химические, физико-химические, агрохимические и агрофизические свойства почв определяли стандартными методами [4] в лабораториях ФГНУ ИПЭС (ныне НИИ прикладной экологии Севера СВФУ), Институт почвоведения и агрохимии СО РАН. Анализы выполняли в трехкратной повторности. Результаты исследований обрабатывали методом дисперсного анализа [5].

Изученность района исследований. Природный естественный почвенный покров данного района изучен несколькими поколениями исследователей. Первые исследования были

проведены еще в начале 1950-х годов сотрудниками отдела почвоведения и ботаники Института биологии ЯФ СО АН СССР в составе комплексной экспедиции АН СССР. Результаты этих исследований отражены в работах Л. Г. Еловской [6—8], В. Г. Зольникова с соавторами [9] и Л. Г. Еловской, А. К. Коноровского, Е. И. Петровой [10] и др. По материалам этих исследований составлена почвенная карта Вилюйского бассейна, масштабом 1:2 000 000 [9]. Необходимо отметить, что проводившиеся в 1950-е годы первые исследования почвенного покрова Западной Якутии носили преимущественно агропочвенную и географическую направленность.

В последующий период и вплоть до конца 1980-х годов исследования в Мирнинском районе практически не проводились. Между тем необходимость оценки экологических последствий нарушения почвенного покрова в исследуемом районе в результате долговременного хозяйственно-антропогенного пресса со стороны объектов алмазодобывающей промышленности, а также поиски путей снижения техногенного воздействия, охраны и восстановления нарушенных почв потребовали проведения комплексных экологических исследований, в том числе и эколого-почвенных работ. В связи с этим, начиная с конца 1980-х годов сотрудниками Института прикладной экологии Севера АН РС (Я), ныне Научно-исследовательского института прикладной экологии Севера СВФУ им. М. К. Аммосова, были начаты исследования по оценке состояния почвенных ресурсов бассейна р. Вилюй [11—13]. Эти почвенно-экологические работы представляют второй этап в истории исследований почвенного покрова бассейна р. Вилюй в целом, и Мирнинского района в частности.

Результаты и их обсуждения. По результатам ранее проведенных работ были реконструированы структуры естественных почвенных покровов исследуемых районов [14, 15]. Так, в районе Мирнинского ГОК установлено, что доминирующими типами мерзлотных почв являются мерзлотные дерново-карбонатные, которые сформированы на отложениях кембрийских, ордовикских пород и занимают значительную площадь в пределах элювиальных и трансэлювиальных ландшафтов. Интразональные трансаккумулятивные ландшафты заняты в основном мерзлотными перегнойно-карбонатными, дерново-, перегнойно-глеевыми почвами [14].

В районе Удачинского ГОК значительную часть междуречий занимают почвы, в почвенном профиле которых отчетливо выражены явления криотурбации, приводящие к нарушению цельности генетических горизонтов и перемешива-

нию почвенного материала вверх и вниз по профилю (затечная, зигзагообразная, кармановидная границы перехода почвенных горизонтов). Общность свойств почв водоразделов выражена в их тиксотропности, деформированности, надмерзлотном оглеении, каковыми являются криоземы гомогенные разной степени оглеения, криоземы неоглеенные и криоземы тиксотропные. Особенности состава подстилающих пород (осадочных и магматических), климатические условия и наличие близкозалегающей сплошной многолетней мерзлоты предопределили формирование на исследуемой территории сильно щебнистых почв с тяжелым гранулометрическим составом и маломощным, слабодифференцированным или практически гомогенным почвенным профилем [15].

Необходимо отметить, что здесь типы мерзлотных почв приведены согласно региональной «Классификации и диагностики мерзлотных почв Якутии» [16].

Как известно, за прошедшие 60—70 лет естественное состояние почвенных покровов и в целом экосистем этих районов существенно трансформировано. Образовавшиеся на стыке техногенных поверхностных образований [17] и естественных почв, антропогенно-преобразованные почвы встречаются в основном по направлению розы ветров от промышленного объекта (хвостохранилищ обогатительных фабрик, отвалов пустых пород, карьеров, полигонов и т. д.) и относительно пониженных формах (депрессиях) рельефа. Что, естественно, связано с водными и ветровыми потоками.

Согласно «Классификации и диагностики почв России» (2004) к «антропогенно-преобразованным почвам, формирующимся во всех стволах [1], относятся:

- хемоземы — почвы, испытывающие техногенное химическое загрязнение;
- акваземы — это почвы, трансформированные под воздействием длительного затопления;
- химически преобразованные — почвы, профиль которых трансформирован под воздействием техногенной химической агрессии.

Хемоземы представляют начальную стадию антропогенного преобразования почв. При этом трансформация химического состава почв наблюдается сначала в верхних органогенных горизонтах в виде химического загрязнения. Хемоземы по морфологическим признакам не отличаются от естественных аналогов. Характерными их особенностями являются относительно повышенное содержание определенных химических элементов (Zn, Pb, Ni, Cr, Mn) и токсичных солей (обычно слабое хлоридное засоление) в органических горизонтах.

В районе исследования акваземы сформированы локальными участками в виде полос по периметру промышленных объектов при отсутствии водоотведения. При этом параллельно с изменением водного режима у этих почв зафиксировано химическое загрязнение, вызвавшее трансформацию морфологических признаков. Трансформация почвенного профиля сопровождается существенным изменением характера миграции веществ, гумусообразования и других почвенных процессов. При этом могут появляться новообразования, не свойственные данному типу почвообразования [18]. При этом наблюдается смена растительного покрова.

На исследуемой территории химически преобразованные почвы формируются под «мертвым» растительным покровом по периметру промышленных объектов и/или вдоль водотоков. Механизм формирования данных почв «запускается» после угнетения растительности, вследствие чего в условиях криолитозоны увеличивается мощность сезонно-талого слоя, происходит изменение физических свойств, в первую очередь меняется плотность и влажность почвенного материала, и возникает возможность появления новообразований и образования подгоризонтов [19]. Химически преобразованные почвы в зависимости от рельефа, отдаленности источника загрязнения и других факторов постепенно сменяются хемоземами.

Скорость развития «антропогенно-преобразованных» почв напрямую зависит от качественных и количественных показателей техногенной нагрузки и от источника воздействия.

Заключение. Таким образом, выявлены основные особенности трансформированных мерзлотных почв в районах разработки коренных месторождений алмазов в Западной Якутии. На сегодняшний день характерно то, что определенные антропогенные (техногенные) воздействия на разные типы почв Вилюйского и Приленского плато приводят к аналогичному преобразованию.

На основе «Классификации и диагностики почв России» (2004) систематизированы сформированные на исследуемых районах антропогенно-преобразованные почвы и зафиксированы их современные ареалы распространения.

В целом, своевременная реализация природоохранных мероприятий положительно отразится на экологическое состояние других компонентов экосистем и несомненно будет минимизировать негативное влияние на них.

Статья подготовлена в рамках выполнения Государственного задания Минобрнауки РФ № 5.8169.2017/БЧ на выполнение проекта «Исследование сукцессий экосистем Севера под воздействием антропогенных факторов».

Библиографический список

1. Шишов Л. Л., Тонконогов В. Д., Лебедева И. И., Герасимова М. И. Классификация и диагностика почв России. — Смоленск: Ойкумена, 2004. — 342 с.
2. Добровольский Г. В., Урусевская И. С. География почв. М.: Изд-во МГУ, 1984. 416 с.
3. ОСТ 56-81—84. Полевые исследования почвы. Порядок и способы определения работ. Основные требования к результатам; утв. 12.10.84; введ. 1.01.86.
4. Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: МГУ, 1970. — 487 с.
5. Доспехов Б. А. Методика опытного дела. — М., 1985. — 416 с.
6. Еловская Л. Г. Почвы долины р. Ирэлях // Развитие производительных сил Западной Якутии в связи с созданием алмазодобывающей промышленности. — Якутск, 1958. Т. 3: Природные условия и сельское хозяйство Якутии. С. 53—68.
7. Еловская Л. Г. Краткая характеристика почв бассейна р. Ирэлях и возможности их сельскохозяйственного освоения // Известия СО АН СССР. Сер. биологическая. 1959. № 4. С. 104—118.
8. Еловская Л. Г. Некоторые данные о почвах бассейна р. Малой Ботубии // Научные сообщения ЯФ СО АН СССР. 1959. Вып. 2. С. 51—56.
9. Зольников В. Г., Еловская Л. Г., Тетерина Л. В., Черняк Е. И. Почвы Вилюйского бассейна и их использование. — М.: Изд-во АН СССР, 1962. — 204 с.
10. Еловская Л. Г., Коноровский А. К., Петрова Е. И. Лесные почвы средней тайги Западной Якутии // Лес и почва: тр. Всесоюз. конф. по лесному почвоведению. — Красноярск, 1968. С. 58—64.
11. Саввинов Д. Д. и др. Экология бассейна реки Вилюй: промышленное загрязнение. — Якутск: ЯНЦ СО РАН, 1992. — 120 с.
12. Саввинов Д. Д. и др. Экология реки Вилюй: состояние природной среды и здоровья населения. — Якутск: ЯНЦ СО РАН, 1993. — 240 с.
13. Саввинов Д. Д., Кривошапкин В. Г., Копылов Р. Н. и др. Экология Вилюя: Материалы к оценке экологического состояния. — Якутск: ГУП «Полиграфист», 1996. — 144 с.
14. Данилов П. П. Почвенный покров пригородной зоны г. Мирного и воздействие на него объектов алмазодобывающей промышленности: автореферат дисс. ... канд. биол. наук. — Улан-Удэ, 2005. — 19 с.
15. Легостаева Я. Б. Пространственная и внутрипрофильная дифференциация мерзлотных почв Северо-Западной Якутии (на примере Далдыно-Алакитского района). Автореферат канд. диссерт., Якутск, 2005, — 24 с.
16. Еловская Л. Г. Классификация и диагностика мерзлотных почв Якутии — ЯФ СО АН СССР, 1987. — 172 с.

17. Данилов П. П. Техногенные поверхностные образования Мирнинского промышленного узла / Антропогенная трансформация природной среды. Научные чтения памяти Н. Ф. Реймерса и Ф. Р. Штильмарка: материалы междуна- р. школы / под ред. С. А. Бузмакова; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. — Пермь, 2012. С. 144—148.
18. Данилов П. П., Саввинов Г. Н. Техногенные поверхностные образования и формирование антропогенно-преобра- зованных почв Западной Якутии // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2013. № 8. 4.2. С. 217—219.
19. Данилов П. П., Саввинов Г. Н. Систематизация почвенного покрова техногенных территорий бассейна р. М. Боту- обуя / Почвы холодных областей: генезис, география, экология (к 100-летию со дня рождения профессора О. В. Ма- кеева): Материалы научной конф. с межд. участием. — Улан-Удэ, 2015. С. 91—92.

THE COMPARATIVE CHARACTERISTIC OF TECHNOGENIC TRANSFORMATIONS OF SOILS AND SOIL COVERS OF THE VILYUYSK AND LENA PLATEAUS DUE TO DIAMOND MINING

P. P. Danilov, Ph. D. (Biology), Senior Research Employee, Scientific Research Institute of Applied Ecology of M. K. Ammosov North North-Eastern Federal University, DanPP@mail.ru Yakutsk, Russia;

G. N. Savvinov, Ph. D. (Biology), Dr. Habil., Director, Scientific Research Institute of Applied Ecology of M. K. Ammosov North North-Eastern Federal University, savvinov_g.n.@mail.ru Yakutsk, Russia

References

1. Shishov L. L., Tonkonogov V. D., Lebedeva I. I., Gerasimova M. I. *Classificatsiy i diagnostica pochv Russia*. [Classification and diagnostics of soils of Russia] Smolensk: Oykumena, 2004. P. 342. [in Russian]
2. Dobrovolsky G. V., Urusevskaya I. S. *Geografija pochv* [Geography of soils.] Moscow: MSU publishing house, 1984. P. 416. [in Russian]
3. Industry standard 56-81-84. Field researches of the soil. Order and ways of definition of works. Main requirements to results; it is approved 12.10.84; it is introduced 1.01.86. [in Russian]
4. Arinushkina E. V. *Rukovodstvo po chimicheskomu analizu pochv* [Guide to the chemical analysis of soils]. — the 2nd prod., revised and supplemented. Moscow: MSU, 1970. P. 487. [in Russian]
5. Dospekhov B. A. *Metodika opitno delo* [Technique of skilled business]. Moscow, 1985. P. 416. [in Russian]
6. Elovskaya L. G. *Pochvi dolini reki Irelyakh* [Soils of the valley of the Irelyakh] Extension of productive forces of the Western Yakutia in connection with creation of the diamond-mining industry. Yakutsk, 1958. Vol. 3: *Environment and agriculture of Yakutsk*. P. 53—68. [in Russian]
7. Elovskaya L. G. *Kratkay characterictika pochv basseyna reki Irelyakh i ikh selskokhozyistvennoe osvoenie* [Soils of the valley of the Irelyakh] *Extension of productive forces of the Western Yakutia in connection with creation of the diamond-mining industry*. Yakutsk, 1958. Vol. 3: *Environment and agriculture of Yakutia*. P. 53—68. [in Russian]
8. Elovskaya L. G. *Nekotorie dannie o pochvakh basseyna reki Malay Botuobiya* [Some data on soils of the basin of the river Small Botuobiya] *Scientific messages of YaF FROM Academy of Sciences of the USSR*. 1959. No. 2. P. 51—56. [in Russian]
9. Zolnikov V. G., Elovskaya L. G., Teterina L. V., Chernyak E. I. *Pochvi Vilyuskovo basseyna i ikh ispolzovanie* [Soils of the Vilyuysk basin and their use]. Moscow, Academy of Sciences of the USSR publishing house, 1962. P. 204. [in Russian]
10. Elovskaya L. G., Konorovsky A. K., Petrova E. I. *Lesnie pochvi sredney taygi Zapadnoy Yakutii* [Forest soils of an average taiga of the Western Yakutia] *Forest and soil: works of the All-Union conference on forest soil science*. Krasnoyarsk, 1968. P. 58—64. [in Russian]
11. Savvinov D. D., etc. *Ecologiy basseyna reki Vilyuy* [Ecology basin river Vilyuy: industrial pollution.] Yakutsk, Siberian department of the Russian Academy of Science, 1992. P. 120. [in Russian]
12. Savvinov D. D., et al. *Ecologiy reki Vilyuy: sostoynie prirodnoy sredi i zdorove naseleniy* [Ecology river Vilyuy: condition of the environment and health of the population]. Yakutsk, Siberian department of the Russian Academy of Science, 1993. P. 240. [in Russian]
13. Savvinov D. D., Krivoshapkin V. G., Kopylov R. N., et al. *Ecologiy Vilyuy: materiali k osenke ecologicheskogo sostoynia* [Ecology of Vilyuy: Materials to assessment of an ecological state.] Yakutsk: Poligrafist, 1996. P. 144. [in Russian]
14. Danilov P. P. *Pochvenniy pokrov prigorodnoy zoni goroda Mirniy i vozdeystvie na nego obektov almazodobivauchey promichlennosti* [Soil cover suburban zones of Mirnyi and impact of objects of the diamond-mining industry on it: abstract yew.] *Ph. D. thesis*. Ulan-Ude, 2005. P. 19. [in Russian]
15. Legostayeva Ya. B. *Prostranstvennaya i vnutri profilnaya differenciaciya merzlotnikh pochv Severo-Zapadnoy Yakutii* [Spatial and intra profile differentiation of merzlotny soils of Northwest Yakutia: a study of the Daldyno-Alakitsky District. *Abstract of Ph. D. thesis*. Yakutsk, 2005. P. 24. [in Russian]
16. Elovskaya L. G. *Classificatsiy i diagnostica of merzlotny pochv Yakutia* [Classification and diagnostics of permafrost soils of Yakutia]. Academy of Sciences of the USSR, 1987. P. 172. [in Russian]
17. Danilov P. P. *Technogennye poverkhnostnie obrazovaniy Mirninskovo promishlennovo uzla* [Technogenic superficial formations of the Mirninsky industrial zone]. *Anthropogenic transformation of the environment. Scientific readings memory N. F. Reymer and F. R. Shilmark: materials International schools / under the editorship of S. A. Buzmakov; Perm. state. national. un-t*. Perm, 2012. P. 144—148. [in Russian]
18. Danilov P. P., Savvinov G. N. *Technogennye poverkhnostnie obrazovaniy i formirovaniy antropogenno-preobrazovannikh pochv Zapadnoy Yakutii* [Technogenic superficial formations and forming of the anthropogenic transformed soils of the Western Yakutia]. *The International log of application and basic research*. 2013. No. 8.4.2. P. 217—219. [in Russian]
19. Danilov P. P., Savvinov G. N. *Sistematizacia pochvennovo pokrova tekhnogennikh territoriy basseyna reki Malay Botuobuya* [Systematization of a soil cover of technogenic pool areas of river of M. Botuobuya.] *Soils of cold areas: genesis, geography, ecology (to the 100 anniversary since the birth of professor O. V. Makeev): Proceedings of the scientific conference with international participation*. Ulan-Ude, 2015. P. 91—92. [in Russian]

К ПРОБЛЕМЕ ГЕОДИНАМИЧЕСКОГО И ТЕХНОГЕННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ В ОРЕНБУРГСКОМ ПРИУРАЛЬЕ

А. П. Бутолин, к. г.-м. н., доцент кафедры геологии, ФБГОУ ВО «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург, Россия,

В. А. Щерба, к. г.-м. н., доцент кафедры экологии и природопользования, ФБГОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет им. С. Орджоникидзе»,

г. Москва, Россия, shcherba_va@mail.ru,

В. Н. Экзарьян, д. г.-м. н., профессор, заведующий кафедрой экологии и природопользования, ФБГОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет»

им. С. Орджоникидзе,

Москва, Россия

Цель. Охарактеризовать современное состояние техногенного и геодинамического взаимодействия блоков горных пород верхней части литосферы в нефтегазоносном Оренбургском Приуралье. **Объекты и методы.** Сделана попытка детально исследовать причины и последствия необычных, часто непредсказуемых событий, таких как резкие флуктуации физико-химических характеристик подземных вод, изменение коллекторских свойств геологической среды, включающей блоки осадочных, магматических и метаморфических пород. Исследованы изменения гидрогеодинамических и геофизических параметров горных пород, которые приводят к проявлению катастрофических событий — техногенным землетрясениям в пределах урбанизированных территорий. **Результаты.** В статье приведены данные об истории геологического развития, о геологическом строении и тектоническом режиме юго-востока Волго-Уральской антеклизы в пределах исследуемой территории. Охарактеризованы виды и степень техногенных нагрузок на геологическую среду в связи с разработкой нефтяных и газоконденсатных залежей, закачкой попутных пластовых вод и токсичных промышленных стоков в глубокие поглощающие слои карбонатных пород визейско-башкирского водоносного комплекса. **Заключение.** Рассмотрены возможности оценки дальнейшего изменения геологической среды в пределах изучаемого региона, исходя из современного состояния регионально-геологических и техногенных условий и их взаимосвязи. Сделаны рекомендации о необходимости разработки методологии, которая позволит определить регулирующие воздействия технологических процессов на геологическую среду.

Aim. The aim of the research is to characterize the current state of technogenic and geodynamic interaction of blocks of rocks in the upper part of the lithosphere in the oil and gas bearing area of the Orenburg Urals. **Materials and methods.** An attempt was made to investigate in detail the causes and consequences of unusual, often unpredictable events, such as the transformation of phys-

Введение. Освоение минерально-сырьевых ресурсов является уникальной отраслью человеческой деятельности в силу своей непосредственной связи с природой как по цели и воздействию (недра Земли), так и по пространству, в котором он осуществляется (окружающая среда практически в полном спектре составляющих ее элементов). При этом виде деятельности в единый узел сплетаются противоречия между необходимостью ее осуществления и развития и требованиями ее ограничения для сохранения окружающей среды. Отличительной особенностью процессов освоения минерально-сырьевых ресурсов является также то, что они начинаются, как правило, на необжитых территориях, т. е. с вхождения в контакт с первоначальным, девственным состоянием природной среды (фактически с ее биоценозом). Это дает уникальную возможность иметь в качестве исходной базы окружающей среды, в том числе геологической, по существу, ее природный эталон.

Другой особенностью процесса является его динамическое свойство наращивать техногенную нагрузку на природу. Если начальные этапы процесса (геологическая съемка, общие поиски и т. п.) осуществляются с применением небольшого количества маломощной техники, то эксплуатация месторождений связана с использованием большого технического арсенала, который, как правило, приводит к разрушению природной среды. При этом пересекаются и сочетаются различные техногенные и природные факторы, проявляющиеся с различной интенсивностью на каждом этапе. В результате выявляется главное противоречие в оценке значимости процесса — между возрастанием прямого экономического эффекта при увеличении объемов производства минерального сырья и не менее интенсивно нарастающей техногенной нагрузкой на окружающую природную среду, величина которой часто превышает восстановительные возможности биосферы и геологической среды [1].

ical and chemical characteristics of groundwater, the change in the reservoir properties of blocks and layers of sedimentary, magmatic and metamorphic rocks. The changes in hydrogeodynamic and geophysical parameters of rocks that lead to the manifestation of catastrophic events — technogenic earthquakes in the most developed and often densely populated areas with a complex urban and economic infrastructure are considered. **Results.** The article systematizes information about the history of geological development, the geological structure and tectonic regime of the southeast of the Volga-Urals anticline within the Orenburg Ural Region. Information is given on the types and degree of man-made loads on geological blocks and structures in connection with the development of oil and gas condensate deposits, the injection of associated formation waters and toxic industrial effluents into deep absorbing layers of carbonate rocks of the Viseisk-Bashkir aquiferous complex. **Conclusions.** The possibilities of estimating further changes in the geological environment within the region under study are considered, proceeding from the current state of technogenic and geodynamic mutual influence. Recommendations are made on the need to develop a methodology for determining the regulatory impacts of technological processes on the geological environment.

Ключевые слова: геологическая среда, месторождения нефти и газа, техногенные землетрясения, промышленные стоки, сейсмическая опасность, мониторинг.

Keywords: geological environment, oil and gas fields, man-made earthquakes, industrial wastewater, seismic hazard, monitoring.

Все виды деятельности с течением времени приводят к преобразованию локальных объемов приповерхностных слоев литосферы и формированию специфического пространства — геологической среды. Под геологической средой понимается верхняя часть литосферы, находящаяся в пределах интенсивного влияния инженерно-хозяйственной деятельности человека [2]. Определение мощности геологической среды и ее нижней границы представляется достаточно субъективной процедурой, которая в значительной степени определяется объектом исследований (в нашем случае — нефтедобычей). Освоение человеком приповерхностных слоев литосферы создает научную базу и расширяет круг проблем по обеспечению методически правильной постановки наблюдений и принятия адекватных решений. Но, как известно, никакие наблюдения и эксперименты не могут быть полностью независимыми от человека, а значит, и абсолютно объективными и достоверными. Поэтому, наряду с наблюдаемыми и фиксируемыми проявлениями техногенных преобразований в формирующейся геологической среде, необходимо методологически корректное теоретическое обоснование изменяющегося в соответствии с природными тенденциями эволюции литосферного пространства. Однако отсутствие однозначного соответствия между истинностью и практической эффективностью знания ведет к необходимости дальнейшей систематизации данных о взаимодействии геологической среды и приповерхностных слоев литосферы, подвергшихся техногенному воздействию [2].

Объекты и методы. Геологическая среда в пределах Южного Приуралья начала формироваться с момента использования человеком крепких горных пород, вод естественных водоемов, руд металлов, нефти в практических целях. С совершенствованием техники добычи и технологий переработки различных видов минерального сырья, а также использование недр в качестве подземных хранилищ, для прокладки трубопроводов, строительство наземных магистралей по перемещению гигантских объемов вещества недр, строительство водохранилищ и т. д. Преобразование геологической среды резко интенсифицировалось. Значительные объемы горных пород верхней части земной коры исследуемой территории становятся областью антропогенных и естественных преобразований, приводят к изменению качества поверхностных, а также подземных вод, атмосферного воздуха, видового состава растений. Изменяются условия обитания животных, микрофауны и микрофлоры. Все это является причиной эпидемий, психических заболеваний и т. п., в том числе таких катастрофических явлений, как техногенные землетрясения. В целом реципиентами, подверженными воздействию изменяющейся, а по существу, деградирующей верхней части литосферы (геологической среды), являются все компоненты природной среды и экологические системы Южного Приуралья. На сегодняшний день трудно делать прогнозную оценку потенциала сейсмоактивных территорий даже при наличии текущей мониторинговой информации. Хотя эти территории хорошо изучены в тектоническом и геодинамическом отношении, в их пределах весьма проблематично предсказать

интенсивность и время проявления здесь землетрясений [3]. Увеличение техногенной нагрузки на приповерхностные слои литосферы в пределах нефте- и газосодержащих толщ горных пород Оренбургского Приуралья может послужить исходным основанием для возникновения сейсмических событий природно-техногенного характера с низкой степенью предсказуемости. Подобного рода землетрясения произошли в Татарстане, в Западной Сибири, на Северном Кавказе и привели к негативным экологическим последствиям [4]. Эти события обуславливают необходимость оценки геотехногенной опасности в процессе проектирования разработки, эксплуатации нефтяных и газовых месторождений, приуроченных к толщам трещиноватых горных пород в областях развития тектонических разломов. Природно-техногенные сейсмические события носят фрагментарный характер и в целом не могут существенно повлиять на региональный водообмен и тектонический режим. Вместе с тем не исключены экологические последствия таких явлений. В частности, могут произойти определенные изменения в зоне активного водообмена, нарушиться динамика тепловых и газовых эманаций недр, а также произойти вторжение законтурных подземных вод в результате уменьшения пластового давления в продуктивных пластах. Возможно также уменьшение совокупного объема пор и трещин в результате уплотнения последних в толщах горных пород, или могут произойти пластичные деформации каркаса пород-коллекторов нефти и газа.

Результаты исследований и их обсуждение. По современным представлениям тектонофизики в очагах землетрясений развиваются преимущественно деформации скалывания [1]. Влияние поровых жидкостей имеет двойную особенность. Трение на плоскости скола при высоком давлении порово-трещинных вод снижается под воздействием даже относительно малых тектонических напряжений, и могут проявляться деформации скалывания. Такие изменения геологической среды часто приводят к сейсмическим разрывам. Эти явления приводят к техногенным землетрясениям, которые наблюдаются в различных регионах мира. Например, землетрясения в штатах Канзас и Оклахома, возникшие в результате закачки сточных вод в поглощающие горизонты, микроземлетрясения, обусловленные использованием методов фрекинга при разработке месторождений сланцевого газа и сланцевой нефти, в США [5]. При этом возможно снижение техногенной сейсмичности путем изменения нагрузки на геологическую среду, в первом случае за счет

уменьшения объема закачки сточных вод в пласты горных пород, во втором — обычным сокращением добычи сланцевых углеводородов.

Как правило, техногенные землетрясения приурочены к областям с повышенной природной сейсмичностью. Анализ результатов эксплуатации углеводородных месторождений на территории Татарстана, Башкортостана, Оренбургской области и Западной Сибири, где сейсмические события отмечаются весьма часто, указывает на формирование очагов геоэкологической опасности [6]. Упомянутые землетрясения произошли сравнительно недавно, поэтому пока не выявлены отдаленные сейсмические последствия изменений напряженно-деформационных состояний блоков порово-трещинных пород. Таким образом, территории, в пределах которых отмечены изменения геологической среды, вызванные повышением сейсмичности за счет различных видов воздействия и проявляющимися техногенными землетрясениями, следует относить к геоэкологически опасным, что должно учитываться при их функциональном освоении.

Техногенные землетрясения — это ответная реакция геологической среды на воздействие, которая является первым сигналом превышения этих воздействий над способностью геологической среды к самовосстановлению и самоочищению. Последующая интенсификация воздействий может привести к катастрофическим последствиям, т. е. к созданию условий для возникновения необратимой деградации геологической среды. В связи с этим необходимо разработать методику определения нормативных воздействий процессов техногенеза на геологическую среду, своеобразных предельно допустимых воздействий. Последние (воздействия) определяются структурно-тектоническими, геолого-гидрогеологическими, геодинамическими условиями и особенностями сложившейся функциональной структуры территории. Основной целью (результатом) такого методического подхода является математическое моделирование и прогнозирование геодинамической обстановки для различных заданных сценариев развития минерально-сырьевого комплекса. Базовой исходной информацией для моделирования, наряду с данными регионально-геологического строения, а также существующими и перспективными (по сценариям) видами и объемами недропользования являются материалы мониторинга состояния недр (мониторинга геологической среды), и в первую очередь, его основной подсистемы — геодинамического мониторинга. Рассмотрим особенности структурно-геологического строения Оренбургского При-

уралья и воздействие существующей системы нефтегазового комплекса на геологическую среду, а также проанализируем результаты исследований и наблюдений за последствиями изменений недр на примере этого региона.

Территория Оренбургского Приуралья, входящая в Волго-Уральскую нефтегазоносную провинцию, испытывает высокое техногенное воздействие на недра, обусловленное большими объемами извлекаемого углеводородного сырья. В настоящее время добыча газа удерживается на уровне 20 млрд м³, нефти — свыше 12,0 млн т, конденсата — около 0,7 млн т [7]. Нами предпринята попытка анализа и систематизации геологических преобразований сложно эволюционирующих природных систем и процессов, которые характеризуются широким спектром взаимосвязанных факторов и условий, определяющих их наличие и степень опасности.

Юго-восточный блок Волго-Уральской антеклизы характеризуется высокой техногенной нагрузкой на литосферу. Здесь пробурено несколько тысяч скважин различного назначения, на промыслах действуют установки комплексной подготовки газа, подготовки нефти, дожимные компрессорные станции по интенсификации добычи газа, проложена густая сеть нефте- и газопроводов. Добыча нефти и газа на месторождениях сопровождается выносом попутных пластовых вод и образованием трудноочищаемых промстоков, содержащих токсичные компоненты в концентрациях, представляющих опасность для качества подземных вод. Эти промышленные стоки на ряде месторождений закачиваются обратно в продуктивные толщи и в глубокие водоносные горизонты под нефтяные и газовые залежи для поддержания пластового давления. Таким образом, в техногенез вовлечены почвенный покров, надсолевой, солевой и подсолевой комплексы пород.

В рассматриваемых блоках земной коры, история геологического развития которых более миллиарда лет, и в продуктивных толщах, сформировавшихся за последнюю сотню миллионов лет, и на земной поверхности в течение последних 40—70 лет произошли широкомасштабные техногенные преобразования, что привело к изменению геодинамической обстановки. В отдельных блоках осадочных толщ объемом до 12 000 км³ изменились пластовые давления, химический состав пластовых водных растворов, структура порово-трещинного пространства, ускорились процессы эрозии и заиления водоемов и характер сейсмических событий.

Кристаллический фундамент в пределах юго-восточной окраины Волго-Уральской антеклизы

представляет собой сложное сочетание разделенных разломами разновозрастных блоков докембрийских комплексов, в основном позднего архея, разнонаправленные движения которых в течение фанерозоя, в сочетании с широтно-климатической зональностью, определяли типы и особенности тектонического режима структур осадочного чехла. Общие положения флюидогеодинамики осадочных древних бассейнов говорят о том, что артезианские бассейны имеют длительную и сложную геологическую историю, формируются и существуют в этапы тектонической стабилизации при изостатическом выравнивании литосферы. В таких бассейнах проявляется определенный тип физико-химической (температура, минерализация, ионно-солевой и газовый состав) и гидродинамической (области питания, пластовые давления, направленность глубинного стока) зональностей как по площади, так и по разрезу [8].

В данный момент времени пока остается недостаточно изученной роль такого фактора как геологическое время. В его масштабах происходило активное техногенное вмешательство человека последних двух столетий, что фактически представляет собой мгновение. За это время произошло резкое изменение горного и пластового давлений, исходных физико-химических равновесий, динамических напряжений в жестком скелете горных пород. Резко изменились аномалии полей гравитации, электромагнитные и другие энергетические поля в толще горных пород.

Последствия энергоемкой и крупномасштабной антропогенной деятельности по-прежнему являются в недостаточной степени изученными, что отражается на качестве геоинформационного фонда и приводит к ошибкам в проектировании, в прогнозе, получении научно обоснованных выводов. Наибольшие изменения в сложных многофазовых системах следует ожидать при разработке нефтяных и гигантских газовых месторождений углеводородов. Отдельные исследователи фиксируют на таких месторождениях горные удары, землетрясения, искривления стволов скважин, разрывы обсадных и технических колонн, перетоки газовых и жидких углеводородов, а также пластовых рассолов подземных вод по затрубным и межтрубным нарушениям скважин в вышележащие водоносные горизонты. Отмечаются также прорывы газа из продуктивной толщи в атмосферу, что квалифицируется как геотехногенные аварии и катастрофы.

Комплексное изучение факторов природного и техногенного характера, определяющих как состояние геологической среды, так и среды оби-

тания живых организмов, необходимо осуществлять на освоенных и промышленно-развитых территориях. Ведущая роль в данном случае принадлежит более устойчивым инертным блокам литосферы и направленности их развития. Здесь, очевидно, необходимо отметить экологические функции литосферы. Блоки земной коры глубинного гидрогеодинамического комплекса, вовлеченные в техногенез, способствуют образованию природно-техногенных систем, которые должны подчиняться общим, как гидрогеодинамическим, так и гидрогеохимическим закономерностям. В ненарушенном состоянии природные системы имеют сбалансированный температурный, газовый и химический режим литосферы, атмосферы, гидросферы и биоты, однако техногенез изменяет эти условия, в результате чего возникает техногенный компонент, который может заявить о себе посредством сейсмических событий техногенного происхождения [4].

На отдельных крупных месторождениях, например, на Оренбургском нефтегазоконденсатном месторождении, объемы извлеченных флюидов становятся сопоставимыми с объемами всей водонапорной системы в контуре питания месторождений. В результате формируются зоны напряженно-деформированных толщ горных пород. Ведение сейсмического (геодинамического) мониторинга на юго-восточном склоне Волго-Уральской антеклизы, осуществляемое сотрудниками отдела геоэкологии Уральского отделения РАН, позволяет в реальном времени изучать и анализировать изменчивость напряженно-деформационного состояния геологической среды на территории Оренбургского Приуралья [7, 8].

Первостепенным и важным этапом при оценке экологической опасности и сейсмического риска является районирование Южного Приуралья. Детальное изучение сведений в опубликованных статьях, посвященных сейсмическим явлениям техногенного характера, свидетельствует о том, что при разработке крупных месторождений нефти и газа в массивах земной коры, обладающих деформационной напряженностью, сопровождается различными явлениями. Последние обусловлены внутренней энергией слоев и блоков горных пород, превышением интенсивности проявления горизонтальных напряжений по сравнению с вертикальными напряжениями, в них наблюдаются зоны, в пределах которых зафиксировано наиболее значительное изменение скорости современных движений земной коры. В этих зонах отмечается неравномерное распределение касательных тектонических напряжений как по площади, так и по вертикали. Также

установлено, что сейсмические события проявляются неравномерно в пространстве и во времени.

Блоки возможных предельных напряжений могут быть выделены и оконтурены благодаря регистрации сейсмических событий незначительной магнитуды вблизи тектонических разломов, сопряженных с деформационно-напряженными зонами. Выявлению зон предельных тектонических напряжений способствуют также исследования особенностей распределения полей влаго- и газоёмкости, зон проницаемости горных пород. Мониторинг сейсмической активности и выявленных зон техногенного и природного происхождения позволит предпринимать профилактические меры, упреждающие возможные сейсмические подвижки со значимой магнитудой и позволит создать информационную основу математического моделирования последствий нефтедобычи.

Дистанционное зондирование в сочетании с геоинформационными технологиями на исследуемой территории способствует более эффективному изучению современных тектонических движений. Данные, полученные в результате исследований, позволят выявлять новейшие разрывные тектонические нарушения, выделять морфоструктуры, наблюдать современные геодинамические процессы.

Антропогенная деятельность в верхних слоях литосферы и на поверхности земли приводит к нарушению природного равновесия блоков горных пород, которые подвергаются техногенному воздействию, а это может привести к возможному их разрыву, и, соответственно, к возникновению землетрясения. Очаги проявления землетрясений, обусловленных техногенными процессами, скорее всего, возникают в зонах, где отмечается изменение гравитационного поля земной коры под влиянием гидростатических нагрузок.

Наблюдаемая связь нефтегазоносных структур с разломами и разрывными дислокациями глубокого заложения указывает на развитие подобного рода дислокаций в осадочном чехле. Часть из них образует на территории исследований «структурную решетку». Платформенная часть территории Оренбургской области характеризуется наличием субширотных, дугообразных разломов, поясов разнонаправленных разрывных нарушений. Преобладают, в основном, разломы, имеющие северо-северо-восточное простирание. В пределах рассматриваемого региона выделяются протяженные транзитные структурные зоны дизъюнктивной природы, протягивающиеся между отдельными блоками или выступами кристаллического

фундамента. Территория бортовой зоны Предуральяского краевого прогиба также характеризуется наличием субширотных зон разломов. Анализ результатов исследований землетрясений техногенного характера в нефтегазоносных регионах свидетельствует о том, что деформации, накопленные в толщах горных пород, проявляют себя тектоническими сдвигами по уже имеющимся нарушениям. В результате проведенных экспериментов удалось установить, что в случае перехода части разлома в устойчивое равновесие приводит к снижению его динамической сдвиговой жесткости. При этом механические свойства пород контакта изменяются задолго до того, когда регистрируется явное перемещение зон разрыва. Это явление можно обнаружить с помощью инструментальных методов и использовать результаты замера в процессе разработки системы геодинамического мониторинга. В комплексе работ по прогнозу сейсмической опасности можно использовать результаты повторных исследований тепловых свойств пород в скважинах. Каротажные диаграммы термометрических исследований в скважине Ордовик-1 в интервалах глубин 0—4976 м позволили установить изменение геотермического градиента по стволу скважины в интервале от 0,7—0,93 °С до 2,7—2,9 °С. Необходимо заметить, что увеличение геотермического градиента наблюдается в интервалах глубин от 1800—1900 м до 3000—3100 м. С увеличением глу-

бины наблюдается снижение геотермического градиента до 0,43—1,00 °С [6].

Заключение

Проведенное исследование позволило оценить роль техногенного влияния на естественный характер геодинамических процессов в верхней части литосферы, где ведется активное извлечение нефти и газа. Последующая интенсификация воздействий, вызванная расширением нефтедобычи, может привести к катастрофическим последствиям, т. е. к созданию условий для возникновения необратимой деградации геологической среды. Необходимо разработать методику определения нормативных воздействий процессов техногенеза на геологическую среду. Создание системы мониторинга сейсмической обстановки в районах нефтедобычи будет способствовать выбору оптимального технологического режима добычи, приведет к снижению вероятности возникновения чрезвычайных ситуаций и заранее сообщать населению о возникновении сейсмической опасности. Внедрение сейсмического мониторинга в нефтегазоносном Оренбуржье позволяет объективно изучать и анализировать степень изменений тектонических напряжений состояния горных пород, а также влияние этих изменений на характер и степень преобразования геологической среды.

Библиографический список

1. Бутолин А. П., Шерба В. А. О возможности распознавания признаков геодинамически неустойчивых техногенно нарушенных блоков геологической среды в Оренбургском Приуралье // Геология в школе и в вузе: Геология и цивилизация. Матер. VIII Международной конференции. Том I. Науки о Земле. СПб.: РГПУ им. А. И. Герцена, 2013. С. 222—228.
2. Нестеренко М. Ю., Никанорова О. А. Техногенная сейсмическая активность в районах нефтегазодобычи в Южном Предуралье и ее статистический анализ // В мире научных открытий. 2013. № 6. (42). — С. 102.
3. Бутолин А. П., Шерба В. А. Геоэкологическое состояние и особенности зональности подземных вод в нефтегазоносном Оренбуржье // Геоэкологические проблемы современности: Межвуз. сб. науч. тр. Вып. 9. — Владимир: Изд-во ВГУ, 2007. С. 15—25.
4. Choy G. L., Rubinstein J. L., Yeck W. L., McNamara D. E., Mueller C. S., Boyd O. S. (2016). A Rare Moderate-Sized (Mw 4.9) Earthquake in Kansas: Rupture Process of the Milan, Kansas, Earthquake of 12 November 2014 and Its Relationship to Fluid Injection, *Seismol. Res. Letters*. V. 87. P. 1—9.
5. Хаин В. Е., Рябухин А. Г., Наймарк А. А. История и методология геологических наук. М.: Издательский центр «Академия», 2008. 416 с.
6. Нестеренко М. Ю., Нестеренко Ю. М., Соколов А. Г. Геодинамические процессы в разрабатываемых месторождениях углеводородов (на примере Южного Предуралья). Монография, РАН, Урал. отделение, Оренбург. науч. центр. Екатеринбург: УрО РАН, 2015. 186 с.
7. Экзарьян В. Н. Геоэкология и охрана окружающей среды. М., Изд. «Щит-М», 2009. 202 с.
8. Christina Nunez. Tremors linked to oil and gas activities were addressed by two key U. S. agencies this week. *National Geographic*. Published march 29, 2017. New USGS Maps Show Human-Induced Earthquakes.
9. The total number of Americans at high risk from both natural and human-induced earthquakes this year is about 4 million. Mar 03, 2017.
10. Экзарьян В. Н. Оценка экологических последствий в районах разработки месторождений полезных ископаемых. Сергеевские чтения. Выпуск 19. Материалы годичной сессии Научного Совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии. М.: РУДН, 2017. С. 82—86.

ТЕХНОЛОГИИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НАРУШЕННЫХ ТЕХНИКОЙ ЗЕМЕЛЬ В УСЛОВИЯХ КРИОЛИТОЗОНЫ

С. И. Миронова, д. б. н., профессор, г. н. с.,
Научно-исследовательский институт
прикладной экологии Севера
Северо-Восточного федерального университета
им. М. К. Аммосова, Якутск, Россия

Представлены результаты многолетних исследований нарушенных техникой земель на месторождениях (рудных и россыпных) золота, алмазов и опытных решений их оздоровления или восстановления. В поиске методов и способов биологической рекультивации особое внимание было уделено вопросу, как ускорить самозарастание нарушенных земель и методам без отсыпки плодородного слоя, т. е. использование нетрадиционных материалов взамен плодородных пород. Установлено, что проведению биологической рекультивации на нарушенных землях должно предшествовать изучение рекультивационного потенциала участка, т. е. состояние техногенной поверхности, грунтов и степени зарастания растительности для определения методов, видов для посева и посадки (по возможности) и доз внесения удобрений. В районах Южной Якутии (Алдан) ускорение зарастания растительности можно добиться путем внесения минеральных удобрений в ранних стадиях сукцессии, особенно на россыпях, а на севере, где условия суровее и нет плодородных пород для отсыпки поверхности, предлагается использовать нетрадиционные материалы (старик — сено, канализационные отходы, биоматы и т. д.) без отсыпки плодородных пород на техногенную поверхность с внесением минеральных удобрений с увеличением доз до 200 кг/га.

The results of long-term studies of lands damaged by equipment at the deposits (ore and placer) of gold, diamonds and experimental solutions to their recovery or restoration are presented. In search for methods and ways of biological remediation, special attention was paid to the issue of how to accelerate the self-overgrowing of disturbed lands and methods without dumping the fertile layer, i.e. the use of non-traditional materials instead of fertile rocks. It has been established that biological reclamation on the disturbed lands should be preceded by the study of the site's recultivation potential, i.e. the state of the technogenic surface, soils and the degree of vegetation overgrowing to determine the methods, types for sowing and planting (if possible) and the doses of a fertilizer. In the areas of Southern Yakutia (Aldan), the acceleration of vegetation overgrowth can be achieved by applying mineral fertilizers in the early stages of succession, especially in placers, and in the north, where the conditions are more severe and there are no fertile rocks for dumping the surface, it is proposed to use non-traditional materials (sewage waste, biomats, etc.) without dumping of fertile rocks on the technogenic surface with the introduction of mineral fertilizers with increasing doses up to 200 kg/ha.

Ключевые слова: криолитозона, нарушенные промышленные земли, биологическая рекультивация, методы старики, применение отходов, биоматов, внесение минеральных удобрений.

Keywords: cryolithozone, disturbed industrial lands, biological recultivation, old methods, use of waste, biomat, mineral fertilizers.

Введение. Понятие «рекультивация земель» предусматривает в первую очередь комплекс мероприятий, направленных на восстановление продуктивности и плодородия земель [1]. При этом в различных методических рекомендациях говорится о землях сельскохозяйственных угодий, а о восстановлении плодородия нарушенных земель на севере не упоминается.

На Севере при критическом уровне условий существования биоты и низком самовосстановительном его потенциале поддержание саморегулируемого равновесия в присутствии человека может быть либо при существовании его сообществ в рамках структур экосистемы (коренное население), либо на фоне активной природовосстановительной деятельности адекватной интенсивности хозяйственно-промышленного преобразования природной среды [2]. Особую опасность горнодобывающая техника представляет в криолитозоне, где при вскрытии почвенно-растительного слоя мгновенно происходят криогенные процессы, связанные с формированием сети морозобойных трещин, ледяных жил, бугров пучения (явлений солифлюкции и термокарста).

Для восстановления стабильности на нарушенных территориях (прекращение бурного течения эрозии, стабилизации теплового баланса) главную роль играет возобновление почвенно-растительного покрова, т. е. биологический этап рекультивации, которая находится лишь на начальном (опытном) этапе развития [3].

Нами на территории горнодобывающих предприятий «АЛРОСА» (Мирнинский и Айхальские ГОКи, ОА Нижнеленский и Алмазы Анабара), ХК «Якутуголь», АО «Полюс Алдан» опытно-экспериментальные работы по биологической рекультивации нарушенных земель на основе проведенных комплексных экологических исследований состояния техногенных поверхностей, грунтов и растительности [3–8].

Методы исследований. Основным общепринятым методом биологической рекультивации является метод залужения — посев многолетних травосмесей, который показал хорошие результаты по всему Советскому Союзу и России. Но для Якутии метод считается неэффективным по следующим причинам:

— метод назначен для сельскохозяйственной рекультивации, а в Якутии горнодобывающие предприятия сосредоточены в несельскохозяйственных зонах;

— дороговизна или отсутствие интродуцированных семян;

— обязательный плодородный слой, которого трудно найти в республике.

Перед проведением опытно-экспериментальных работ по биологической рекультивации необходимо определить рекультивационный потенциал техногенных участков — состояние поверхности, грунтов и степень их зарастания с применением общепринятых ландшафтных, почвенных и геоботанических методов. Нами применен метод выделения техногенных сукцессионных систем [3]. Опытные участки определяются по результатам рекогносцировочных исследований нарушенных участков с учетом их возраста образования по маркшейдерским картам. Размеры участков соответствуют общепринятым методикам и составляют 10 × 10 м. После выборки существующих методов биологической рекультивации на Севере перед нами поставлены следующие задачи:

— методы должны быть подходящими для суровых природно-климатических условий Якутии;

— обязательное применение минеральных удобрений;

— замена существующих в ГОСТах обязательной отсыпки поверхности плодородными породами ввиду их отсутствия во многих районах Якутии другими материалами разного происхождения;

— учет мнения горнодобывающих предприятий — заказчиков;

Исследованиями выявлены степень нарушения промышленных территорий, основные формы техногенного рельефа, состав и структура почвогрунтов и степень зарастания растительностью нарушенных участков. Данные показали, что для приближения возобновления почвенно-растительного покрова необходимы рекультива-

ционные работы, в частности проведение биологического этапа рекультивации.

Для проведения биологической рекультивации на территории Якутии обязательным является учет:

— суровых природно-климатических условий;

— отсутствие или малая доля естественных почв для отсыпки на нарушенных поверхностях;

— общепринятые методы биологической рекультивации на землях российских регионов не подходят для условий Якутии;

— отсутствия семян для биологической рекультивации из-за недостатка семенных хозяйств.

Эти причины подталкивают нас на поиск особых методов и способов биологической рекультивации для нашего региона и для криолитозоны в целом.

Объектами наших исследований были отвалы пустых пород карьеров рудных месторождений и хвостохранилища обогатительных фабрик.

Объекты наших исследований отличаются по природно-климатическим условиям — в Южной Якутии (центр золото- и угледобывающей промышленности) более благоприятные условия, чем в Западной и Северной (центр алмазодобычи).

В Якутии наиболее подходящими направлениями рекультивации являются природоохранное (предотвращение криогенеза), лесохозяйственное в лесной зоне и рекреационное, так как нарушенные земли находятся вблизи промышленных городов и поселков.

Для опытно-экспериментальных работ по биологической рекультивации перед нами стояли следующие задачи:

— рекультивацию провести без отсыпки плодородного слоя, особенно на севере, где его нет;

— заменить плодородный слой другими материалами;



Рис. 1. Вид рекультивационных участков по долине р. Биллях



Рис. 2. Рекультивационные работы на россыпях Алдана

— использовать при биологической рекультивации семена и саженцы местных видов растений с увеличением доз от нормы;

— обязательное внесение минеральных удобрений на не питательную среду пустых промышленных пород;

— обязательный уход после рекультивации в течение 3—5 лет (подсев, внесение удобрений, полив по возможности).

Наши опытные участки находятся на отвалах пустых пород в южной (Алданский и Нерюнгринский районы), Западной и Северной Якутии (Мирнинский, Анабарский районы). Работы ведутся с 2000-х годов. Если на юге основными задачами были ускорение самозарастания растительности россыпных месторождений, то на западе и севере — биологическая рекультивация отвалов и хвостохранилищ без отсыпки плодородного слоя с применением нетрадиционных материалов.

Основные результаты

На отвалах месторождения Биллях заложены опытные участки с посевом многолетних трав дикой и культурной флоры, а также посадка саженцев с внесением оптимальной (до 100 ц/га д. в.) дозы минеральных удобрений (аммофоска) (рис. 1).

Опыты по ускорению самозарастания дражных отвалов в долине р. Селигдар (Алдан) показали, что при внесении минеральных удобрений

в дозе 100 кг/га можно ускорить процесс сукцессии в ранних ее стадиях (рис. 2).

На месторождениях алмазных месторождений проводятся работы по рекультивации отвалов пустых пород карьеров, хвостохранилищ, промплощадок (рис. 3).

Хорошо порекомендовали на Айхале методы применения навоза, песка с перегноем, но их на территории просто нет, а перевозить из других районов дорого.

Выполнялись следующие методы биологической рекультивации на голой поверхности отвалов: метод залужения, применение старики (ветоши), биоматов, осадков канализационных сооружений и гидропосев.

Уже на второй год мы получили хорошие результаты — среднее проективное покрытие травостоя достигло до 60 %, а средняя высота — до 40 см. Хорошая всхожесть у опытов с применением старики и канализационных отходов. Использование биоматов показывает положительные результаты при посеве семян местных видов растений (пырейник, мятлик, бобовые, разнотравье). Особо можно выделить способ применения канализационных отходов на откосах и поверхности отвалов, результаты которых появились уже осенью при посеве весной, а на второй год биоразнообразие увеличилось в 2 раза с доминированием одно- и двулетников и началом заселения многолетников.



Рис. 3. Работы на отвалах карьера «Айхал» в 2010—2012 годах

Заключение. Исследования нарушенных земель привели к следующим выводам:

— проведению биологической рекультивации на нарушенных землях должно предшествовать изучение рекультивационного потенциала участка, т. е. состояние техногенной поверхности, грунтов и степени зарастания растительности для определения методов, видов для посева и посадок (по возможности) и доз внесения удобрений;

— в районах Южной Якутии (Алдан) ускорения зарастания растительности можно добиться путем внесения минеральных удобрений в ранних стадиях сукцессии, особенно на россыпях;

— на севере, где условия суровее и нет плодородных пород для отсыпки поверхности, предлагается использовать нетрадиционные материалы (старикку — сено, канализационные отходы, биоматы и т. д.) без отсыпки плодородных пород на техногенную поверхность с внесением минеральных удобрений с увеличением доз до 200 кг/га.

Статья подготовлена в рамках выполнения Государственного задания Минобрнауки РФ № 5.8169.2017/БЧ на выполнение проекта «Исследование сукцессий экосистем Севера под воздействием антропогенных факторов».

Библиографический список

1. Крючков В. В. Необходимость и возможность рекультивации на Крайнем Севере // Освоение Севера и проблема рекультивации. — Сыктывкар, 1994. — С. 23—32.
2. Арчегова И. Б., Дегтева С. С., Котелина Н. С., Турубанова Л. П., Юнонина А. А. Практические решения задач биологической рекультивации на Севере / Освоение Севера и проблемы рекультивации. — Сыктывкар, 1994. С. 33—39.
3. Миронова С. И. Растительные сукцессии на природно-техногенных ландшафтах Западной Якутии и их оптимизация (монография). М.: Издательский дом Академии Естествознания, 2016. — 140 с.
4. Миронова С. И. Техногенные сукцессионные системы растительности в условиях криолитозоны. Новосибирск: Наука, 2000. — 105 с.
5. Миронова С. И., Миркин Б. М. О разнообразии в некоторых техногенных сукцессионных системах Якутии / Экология, 1999, № 4, с. 266—270.
6. Природно-техногенные экосистемы Южной Якутии М.: Недра, 2006. — 186 с.
7. Иванов В. В. Трансформация природных комплексов при недропользовании в условиях криолитозоны (на примере Якутии). — Новосибирск: Наука, 2005. — 175 с.
8. Самозарастание нарушенных земель Севера / Л. П. Капелькина, О. И. Сумина, И. А. Лавриненко, О. В. Лавриненко, Е. А. Тихменев, С. И. Миронова. — СПб., Изд-во ВВМ, 2014, 207 с.

BIOLOGICAL RECLUTIVATION TECHNOLOGIES OF DISTURBED LANDS IN THE CRYOLITHOZONE

S. I. Mironova, Ph. D. (Biology), Dr. Habil, Professor, Institute of applied ecology of the North, M. K. Ammosov North-Eastern Federal University, Mironova47@mail.ru, Yakutsk, Russia

References

1. Kryuchkov V. V. Neobhodimost' i vozmozhnost' rekul'tivacii na Krajnem Severe [Necessity and possibility of recultivation in the Far North, monograph] *Osvoenie Severa i problema rekultivacii*. [Development of the North and the problem of reclamation]. Syktyvkar, 1994. P. 23—32. [in Russian]
2. Archegova I. B., Degteva S. S., Kotelina N. S., Turubanova L. P., Yunonina A. A. Prakticheskie resheniya zadach biologicheskoy rekul'tivacii na Severe [Practical problem solving biologicheskoi reclamation in the North] *Osvoenie Severa i problema rekultivacii*. [The development of the North and problems of recultivation]. Syktyvkar, 1994. P. 33—39. [in Russian]
3. Mironova S. I. Rastitel'nye sukcescii na prirodno-tekhnogennykh landshaftah Zapadnoj Yakutii i ih optimizaciya (monografiya) [Plant succession on natural and technogenic landscapes of Western Yakutia and their optimization (monograph)]. Moscow, Izdatelskij dom Akademii Estestvoznaniya, 2016. P. 140. [in Russian]
4. Mironova S. I. Tekhnogennye sukcesionnye sistemy rastitel'nosti v usloviyah kriolitozony [Technogenic successional system of vegetation in the permafrost]. Novosibirsk, Nauka, 2000. P.105. [in Russian]
5. Mironova S. I., Mirkin B. M. O raznoobrazii v kotorykh tekhnogennykh sukcesionnykh sistemah Yakutii [On the diversity in which the technogenic successional system of Yakutia] [*Ecology*]. *Ekologiya*, 1999, No. 4, P. 266—270. [in Russian]
6. Prirodno-tehnogennye ekosistemy Yuzhnoj Yakutii [Natural-technogenic ecosystems of South Yakutia]. Moscow, Nedra, 2006. P. 186. [in Russian]
7. Ivanov V. V. Transformaciya prirodnykh kompleksov pri nedropol'zovanii v usloviyah kriolitozony (na primere Yakutii) [Transformation of natural complexes due to subsoil use in the conditions of cryolithozone: a study of Yakutia]. Novosibirsk: Nauka, 2005. P. 175. [in Russian]
8. Kapelkina L. P., Sumina O. I., Lavrinenko I. A., Lavrinenko O. V., Tikhmenev E. A., Mironova S. I. Samozarastanie naruшенных zemel' Severa [The growth of disturbed lands of the North]. SPb, Izd-vo VVM, 2014. P. 207. [in Russian]



ПРОМЫШЛЕННЫЕ ОБЪЕКТЫ В ГРАНИЦАХ ОХОТНИЧЬИХ УГОДИЙ: ЭКОЛОГО-СОЦИАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ

В. В. Величенко, в. н. с., к. б. н.,
Ipes-08@mail.ru,
Научно-исследовательский институт
прикладной экологии Севера
Северо-Восточного федерального университета
им. М. К. Аммосова,
Якутск, Россия

В статье рассматривается вопрос влияния индустриальных проектов, затрагивающих целостность охотничьих угодий, на состояние численности охотничьих зверей и птиц — охотничьих ресурсов. На основании анализа сравнительных данных о численности охотничьих ресурсов в различных экономических зонах Республики Саха (Якутия) формулируется вывод об отсутствии закономерного снижения численности с ростом промышленного присутствия.

В статье обращается внимание на отсутствие законодательных основ обязательной компенсации убытков охотпользователям, чьи угодья подвержены воздействию антропогенных факторов, связанных с деятельностью промышленных предприятий. В настоящее время компенсацию потерь от утраты охотничьих ресурсов получают только охотпользователи из числа коренных малочисленных народов Севера.

В статье предлагается не только усовершенствовать методологию оценки убытков охотпользователей, но и разработать механизм, благодаря которому компенсационные выплаты будут направляться самим охотпользователям для проведения воспроизводственных мероприятий, направленных на рост численности охотничьих ресурсов.

The article discusses the impact of industrial projects affecting the integrity of hunting grounds on the state of the number of hunting animals and birds, i.e. hunting resources. Due to the analysis of comparative data on the number of hunting resources in various economic zones of the Republic of Sakha (Yakutia), the conclusion is formulated that there is no regular decrease in the number with an increase in the industrial presence.

The article draws attention to the lack of a legislative framework for mandatory compensation of losses to hunters whose lands are subject to anthropogenic factors associated with the activities of industrial enterprises. Currently, only hunting users from among the indigenous peoples of the North receive compensation for the loss from the loss of hunting resources.

The article proposes that the methodology for estimating the losses of hunting users should be improved, and that a mechanism, by which compensation payments will be sent to the hunting users themselves for reproduction activities aimed at increasing the number of hunting resources, should be developed.

Ключевые слова: охотничьи ресурсы, промышленные предприятия, воздействие, охотпользователи, убытки, методика, компенсации.

Keywords: hunting resources, industrial enterprises, impact, hunting users, losses, methods, compensation.

Введение. Республика Саха (Якутия) обладает значительными запасами возобновляемых и невозобновляемых природных ресурсов. В первой группе мы отметим лишь некоторые из них: лесные, рыбные и охотничьи ресурсы. При этом особо выделим охотничьи ресурсы, под которыми современный законодатель подразумевает млекопитающих (копытные, медведи и пушные звери) и птиц, представленных большим перечнем видов [8].

Список невозобновляемых природных ресурсов Якутии настолько обширен, что в данной статье мы отразим лишь некоторые полезные ископаемые: уголь, алмазы, нефть, природный газ, золото, строительные материалы (песок, щебень). Перечисленные выше невозобновляемые природные ресурсы выбраны нами, поскольку имеют непосредственное отношение к обсуждаемому вопросу, а именно — к вопросу воздействия добывающих предприятий на состояние охотничьих ресурсов.

Бурное развитие добывающих отраслей в республике сопровождается расширением и совершенствованием транспортной инфраструктуры. При этом одинаково значимое внимание уделяется как развитию железнодорожного, так и автомобильного транспорта, что влечет за собой увеличение протяженности железнодорожных магистралей и автомобильных дорог с твердым покрытием.

Все вышеперечисленное должно говорить об одном — реализация масштабных индустриальных проектов приводит к сокращению площадей охотничьих угодий, что должно повлечь за собой снижение численности охотничьих ресурсов. Рассмотрим настоящую гипотезу на примерах.

Результаты и обсуждение. В нашем распоряжении имеются официальные данные мониторинга численности охотничьих ресурсов Якутии за два временных среза, отстоящих друг от друга во времени. Первый период охватывает 2003—2005 годы, второй период это 2016—2018 годы. Если в начале 2000-х годов промыш-

ленное освоение вышеперечисленных регионов только начиналось (за исключением алмазодобывающей промышленности, добычи угля и золота), то последние годы характеризуются настоящей экспансией горнодобывающих и нефтегазодобывающих предприятий. Особенное развитие данные отрасли получают в Западной и Южной Якутии, на примере которых мы и попытаемся проиллюстрировать нашу гипотезу.

Достаточно сказать, что одним из масштабных инвестиционных проектов, оказывающих воздействие на охотничьи ресурсы, наряду с введенной в эксплуатацию трассой нефтепровода «Восточная Сибирь — Тихий океан» (ВСТО), является магистральный газопровод «Сила Сибири». В пределах Республики Саха (Якутия) трассы нефте- и газопровода пересекают Ленский, Олекминский, Алданский и Нерюнгринский районы. В зоне их потенциального влияния оказалась обширная территория Якутии (21,4 %) и значительная часть ее населения (28,8 %), в том числе коренные малочисленные народы Севера. Трассы пересекают границы многих охотпользователей, в том числе местностей (территорий) компактного проживания коренных малочисленных народов Севера.

Как же реагируют на усиление воздействия промышленности охотничьи ресурсы? В таблицах 1 и 2 приводится сравнительная динамика из-

Таблица 1
Сравнительная динамика численности соболя в некоторых районах Западной экономической зоны РС (Я)

Районы	Численность, тыс. особей		Изменение численности, %
	В среднем за 2003—2005 гг.	В среднем за 2014—2016 гг.	
Мирнинский	13,44	17,96	133,6
Олекминский	4,57	3,42	74,8

Таблица 2
Сравнительная динамика численности соболя в некоторых районах Южной экономической зоны РС (Я)

Районы	Численность, тыс. особей		Изменение численности, %
	В среднем за 2003—2005 гг.	В среднем за 2014—2016 гг.	
Алданский	7,95	23,48	295,3
Нерюнгринский	8,83	14,59	165,2

Таблица 3
Динамика численности охотничьих ресурсов в Республике Саха (Якутия) по данным зимних маршрутных учетов за 2015—2018 гг.

Вид животного	Численность охотничьих ресурсов по годам, тыс. особей			
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Соболь	220	265	251,2	295,7
Лось	75,0	83,0	90,0	129,0

менения численности соболя в некоторых районах двух экономических зон.

Представленные данные показывают, что за исключением Олекминского района, в остальных наблюдается рост численности соболя.

В отношении некоторых видов копытных динамика несколько иная, но в целом, тенденция к постепенному нарастанию численности свойственна для многих видов охотничьих ресурсов. Причем это характерно не только для выбранных нами районов, но и для всей республики в целом [5—7]. Приведем лишь несколько примеров из Обоснования проекта лимитов и квот добычи копытных животных, бурого медведя, соболя и рыси на территории Республики Саха (Якутия) в сезон охоты 2018/2019 годов [2].

Численность соболя по результатам ЗМУ 2018 года на свойственных угодьях республики увеличилась и составляет 295,7 тысяч особей, в то время как в 2017 году численность составляла 251 тысячу особей (табл. 3).

Состояние популяции вида во всех районах республики сохранилось на достаточно хорошем уровне, обеспечивающем возможность их хозяйственного использования в значительных объемах.

Лось на всей территории Республики Саха (Якутия) является одним из основных объектов любительской и спортивной охоты. В качестве мясной продукции и охотничьего трофея он представляет огромную ценность для населения и охотников республики. Поэтому этот вид охотничьих ресурсов всегда подвергался и продолжает подвергаться сильному прессу охоты. Несмотря на это, по данным зимнего маршрутного учета 2018 года численность лосей в Якутии составила 129,1 тыс. особей. Для сравнения специалисты приводят данные авиаучетных работ 2001—2002 гг., когда численность лосей в республике составляла только 42,7 тыс. особей (табл. 3).

Вышеприведенные данные показывают если не повсеместный рост, то во всяком случае, от-

сутствие общей тенденции снижения численности основных видов охотничьих ресурсов в условиях интенсификации промышленного освоения. Это вполне объяснимо, если принять во внимание обширность территорий Якутии, нивелирующей воздействие, на первый взгляд, масштабных индустриальных проектов.

Совсем иную картину мы наблюдаем на ограниченных по площади участках угодий, закрепленных за конкретными охотпользователями. Здесь изъятие части охотничьих угодий даже под небольшие по площади промышленные предприятия может оказать, и оказывает совсем иное, порой критическое воздействие. Эффект снижения численности здесь проявляется с особой силой, поскольку помимо изъятия части охотничьих угодий воздействие усиливается фактором беспокойства за счет прокладки постоянных и временных дорог (зимников), которые повышают доступность угодий в том числе и для несанкционированных охот.

Данное обстоятельство вызывает необходимость пересмотра некоторых методологических подходов к оценке воздействия факторов антропогенной группы на охотничьи ресурсы.

Ранее мы упомянули, что для представителей КМНС разработана специальная методика, утвержденная приказом Минрегионразвития РФ № 565 от 9 декабря 2009 г. [4]. Данная методика не лишена недостатков, и работы по ее совершенствованию ведутся, но она работает, и многие охотпользователи из числа коренных народов уже получают соответствующие компенсации.

Вопрос остается открытым для остальных охотпользователей, не являющихся представителями КМНС, которые лишены возможности получения компенсаций. Для оценки потерь вышеназванной категории охотпользователей используется «Методика исчисления размера вреда, причиненного охотничьим ресурсам», утвержденная Приказом Минприроды РФ от 8 декабря 2011 г. № 948 с изменениями, оговоренными в Приказе Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 17 ноября 2017 г. № 612.

При этом исчисление размера вреда, причиненного охотничьим ресурсам в отношении добывающих предприятий, проводится согласно п. б, который предусматривает расчет вреда **при нарушении или уничтожении среды обитания охотничьих ресурсов**, если в результате такого нарушения охотничьи ресурсы навсегда (или временно) покинули территорию обитания, что повлекло их гибель, сокращение численности на данной территории, снижение продуктивности их популя-

ций, а также репродуктивной функции отдельных особей.

В данном случае Методика рекомендует проводить расчет потерь охотничьих ресурсов по формуле, которая имеет вид:

$$Y_{н.т} = (N_{факт} + (N_{факт} \cdot N_{доп} \cdot t)) \cdot T,$$

где $N_{факт}$ — фактическая численность охотничьих ресурсов данного вида, обитающих на соответствующей территории воздействия, особей; $N_{доп}$ — норматив допустимого изъятия охотничьих ресурсов, в процентах; T — такса для исчисления размера вреда, причиненного охотничьим ресурсам, руб.; t — период воздействия, лет;

В результате расчетов по данной формуле потери охотничьих ресурсов складываются из потерь фактической численности ресурсов, обитающих на оцениваемой территории и хозяйственной продуктивности, т. е. количества охотничьих ресурсов, которое охотпользователь может законно изъять по нормативам, определенным Приказом Минприроды РФ № 138 ($N_{факт} \cdot N_{доп}$).

В таком варианте определяется размер вреда, причиненного охотничьим ресурсам, которые являются государственной собственностью. Из сказанного следует, что в данном случае оцениваются потери не охотпользователя, а государства, и компенсации за причиненный *вред охотничьим ресурсам* в настоящее время перечисляются в бюджет [1].

Налицо ситуация, которая не поддается логическому объяснению. С одной стороны, данные государственного мониторинга состояния численности охотничьих ресурсов говорят об отсутствии заметного снижения численности на больших территориях, которое могло быть вызвано деятельностью промышленных предприятий. С другой стороны, промышленные предприятия выплачивают государству, как собственнику охотничьих ресурсов, компенсационные выплаты за якобы имеющий место вред охотничьим ресурсам.

В то же время конкретные охотпользователи, на территориях которых размещены конкретные промышленные объекты, деятельность которых действительно снижает численность охотничьих ресурсов, что однозначно влияет на экономические показатели промысловой охоты, не получают никаких компенсаций.

Охотпользователи осуществляют законную деятельность в сфере охотничьего хозяйства, которая в данном случае представляет собой добычу охотничьих ресурсов с последующей реализацией заготовительным организациям с целью получения дохода. Лишаясь части охотничьих угодий в

виде площадей отвода и территорий воздействия, на которых в определенный период проведение промысловой охоты становится невозможно, либо ограничено, охотпользователь лишается части охотничьих ресурсов, которые он мог бы официально добыть исходя из фактической численности и нормативов допустимого изъятия.

Численность диких животных в силу действия антропогенных факторов на оцениваемых территориях действительно снижается, а с территорий отвода животные полностью перемещаются на сопредельные территории. В то же время эти животные не погибают, поэтому реальные потери охотпользователя будут определяться только той частью охотничьих ресурсов, которые он мог бы добыть исходя из фактической численности ресурсов с учетом нормативов изъятия.

Заключение. Необходимо пересмотреть как методические подходы оценки воздействия промышленности на охотничьи ресурсы, так и весь механизм компенсации последствий снижения численности охотничьих ресурсов на конкретных территориях. Необходимо добиваться на-

правления компенсаций, или их части, на расчетные счета охотпользователей, в границах которых осуществляют свою деятельность эти предприятия.

На наш взгляд, начать нужно с названия методики, поскольку «исчисление размера вреда, причиненного охотничьим ресурсам», не выдерживает никакой критики, так как основной задачей является не оценка самого факта снижения численности животных, а оценка убытков государства, физического или юридического лица (охотпользователя). Правильнее, начиная с названия документа, говорить об определении упущенной выгоды, поскольку именно это позволит охотпользователям на законных основаниях претендовать на получение соответствующих компенсаций.

Статья подготовлена в рамках выполнения Государственного задания Минобрнауки РФ № 5.8169.2017/БЧ на выполнение проекта «Исследование сукцессий экосистем Севера под воздействием антропогенных факторов».

Библиографический список

1. Величенко В. В. Вопросы эколого-экономической оценки природных ресурсов охотничьего хозяйства. — Якутск: Изд-во СВФУ им. М. К. Аммосова, 2010. — 130 с.
2. Заключение № 01 экспертной комиссии государственной экологической экспертизы по объекту: «Материалы обоснования проекта лимитов и квот добычи копытных животных, бурого медведя, соболя и рыси на территории Республики Саха (Якутия) в сезон охоты 2018/2019 года (на период с 01 августа 2018 года по 01 августа 2019 года)». — Якутск, 2018. — 34 с.
3. Методика исчисления размера вреда, причиненного охотничьим ресурсам / Утверждена приказом Минприроды России от 08.12.2011 № 948.
4. Методика исчисления размера убытков, причиненных объединениям коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации в результате хозяйственной и иной деятельности организаций всех форм собственности и физических лиц в местах традиционного проживания и традиционной хозяйственной деятельности коренных малочисленных народов Российской Федерации», утвержденной Приказом Минрегионразвития РФ от 9 декабря 2009 г. № 565.
5. Отчет на оказание услуг по обработке данных (карточек) зимнего маршрутного учета (ЗМУ) и материалов анкетного опроса на территории Республики Саха (Якутия) в 2017 году. — 34 с.
6. Отчет на оказание услуг по обработке данных (карточек) зимнего маршрутного учета (ЗМУ) и материалов анкетного опроса на территории Республики Саха (Якутия) в 2018 году. — 34 с.
7. Отчет по обработке данных зимнего маршрутного учета (ЗМУ) на территории Республики Саха (Якутия) в 2016 году (по договору № 03/2016 на выполнение работы по обработке данных послепромыслового учета охотничьих ресурсов и зимнему маршрутному учету (ЗМУ) на территории Республики Саха (Якутия) в 2016 году). — 47 с.
8. Федеральный закон от 24 июля 2009 г. № 209-ФЗ «Об охоте и о сохранении охотничьих ресурсов, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» (в ред. федеральных законов от 27 декабря 2009 г. № 365-ФЗ, от 27 декабря 2009 г. № 374-ФЗ, от 31 мая 2010 г. № 111-ФЗ, от 28 декабря 2010 г. № 398-ФЗ, от 14 июня 2011 г. 137-ФЗ).

INDUSTRIAL OBJECTS WITHIN THE LIMITS OF HUNTING GROUNDS: ECOLOGICAL AND SOCIAL ASPECTS OF THE IMPACT

V. V. Velichenko, Leading Researcher, Research Institute of Applied Ecology of the North NEFU, Ph. D., lpes-08@mail.ru

References

1. Velichenko V. V. Voprosy ehkologo-ehkonomicheskoy ocenki prirodnyh resursov ohotnich'ego hozyajstva [Issues of environmental and economic assessment of natural resources of hunting]. Yakutsk: Publishing House NEFU named after M. K. Ammosova, 2010. 130 p. [in Russian]

2. Zaklyuchenie № 01 ekspertnoj komissii gosudarstvennoj ekologicheskoy ekspertizy po ob'ektu: "Materialy obosnovaniya proekta limitov i kvot dobychi kopytnyh zhivotnyh, burogo medvedya, sobolya i rysi na territorii Respubliki Saha (Yakutiya) v sezon ohoty 2018/2019 goda (na period s 01 avgusta 2018 goda po 01 avgusta 2019 goda)". [Conclusion No. 01 of the expert commission of the state environmental review on the project: "Materials for justifying the draft limits and quotas for ungulates, brown bear, sable and lynx in the Republic of Sakha (Yakutia) in the hunting season 2018/2019 (for the period from August 01 2018 to 01 August 2019) "]. Yakutsk, 2018. 34 p. [in Russian]
3. Metodika ischisleniya razmera vreda, prichinennogo ohotnich'im resursam / Utverzhdena prikazom Minprirody Rossii ot 08.12.2011 № 948. [The method of calculating the amount of harm caused to hunting resources / Approved by the order of the Ministry of Natural Resources of Russia dated December 8, 2011. No. 948] [in Russian]
4. Metodika ischisleniya razmera ubytkov, prichinennykh ob'edineniyam korennykh malochislennykh narodov Severa, Sibiri i Dal'nego Vostoka Rossijskoj Federacii v rezul'tate hozyajstvennoj i inoj deyatel'nosti organizacij vsekh form sobstvennosti i fizicheskikh lic v mestah tradicionnogo prozhivaniya i tradicionnoj hozyajstvennoj deyatel'nosti korennykh malochislennykh narodov Rossijskoj Federacii", utverzhdennoj Prikazom Minregionrazvitiya RF ot 9 dekabrya 2009 g. № 565. [The method of calculating the amount of losses caused to associations of indigenous minorities of the North, Siberia and the Far East of the Russian Federation as a result of economic and other activities of organizations of all forms of ownership and individuals in places of traditional residence and traditional economic activities of indigenous minorities of the Russian Federation, approved by the Order of the Ministry of Regional Development of the Russian Federation dated December 9, 2009, No. 565]. [in Russian]
5. Otchet na okazanie uslug po obrabotke dannyh (kartochek) zimnego marshrutnogo ucheta (ZMU) i materialov anketnogo oprosa na territorii Respubliki Saha (Yakutiya) v 2017 godu. [Report on the provision of data processing services (cards) for winter route accounting (ZMU) and questionnaire materials in the Republic of Sakha (Yakutia) in 2017]. 34 p. [in Russian]
6. Otchet na okazanie uslug po obrabotke dannyh (kartochek) zimnego marshrutnogo ucheta (ZMU) i materialov anketnogo oprosa na territorii Respubliki Saha (Yakutiya) v 2018 godu. [Report on the provision of data processing services (cards) for the winter route accounting (ZMU) and questionnaire materials in the Republic of Sakha (Yakutia) in 2018]. 34 p. [in Russian]
7. Otchet po obrabotke dannyh zimnego marshrutnogo ucheta (ZMU) na territorii Respubliki Saha (Yakutiya) v 2016 god (po dogovoru № 03/2016 na vypolnenie raboty po obrabotke dannyh poslepromyslovogo ucheta ohotnich'ih resursov i zimnemu marshrutnomu uchetu (ZMU) na territorii Respubliki Saha (Yakutiya) v 2016 godu). [Report on the processing of winter route registration data (ZMU) in the territory of the Republic of Sakha (Yakutia) in 2016 (under agreement No. 03/2016 to perform work on the processing of post-harvest accounting data of hunting resources and winter route accounting (ZMU) in the territory of the Sakha Republic (Yakutia) in 2016)]. 47 p. [in Russian]
8. Federal'nyj zakon ot 24 iyulya 2009 g. № 209-FZ "Ob ohote i o sohranении ohotnich'ih resursov, i o vnesenii izmenenij v otdel'nye zakonodatel'nye akty Rossijskoj Federacii" (v red. federal'nyh zakonov ot 27 dekabrya 2009 g. № 365-FZ, ot 27 dekabrya 2009 g. № 374-FZ, ot 31 maya 2010 g. № 111-FZ, ot 28 dekabrya 2010 g. № 398-FZ, ot 14 iyunya 2011 g. 137-FZ). [Federal Law of July 24, 2009 No. 209-ФЗ "On Hunting and on the Conservation of Hunting Resources, and on Amendments to Certain Legislative Acts of the Russian Federation"] [in Russian]

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ

Г. А. Фоменко, доктор географических наук, профессор, АНО Научно-исследовательский проектный институт «Кадастр», Ярославский государственный технический университет, info@nipik.ru,
М. А. Фоменко, кандидат географических наук, доцент, ООО «Научно-производственное предприятие «Кадастр», info@nppkad.ru

В условиях неожиданных стрессов и потрясений современной эпохи, когда происходит фундаментальное изменение действующих экономических структур, культуры и социальных систем, поляризации и пульсации социально-экономического пространства, общество вынуждено все в большей степени оценивать свои действия с позиции приемлемости рисков. Изменяются подходы к экологическому территориальному планированию. По мере эволюции понимания экологических проблем и нарастания глобальных экологических угроз на первый план выдвигаются задачи повышения жизнестойкости городов и поселений, а также сохранения экосистем. Предложенная статья обладает прикладной ценностью, поскольку, на основании практического опыта, показывает особенности экосистемного подхода применительно к экологическому планированию развития территорий в интересах устойчивого развития.

Now, in the modern time of unexpected stresses and shocks, when present economic structures, culture and social systems, polarization and pulsation of socio-economic space are changing fundamentally, society has to assess the taken measures more in terms of acceptable level of risk. The approaches to environmental spatial planning are changing as well. As the understanding of ecological issues is changing and global ecological threats are getting worse, the tasks of increasing resilience of cities and towns and ecosystem conservation have become of most relevance. This article is of practical value, showing specific features of the ecosystem approach in environmental territory development planning for sustainable development.

Ключевые слова: устойчивое развитие, слабая устойчивость, экологическое планирование, природные ресурсы, экосистемные услуги, экологические риски, природоохранные институты.

Keywords: sustainable development, weak sustainability, environmental planning, natural resources, ecosystem services, ecological risks, environmental institutions.

В условиях, когда человек стал, по образному выражению В. И. Вернадского [1], «геологической силой», биосфера фактически превратилась в антропосферу¹. Локационное (физическое, негативное) и коммуникационное (виртуальное, позитивное) сжатие пространства, разбалансировка климата, ускорение урбанизации и нарастание геополитических противоречий в условиях начавшегося перехода к новому технологическому укладу, когда массово внедряется целый ряд глобально значимых критических технологий², и их совместное воздействие на устойчивое развитие невозможно точно спрогнозировать, обострили проблему очевидной нелинейности процессов развития.

По мнению ведущих экспертов, обществу предстоит переход через период нестабильности или бифуркации³. Когда происходит фундаментальное изменение действующих структур, культуры и социальных систем, общество и его институты вынуждены все в большей степени оценивать свои действия с позиций приемлемости рисков [4, 5]. В своем докладе проф. Jan Rotmans⁴ сравнил признаки старой и новой экономики, а также отметил, что переход к новой экономике достиг переломного момента (рисунок 1), который характеризуется хаосом, конфликтами, военными действиями. Это выражается в нарастании интегральных рисков, в структуре которых за последнее десятилетие существенно возросла роль экологических рисков⁵.

¹ Термин «антропосфера», по-видимому, введен Д. И. Анучиным в 1902 г. Антропосфера — «стадии и формы культуры» человека на поверхности Земли [2].

² «Критическая технология» — технология, разработка и использование которой обеспечивают интересы государства в сфере национальной безопасности, экономического и социального развития [3].

³ Материалы экспертного форума “Green Growth and Sustainable Development Forum 2015 — Enabling the next industrial revolution: Systems innovation for green growth”. ОЭСР, Париж, 2015. В мероприятиях форума принимали участие эксперты из стран ОЭСР, а также Китая, России и ряда других стран, не входящих в эту организацию.

⁴ Выступление на форуме в декабре 2015 года «Green Growth and Sustainable Development Forum 2015. Enabling the next industrial revolution: Systems innovation for green growth”.

⁵ Федеральным законом РФ от 10.01.2002 «Об охране окружающей среды» экологический риск определяется как вероятность наступления события, имеющего неблагоприятные последствия для природной среды и вызванного негативным воздействием хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайными ситуациями природного и антропогенного характера.

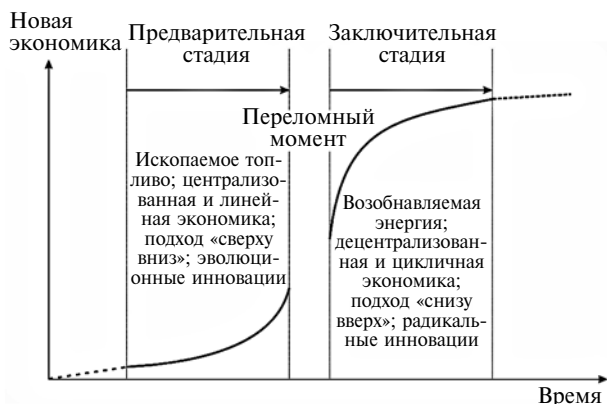


Рис. 1. Переход к новой экономике: системные инновации для зеленого роста

Источник: [6]

По завершению периода нестабильности и переходу к новому состоянию устойчивости облик глобальной картины мира претерпит существенные изменения, и важно, чтобы новый сценарий развития стал благоприятен для выживания человечества. В новой ситуации следует переосмыслить сами подходы стратегического территориального планирования.

Базовые методологические подходы к природоохранному планированию развития территорий.

Современное природоохранное планирование развития территории воспринимается сегодня как нечто большее, чем простое составление плана. Цель его заключается в последовательном проведении целесообразных изменений; при этом будущее формируют как из общих соображений (сверху вниз), так и основываясь на использовании опыта (снизу вверх). Теория планирования постоянно развивается, объединяя в себе различные типы планирования [7—9]. Наиболее удачно все многообразие планирования свел к нескольким основным типам Г. Бенвенисте (1994), применение которых в природоохранной сфере в условиях России имеет как общие черты, соответствующие опыту других стран, так и свои особенности (таблица 1):

- *всеобъемлющее рациональное планирование*, основу которого составляет системный подход и всесторонний анализ альтернативных вариантов;
- *протекционное планирование*, фокусирующее внимание на максимальном продвижении интересов социально незащищенных слоев населения (малоимущих, национальных меньшинств и др.);
- *аполитичное планирование*, базирующееся на представлении о том, что оно осуществляется

лишь как техническая функция, без какого-либо внимания к распределению властных и политических полномочий в ходе и по результатам процесса планирования (на деле планировщики вынуждены демонстративно скрывать неизбежно возникающие в их работе политические аспекты);

- *критическое планирование* (как альтернатива аполитичному), при котором основное внимание уделяется методам распределения власти в обществе; осознается важность свободного диалога и поиска консенсуса;
- *стратегическое планирование*, имеющее своей основной целью выработку и осуществление стратегии по достижению вполне определенной стратегической (корпоративной) цели и основанное на организационной интеграции и координации, что помогает преодолеть возникающие трудности и лучше использовать представляющиеся возможности;
- *инкрементальное планирование*, как процесс принятия эффективных решений путем малых последовательных скоординированных действий (шагов), в ходе которого основное внимание уделяется организации взаимодействия заинтересованных сторон, без жесткой централизованной координации. Акцент делается на последовательности и постепенности действий: постоянно осуществляется выбор из альтернатив, сходных с теми, что были и в прошлом.

Как показывает практика, в чистом виде перечисленные выше типы планирования используются не всегда; планирование природопользования в условиях того или иного региона может включать в себя различные их элементы; роль каждого из них будет определяться всей совокупностью географических условий конкретной территории.

Существенное возрастание в последние годы роли экологических рисков [4, 5] в общей структуре глобальных рисков корректирует само базовое понимание устойчивости — «sustainable development», которая все чаще рассматривается как способность отдельных людей, сообществ и геосистем⁶ к выживанию. Более того, сам термин дополняется, а то и заменяется термином «resilience», понимаемым как жизнестойкость, снижение уязвимости в рискованной внешней среде.

⁶ Геосистема — относительно целостное территориальное образование, формирующееся в тесной взаимосвязи и взаимодействии природы, населения и хозяйства, целостность которого определяется прямыми, обратными и преобразованными связями, развивающимися между подсистемами геосистемы [10].

**Краткая характеристика основных типов планирования применительно
к сфере охраны окружающей среды**

	Всеобъемлющий рациональный	Протекционный	Аполитичный	Критический	Стратегический	Инкрементальный
Кто?	Altshuler A. A., Waterston A., Schultze C. L., Sarfatti Larson M. и др.	Davidof P., Barber B., Spiegel H. B., Kramer R. M., Edelston H., Kolodner F. K., Wachs M., Perin C., Jenkins-Smith H. C. и др.	Catanese A. J., Beyle T. L., Lathrop G. T., Faludi A., Hastings P., Howe E., Kaufman J. и др.	Castells M., Cook K. S., Scott A. J., Deal M., Harvey D., Krallshaar R., Silva E. T., Habermas J., Neufville J., Berger P. L., LucKmann T. и др.	Andrews K., Cristensen K. S., Bryson J. M., O'Connor R., Ansoff J., Below P. J., Morrissy G. L., Acomb B. L., Bryson J. M., Elnsweller R. C., Kaufman J. L., Jacobs H. M. и др.	Lindblom C. T., Braybrooke D., Benveniste G., Weiss C. H., Carnegie D. и др.
Что?	Системный взгляд и системный подход	Ориентация на соблюдение интересов малоимущих слоев населения	Отказ от политических аспектов процесса планирования; непризнание его управленческой роли	Критикуя современную практику планирования ведущую роль отводит методам распределения власти в обществе и степени влияния этого распределения на планирование	Предполагает невозможность достичь всеобъемлемости и ориентируется на наилучшие решения в конкретной ситуации	Метод принятия решений путем малых приращений. Приоритет — согласие о сегодняшней политике, а не о будущих целях
Почему?	Предоставляет возможность выбора наилучшего варианта решения. Кроме того, дает плановикам опыт, необходимый для успешной дальнейшей работы в сфере планирования	Осознание невозможности обеспечения участия простых граждан в процессе принятия решений в качестве главной трудности при составлении плана	Недооценка плановиками политических факторов при планировании	Несогласие с аполитичной позицией плановиков; осознание необходимости при планировании новых, не только технических, знаний, побуждающих эффективные действия	Недоверие к способностям людей предвидеть будущее	Потребность в облегчении взаимодействия и координации в условиях неопределенной обстановки (внешней и внутренней)
Как?	Уточнение задачи, проведение системного анализа с целью выработки ряда альтернатив, установление критериев выбора оптимального варианта из этих альтернатив, выбор и анализ результатов	Учет при планировании потребностей людей, особенно неимущих, которые в обычных условиях, тем более при ВРП, были проигнорированы	Сведение планирования исключительно к технической функции; отделение планирования от процесса управления и менеджмента	Концентрация внимания на неравномерном распределении власти, важности свободных коммуникаций и поиске консенсуса. Базируется на феноменологическом подходе, предусматривающем понимание предпосылок, мировоззрений, чувств и желаний жителей территории	Фокусирует внимание на исследовании сильных и слабых сторон организации вместе с исследованием «возможностей» и «угроз» вне организации. Никогда не имеет логического конца, всегда касается частного и заранее выбранного. Главный администратор играет в процессе решающую роль, плановики-эксперты помогают высшему эшелону власти в выполнении своих задач	Выбор основан на последовательных, но ограниченных сравнениях нескольких альтернатив. В неопределенной обстановке каждый участник процесса должен понять как действуют другие и приспособиться. Тем самым удается избежать серьезных ошибок

В условиях нарастания рискогенности жизнедеятельности и нарастания поляризации экономического пространства повышается значение локального уровня управления природоохранной деятельностью, возрастает роль местных стратегий и планов действий, поскольку именно локальные сообщества в наибольшей степени страдают от деградации природной среды, а на региональном уровне управления природоохранной деятельностью усиливаются координирующие функции [11].

Основные тенденции природоохранного планирования территориального развития. В условиях неожиданных стрессов и потрясений современной эпохи на первый план выдвигаются задачи повышения жизнестойкости городов и поселений, а также сохранения экосистем перед нарастанием глобальных экологических угроз. Поэтому так важно уже на начальных этапах планирования учитывать современные тенденции, актуальные в условиях конкретной территории.

Концепция экосистемных услуг впервые стала применяться в качестве официальной конструкции устойчивости в 1997 году Р. Костанцой [12] и Г. Дейли [13]. Само понятие «экосистемные услуги» (ecosystem services) отображает многообразие отношений человека с географическим пространством. В контексте концепции устойчивого развития экосистемные услуги выступают как механизм активного целерационального воздействия человека на экосистемы. Экосистемное восприятие мира нашло свое развитие в новой концепции живых систем (А. А. Богданов, Л. фон Берталанфи, И. Б. Пригожин, У. Матурана и Ф. Варела, Ф. Капра, П. Г. Кузнецов, Н. Н. Моисеев и др.), согласно которой акцент делается на «системных» взглядах. Следует отметить учение о геосистемах В. Б. Сочавы, развиваемое применительно к бассейнам рек Л. М. Корытным, С. Я. Сергиным, В. М. Смольяниновым, А. Ю. Ретеюмом, К. Н. Дьяконовым.

Сегодня концепция «экосистемных услуг» стала важным направлением развития экономики природопользования и региональных географических исследований. Любые усилия по достижению устойчивого развития должны предусматривать создание условий для сохранения и неистощительного использования экосистем, более справедливого распределения благ и снижения влияния факторов, порождающих деградацию экосистем. Успех в данном направлении зависит от решения двух одинаково важных задач: поддержания структуры и функций экосистем (способность экосистем к восстановлению) и выработки подходов, позволяющих сократить ис-

пользование ресурсов при производстве и потреблении, а также снизить соответствующее воздействие на окружающую среду [14, 15]. В Российской Федерации в указанном направлении осуществляют исследования кафедра экономики природопользования экономического факультета МГУ (С. Н. Бобылев), Институт географии РАН (А. А. Тишков), Институт «Кадастр» (Г. А. Фоменко) и др. [16–18].

Обширный опыт научных исследований, методических разработок и практических примеров природоохранного планирования на различных уровнях территориальной организации (на уровне страны, региона и местного самоуправления) [14] и различной целевой направленности (включая планирование территориального развития, повышение эффективности сохранения особо охраняемых природных территорий [19–22], соблюдение режима использования санитарно-защитных зон [23, 24] и зон санитарной охраны [25] и др.) позволил выявить основные тенденции природоохранного планирования территориального развития в Российской Федерации.

Во-первых, существенная эволюция понимания экологических проблем (таблица 2). С появлением новой информации все шире осознается сложность взаимосвязей и взаимозависимостей в системе «Общество—Природа» и причин их обусловивших, в том числе глобальных геополитических и социально-экономических сдвигов. Сравнительно недавно, начиная с 1990-х годов, когда стало известно, что многие проблемы обусловлены действием нескольких различных факторов, экологические задачи стали интегрировать в отраслевую политику, например, водохозяйственную или сельскохозяйственную, и подразделять по направлениям воздействий на водные ресурсы, атмосферный воздух, ландшафты, почву и т. п.; результаты подобного подхода оказались неоднозначными.

Так, интеграция экологической проблематики в стратегическое управление территориями, начавшееся относительно широкое информирование общественности об экологической ситуации, безусловно, помогли ослабить некоторые виды негативных воздействий на окружающую среду. Однако решение долговременных комплексных экологических проблем системного характера, таких, как сокращение биоразнообразия в результате уничтожения местообитаний и чрезмерной эксплуатации экосистем, возрастание экологических рисков здоровью, обусловленных загрязнением окружающей среды и изменением климата, сталкивается с институциональными провалами. Это объясняется комплексным характером

Эволюция экологических проблем

Характер проблем	Конкретные	Рассредоточенные	Системные
Основные черты	Линейные причинно-следственные связи; крупные (точечные) источники; часто местного уровня	Совместное действие нескольких факторов; множественные источники; часто территориального уровня	Причины системного характера; взаимосвязанные источники; часто мирового масштаба
Период внимания к проблемам	1970—1980-е гг. (и до настоящего времени)	1990—2000-е гг. (и до настоящего времени)	Требования транзита к новой экономике и устойчивому развитию
Преобладающие подходы к решению	Цели и мероприятия в области решения отдельных проблем	Интеграция в Стратегическое управление, информирование общественности	Целостные комплексы мер и другие подходы системного характера

Источник: [26].

экологических проблем территорий, городов и поселений; многообразием связей в эколого-социально-экономических территориальных системах, что затрудняет четкое определение проблем и их решение; коротким диапазоном планирования и принятия решений⁷ реальными распорядителями природных ресурсов и экосистемных услуг (3—5 лет), что не позволяет им рассматривать системные экологические проблемы в качестве приоритетных.

Во-вторых, нацеленность на обеспечение устойчивости экосистем, что предполагает их способность сохранять структуру и нормальное функционирование при изменениях экологических факторов. Природа способна поддерживать или, напротив, препятствовать развитию человеческого общества. Это ее свойство сегодня отождествляют с понятием экосистемных услуг⁸ как комплекса всех благ, получаемых человеком от природы⁹. Экосистемный подход рассматривается в качестве базового в концепции инклюзивного «зеленого» роста, ориентированного на устойчивое развитие, поскольку речь идет о поддержании экологичес-

⁷ Важнейший для природоохранной деятельности социокультурный индикатор [27].

⁸ Понятие экосистемных услуг, введенное в «Оценке экосистем на пороге тысячелетия», существенно изменило характер дискуссий о потере биоразнообразия [28].

⁹ Согласно методологическим подходам СПЭУ выделены три группы экосистемных услуг: регулирующие (генерируются вследствие способности экосистем влиять на характер климата, гидрологические и биохимические циклы, процессы, происходящие на земной поверхности, а также на разнообразные биологические процессы), обеспечивающие (представляют собой материальные и энергетические ресурсы, генерируемые в экосистемах или экосистемами), культурные (генерируются благодаря физическим параметрам экосистемы, ее месторасположению или сложившейся ситуации). Данные обстоятельства формируют интеллектуальные и символические выгоды, которые население в конечном счете получает от экосистем в процессе рекреации, приобретения новых знаний, отдыха и духовного развития) [29].

ки целесообразной среды обитания человека на конкретной территории. Его результативность зависит от решения двух основных задач: поддержания структуры и функций экосистем (их способности к восстановлению) и выработки подходов, позволяющих сократить использование ресурсов в производстве и потреблении, а также снизить соответствующее воздействие на окружающую среду (ресурсоэффективность) [30]. Поэтому в стратегический анализ развития территорий, большинство из которых следует рассматривать в качестве антроподеградированных экосистем, целесообразно включать определение экологических ограничений и регламентаций использования экосистемных услуг и своевременное выявление угроз их истощения, а также выявление новых возможностей развития, обусловленных территориально конкретным набором экосистемных услуг.

В первую очередь следует выявить те экосистемные услуги, которые способны оказать здоровые и неповрежденные экосистемы; это послужит мотивом сохранить ландшафты и восстановить те из них, которые ухудшились или были полностью потеряны. Не менее важно включить в процесс стратегического планирования развития территории экосистемные услуги, поток которых можно увеличить без ущерба для устойчивости экосистем. Отметим, что восстановление устойчивости экосистем к внешним воздействиям и улучшение условий жизни людей часто требуют значительно большего времени, чем снижение неблагоприятного воздействия на окружающую среду или повышение эффективности использования ресурсов. Одни задачи могут быть решены в течение двух десятков лет, а иногда и быстрее, решение других требует нескольких десятилетий постоянных усилий. Различие временных масштабов осложняет работу, однако, увязка временных горизонтов возможна именно в рамках комплексной стратегии экологического развития территории.



Рис. 2. Целевые приоритеты Экологической стратегии развития территории, сохранения окружающей среды и воспроизводства природных ресурсов Ярославской области

Источник: [31]

Разработка экологической стратегии развития территории в качестве информационной основы предполагает комплексное использование и системную интеграцию информации; разработку и применение новых показателей, позволяющих сравнивать результаты в экономической, социальной и экологической областях [29].

В-третьих, возрастание роли целеполагания и ценностного в своей основе нормативного регулирования в условиях нарастания глобальной социально-экономической нестабильности. В период бифуркаций, связанных с неопределенностью социально-экономических последствий массового внедрения новейших технологий, критически важно избежать самоубийственных сценариев развития человечества. Это предполагает установление соответствующих глобальных целей устойчивого развития и мониторинг их достижения. Признание системного характера экологических проблем и глобальной обусловленности многих из них влечет за собой потребность в интегрированном, системном подходе к выработке целей устойчивого развития (ЦУР) на всех уровнях территориальной организации, учитывающих в том числе и социокультурные особенности территорий. По-

этому так важно принятие большинством стран мира в конце 2015 года¹⁰ единых целей устойчивого развития (ЦУР) и их последующая гармонизация. Многие из этих глобальных целей нашли отражение в Указе Президента Российской Федерации «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» от 7 мая 2018 года.

Сопряженный анализ приоритетных экологических проблем с учетом ЦУР (на примере Ярославской области) позволил выявить базовые системные экологические приоритеты территориального развития (рисунок 2). Такой выбор существенно отличается от широко применяемого, по сути отраслевого, подхода к природоохранному планированию (в соответствии с основными видами негативного воздействия на атмосферный воздух, водные объекты, ландшафты, почвы, животный и растительный мир и т. д.). Это означает, что в основе долгосрочных стратегических решений в сфере экологии следует ак-

¹⁰ Новая повестка и Цели устойчивого развития приняты на Конференции ООН в сентябре 2015 г. <http://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/summit/>

центрировать внимание не только на деятельности предприятий — загрязнителей, а, прежде всего, на преобразовании важнейших систем жизнеобеспечения — транспортной, энергетической, жилищно-коммунальной и продовольственной. Следует найти способы поставить их на экологически устойчивую основу за счет повышения эффективности использования природных ресурсов, снижения энергопотребления, сокращения выбросов парниковых газов, а также обеспечения общей совместимости этих систем с благополучием систем экологических.

Это потребует корректировки самых различных общественных систем (административной, правовой, финансов и налогообложения, здравоохранения и образования), изменения подходов к стратегическому планированию и проектированию, а также разработки соответствующих показателей результативности, налаживания их мониторинга; иными словами, речь идет о существенных изменениях институциональной системы. Отметим, что в условиях экономической глобализации повышается значение локального уровня управления природоохранной деятельностью; возрастает роль местных стратегий и планов действий, ориентированных на минимизацию издержек, которые возникают в результате импорта унифицированных природоохранных институтов, инициированного на федеральном уровне. На региональном уровне управления природоохранной деятельностью усиливаются координирующие функции.

В-четвертых, экомодернизация в рамках технологической революции и начавшегося глобального перехода к «зеленой» экономике. Одним из следствий технологических изменений последних лет, в результате чего стал очевиден начавшийся переход к новому технологическому укладу, следует назвать существенное переосмысление развития территорий в контексте «зеленого» роста. Принципиально, что «зеленая» экономика¹¹ понимается не как развитие «зеленых» отраслей, а как ее общее «позеленение», в соответствии с ориентацией на инклюзивный «зеленый» рост, ориентированный на устойчивое развитие [32]. Это предполагает решимость обеспечить устойчивость экосистем (в том числе городских), их способность сохранять структуру и нормальное функционирование при изменениях экологических факторов (при переходе к новому технологическому укладу).

¹¹ Наиболее распространенное определение «зеленой» экономики сформулировано ЮНЕП: «зеленой» является такая экономика, которая приводит к повышению благосостояния людей и укреплению социальной справедливости при одновременном существенном снижении рисков для окружающей среды и дефицита экологических ресурсов.

Такой подход к экологическому планированию развития территорий предполагает комплексное использование и системную интеграцию территориальной информации (особенно на местном уровне территориальной организации), разработку и применение новых показателей, позволяющих сравнивать результаты в экономической, социальной и экологической областях, а также учитывать социокультурный контекст принимаемых решений. Дело в том, что при переходе к новому технологическому укладу образуется глубокий разрыв между новыми потребностями в адекватной информации и существующим уровнем мониторинга, статистическими показателями и индикаторами¹². По нашему мнению, здесь наиболее продуктивно использование методологии природно-экономического учета — СПЭУ [33]. Географическая наука в значительной мере готова к восприятию этих изменений, поскольку география — одновременно и естественная и общественная наука, обладающая, столь необходимым в данном случае, комплексным подходом к природным и социально-экономическим явлениям.

Особенности природоохранного планирования развития территорий в Российской Федерации.

В сложившихся социально-экономических условиях России экологическое планирование развития территорий следует ориентировать на обеспечение «слабой устойчивости»¹³, что предполагает возрастание объема производства (ВВП) при недопущении опасного истощения природных ресурсов и загрязнения окружающей среды. Экологические проблемы, в соответствии с таким подходом, рассматриваются преимущественно через обеспечение здоровья населения и сохранение экосистем. Экологическая устойчивость в данной трактовке предполагает снижение рисков потери экосистемных услуг, уменьшение экологической уязвимости городов и поселений. Без стимулирования притока инвестиций, а только за счет усиления экологических ограничений добиться перехода к слабой устойчивости невозможно. Поэтому в рамках экологического планирования развития территорий следует ориентироваться на улучшение инвестиционного и инновационного климата с ориентацией на переход к «зеленой» экономике. Последнее важно, поскольку каждо-

¹² Более подробно этот вопрос см. в монографии Фоменко Г. А., Фоменко М. А. «Экономический транзит и охрана природы: социокультурные аспекты» [14].

¹³ «Сильная» устойчивость, достижение которой служит задачей развития, реализуется сегодня только в нескольких странах; современные показатели развития староосвоенных регионов РФ делают постановку такой завышенной задачи преждевременной (авт.).

му региону или муниципальному образованию нужны только такие инвестиции, которые повышают его богатство (капитал устойчивости), а не способствуют замыканию местной экономики в рамках существующих технологий и ограничивают возможности инноваций или создают отрицательные стимулы для будущих инвестиций в новые «зеленые» отрасли.

Анализ развития института природоохранного планирования в регионах России показал его существенную зависимость от специфики территориальных институциональных систем и географически обусловленных социокультурных особенностей. Нарастающее коммуникационное сжатие пространства повышает возможности импорта институтов из опыта зарубежных стран, что существенно увеличивает риски конфликтов с неформальными институтами на территориях с различными социокультурными условиями. Для повышения результативности природоохранного планирования развития территорий в любой культуре следует найти ответ на вопрос, какие системы взглядов нужно понять и учесть при выборе подходов и инструментов программно-целевого управления? Исследование зависимости возможного коридора будущих институциональных изменений от пройденного пути «path dependency» показывает [34], что изменение институциональной системы России в краткосрочной перспективе следует ожидать в рамках последовательной модернизации однополюсной модели власти без существенного изменения базовой институциональной матрицы. Это предполагает доминирование контрольно-административных методов управления природоохранной деятельностью (предельная форма — действенный силовой запрет на развитие грязных производств и бюджетные программы ликвидации накопленного экологического вреда), а также сложность применения экономических механизмов природопользования, в том числе компенсации нанесенного экологического ущерба. Наибольшие сложности вызывает применение природоохранных институтов, связанных с экомодернизацией и привлечением инвестиций [35]; выявилась потребность в целенаправленном системном «тонком» расширении институционального коридора будущих изменений.

Учет социокультурных особенностей территорий в программно-целевом управлении природоохранной деятельностью возможен на основе применения специальной группы механизмов инструментального регулирования, ориентированных на управление конфликтами, которые возникают между формальными и неформальными природоохранными институтами. Также полезно применение методов институциональной и

эволюционной экономической географии¹⁴ для лучшего понимания исторически сложившейся эволюции институциональных изменений в управлении природоохранной деятельностью, поскольку для успеха важно определить институциональные рамки социокультурно обусловленного выбора методов природоохранного регулирования [11, 27]. Следует стимулировать распространение знаний, способствующих принятию людьми новых «зеленых» технологий и инноваций. Эти подходы позволяют акцентировать внимание на эволюции формальных и неформальных природоохранных институтов для понимания возможного социокультурно обусловленного коридора институциональных изменений в управлении природоохранной деятельностью. Весьма полезен и инструментарий этнометрии, которая реализует идею о том, что ценность может быть распределена по измерениям культуры¹⁵. Наибольшее распространение среди таких методик получили подходы, предложенные Г. Хофстеде, которого заслуженно считают основоположником этнометрии, в дальнейшем модифицированные Р. Инглхартом, Р. Хоузом и др. [36—39]. Инструментарий этнометрии (например, шесть культурных индексов Г. Хофстеде, с дополнением предложенного автором индекса «стабильность прав собственности») [27], позволяет измерять влияние социокультурных факторов на развитие природоохранных институтов и территориальных институциональных систем. Наиболее существенно, что использование социокультурных индексов позволяет априорно оценивать конкретную культуру как фактор, задающий тренд развития и ограничивающий выбор приемлемых вариантов решений по институциональным или организационным изменениям в природоохранной сфере. Культурные индексы изменяются весьма медленно, хотя в последнее время наблюдается ускорение темпов их корректировки¹⁶.

¹⁴ Институциональная и эволюционная методология развивается как часть широкого культурного сдвига в экономической и социальной географии начиная с 1990-х годов.

¹⁵ Существенно, что до недавнего времени воздействие культуры на развитие стран и народов оценивалось исключительно качественными методами, однако в последние десятилетия наметился прорыв в количественном измерении влияния социокультурных факторов на поведение людей (авт.).

¹⁶ Например, представления людей о развитии общества в Южной Корее, обладающей одной из наиболее динамичных экономик в мире, сегодня весьма отличаются от ситуации в Северной, хотя еще немногим более полувека назад это было единое общество. Поведенческие установки жителей Федеративной Республики Германии сегодня существенно отличаются от Германии начала XX века.

В заключение отметим, что эволюция восприятия экологических проблем и осознание системного характера экологических рисков не только усилили потребность в дифференциации подходов к осуществлению программно-целевого экологического планирования развития территорий, но и выдвинули на передний план комплексные цели повышения жизнестойкости городов и поселений, а также сохранения экосистем. Тем самым начат переход от поресурсного к экосистем-

ному подходу, что отражает восприятие природы как целого, а не только как набора природных ресурсов, и соответствует принципам устойчивого развития и «зеленой» экономики, которая понимается не как развитие «зеленых» отраслей, а как общее «позеленение». В качестве резульативной системы измерений в системе «Общество—Природа» наиболее продуктивно использование методологии природно-экономического учета (СПЭУ), а также инструментария этнометрики.

Библиографический список

1. Вернадский В. И. Биосфера и ноосфера. — М.: Наука, 1989.
2. Д. Н. Анучин — ученый и организатор географического образования. — URL: <http://vseprostrany.ru/index.php/2011-12-03-17-28-44/2011-12-28-20-12-58/510-2011-12-28-19-06-55.html>.
3. Постановление Правительства Российской Федерации от 29.01.2007 № 54 (ред. от 06.10.2011) «О федеральной целевой программе «Национальная технологическая база» на 2007—2011 годы».
4. The Global Risks Report 2017, 12th Edition is published by the World Economic Forum within the framework of The Global Competitiveness and Risks Team. — Geneva, 2017. — 70 p. — URL: http://www3.weforum.org/docs/GRR17_Report_web.pdf.
5. The Global Risks Report 2018, 13th Edition, is published by the World Economic Forum. — Geneva, 2018. — 68 p. — URL: http://www3.weforum.org/docs/WEF_GRR18_Report.pdf.
6. Better policies for better lives / OECD. — URL: http://www.slideshare.net/OECD_ENV/session-1-keynote-presentation-by-jan-rotmans.
7. Immler H. Vom Wert der Natur: Zur oekologische Reform von Wirtschaft und Gesellschaft Natur in der oekonomische Theorie. Aufg. B.: Westdeutsche Verl, 1990. — 348 p.
8. Pearce D., Turner K. Economics of Natural Resources and the Environment. Harvester Wheatsheaf. — Great Britain, 1990.
9. Фоменко М. А. Местные программы действий в сфере природопользования для устойчивого развития. — Ярославль: НПП «Кадестр», 2001. — 160 с.
10. Сочава Б. В. Введение в учение о геосистемах. — Новосибирск: Наука, Сибирское отделение, 1978. — 319 с.
11. Фоменко Г. А. Управление природоохранной деятельностью: основы социокультурной методологии. — М.: Наука, 2004. — 390 с.
12. Costanza R., d'Arge R., de Groot R., Farber S., Grasso M., Hannon B., Limburg K., Naeem S., O'Neill R. V., Paruelo J., Raskin R. G., Sutton P., van den Belt M. The value of the world's ecosystem services and natural capital. Nature. — 1997. — № 387. — pp. 253—260.
13. Daily G. C. Introduction: what are ecosystem services // Nature's Services. — Washington DC: Island Press, 1997. — pp. 1—10.
14. Фоменко Г. А., Фоменко М. А. Экономический транзит и охрана природы: социокультурные аспекты. — Ярославль: Научно-исследовательский проектный институт «Кадестр», 2016. — 313 с.
15. Касимов Д. В., Касимов В. Д. Динамика состояния и адаптация лесных экосистем при многолетнем загрязнении атмосферы в музее-заповеднике Л. Н. Толстого «Ясная Поляна». — Пушкино: ВНИИЛМ, 2013. — 85 с.
16. Экономические аспекты экосистем и биоразнообразия: промежуточный отчет / ЕС. — Весселинг: Ветзел + Хардт, 2008. — 68 с.
17. Навстречу «зеленой» экономике: пути к устойчивому развитию и искоренению бедности: доклад / ЮНЕП. — С.-Мартэн-Бельвю, 2011. — 44 с.
18. The Economics of Ecosystems and Biodiversity for National and International Policy Makers. Summary: Responding to the Value of Nature / P. ten Brink, A. Berghofer, Ch. Schroter-Schlaack, P. Sukhdev, A. Vakrou, S. White; TEEB. — Germany: Welzel + Hardt, 2009. — 59 p.
19. Отчет о научно-исследовательской работе по базовому проекту 09-У4-04 «Разработать проект ведомственной целевой программы «Организация и функционирование особо охраняемых природных территорий федерального значения». — Ярославль: АНО НИПИ «Кадестр», 2010.
20. Отчет о научно-исследовательской работе по теме «Разработка научно обоснованных предложений по развитию познавательного туризма на особо охраняемых природных территориях федерального значения», шифр темы 15-12-НИР/02. — Ярославль: НПП «Кадестр», 2015.
21. Отчет о научно-исследовательской работе по теме «Разработка программы проведения научных исследований и экологического мониторинга в государственных природных заповедниках и национальных парках», Шифр 13-Н4-01. — Ярославль: АНО НИПИ «Кадестр», 2014.
22. Отчет о научно-исследовательской работе по теме «Разработка методических рекомендаций по подготовке среднесрочных (5-летних) планов управления для государственных природных заповедников и национальных парков», шифр темы 14-12-НИР/01. — Ярославль: АНО НИПИ «Кадестр», 2015.
23. Проект организации единой санитарно-защитной зоны Южного промышленного узла города Ярославля / ООО НПП «Кадестр», 2006.
24. Проект организации единой санитарно-защитной зоны Северного промышленного узла города Ярославля / АНО НИПИ «Кадестр», 2010.
25. Проект зон санитарной охраны поверхностного источника питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения ОАО «Славнефть-ЯНОС» / АНО НИПИ «Кадестр», 2013.

26. The European environment — state and outlook 2010: Synthesis / European Environment Agency. — Copenhagen: Denmark, 2010.
27. Фоменко Г. А. Социокультурное измерение развития природоохранных институтов. — Ярославль: АНО НИПИ «Кадастр», 2014. — 95 с.
28. Ecosystems and human well being. Synthesis report / Millennium Ecosystem Assessment. — Washington: Island Press, DC, 2005.
29. System of Environmental-Economic Accounting 2012 Experimental Ecosystem Accounting. Statistical Papers, Series F, No. 112. Sales No. E13.XVII.13 / United Nations. 2014. URL: unstats.un.org/unsd/envaccounting/seearev
30. Окружающая среда Европы: текущее состояние и перспективы 2010 / Европейское агентство по окружающей среде. — 2010.
31. Экологическая стратегия развития территории, сохранения окружающей среды и воспроизводства природных ресурсов Ярославской области: проект / Департамент охраны окружающей среды и природопользования Ярославской области; Г. А. Фоменко [и др.]. — Ярославль, 2015.
32. Фоменко Г. А., Фоменко М. А., Терентьев А. А. и др. Измерение инклюзивного «зеленого» роста: особенности и проблемы // Проблемы региональной экологии. — 2016. — № 5. — С. 131–139.
33. System of Environmental Economic Accounting 2012 — Central Framework. Statistical Papers, Series F, No. 109. Sales No. E12.XVII.12 / United Nations. — 2014. — URL: unstats.un.org/unsd/envaccounting/seearev.
34. Фоменко Г. А. Развитие природоохранных институтов как риск-рефлексия // Проблемы региональной экологии. — 2011. — № 2. — С. 86–91.
35. Аузан А., Сатаров Г. Приоритеты институциональных преобразований в условиях экономической модернизации // Вопросы экономики. — 2012. — № 6. — С. 65–74.
36. Hofstede G. Culture's consequences: Intern Differences in work-related volues. — Beverly Hills, L., 1980.
37. Inglehart R. Culture Shift in Advanced Industrial Society. — Princeton, NJ: Princeton Univ. Press, 1990.
38. Inglehart R. Modernization and postmodernization: Cultural economic and political change in 43 societies. — L.: Princeton; N. J., Princeton University Press, 1997. — 168 p.
39. House R., Hanges P. Cultural influences on Leadership and Organizations. ProjectGLOBE // Advances in Global Leadership. — 1999. — Vol. 1. — P. 171–233.
40. Природоохранные институты в современной России / Науч. ред. Г. А. Фоменко; Научно-исследовательский проектный институт «Кадастр». — М.: Наука, 2010. — 447 с.

MODERN TRENDS AND FEATURES OF ENVIRONMENTAL SPATIAL PLANNING

G. A. Fomenko, Ph. D. (Geoghapy), Dr. Habil, Professor, Research and Designing Institute Cadaster, Yaroslavl State Technical University, info@nipik.ru;

M. A. Fomenko, Ph. D. (Geoghapy), Associate Professor, Scientific-Production Enterprise Cadaster, info@nppkad.ru

References

1. Vernadskij V. I. Biosfera i noosfera. [Biosphere and Noosphere]. Moscow, Nauka, 1989. [in Russian].
2. D. N. Anuchin — Uchenyj i organizator geograficheskogo obrazovaniya. [D. N. Anuchin — Scientist and Organizer of Geographical Education]. URL: <http://vseprostrany.ru/index.php/2011-12-03-17-28-44/2011-12-28-20-12-58/510-2011-12-28-19-06-55.html>. [in Russian].
3. Postanovlenie Pravitelstva Rossijskoj Federacii ot 29.01.2007 № 54 (red. ot 06.10.2011) “O federalnoj celevoj programme “Nacionalnaya tehnologicheskaya baza” na 2007—2011 gody”. [Decree of the Government of the Russian Federation of 29.01.2007 No. 54 (as amended on 06.10.2011) “On the federal target program “National Technological Base” for 2007—2011”]. [in Russian].
4. The Global Risks Report 2017. 12th Edition is published by the World Economic Forum within the framework of The Global Competitiveness and Risks Team. Geneva, 2017. 70 p. URL: http://www3.weforum.org/docs/GRR17_Report_web.pdf.
5. The Global Risks Report 2018. 13th Edition is published by the World Economic Forum. Geneva, 2018. 68 p. URL: http://www3.weforum.org/docs/WEF_GRR18_Report.pdf.
6. Better policies for better lives. OECD. URL: http://www.slideshare.net/OECD_ENV/session-1-keynote-presentation-by-jan-rotmans.
7. Immler H. Vom Wert der Natur: Zur oekologische Reform von Wirtschaft und Gesellschaft Natur in der oekonomische Theorie. Aufg. B.: Westdeutsche Verl, 1990. 348 p. [in German]
8. Pearce D., Turner K. Economics of Natural Resources and the Environment. Harvester Wheatsheaf. Great Britain, 1990.
9. Fomenko M. A. Mestnye programmy dejstvij v sfere prirodnopolzovaniya dlya ustojchivogo razvitiya. [Local Environmental Action Programs for Sustainable Development]. Yaroslavl: NPP “Кадастр”, 2001. 160 p. [in Russian].
10. Sochava B. V. Vvedenie v uchenie o geosistemah. [Introduction to the Theory of Geosystems]. Novosibirsk: Nauka, Sibir department, 1978. 319 p. [in Russian].
11. Fomenko G. A. Upravlenie prirodohrannoj deyatel'nostyu: osnovy sociokulturnoj metodologii. [Management of Environmental Activities: Fundamentals of Socio-Cultural Methodology]. Moscow, Nauka, 2004. 390 p. [in Russian].
12. Costanza R., d'Arge R., de Groot R., Farber S., Grasso M., Hannon B., Limburg K., Naeem S., O'Neill R. V., Paruelo J., Raskin R. G., Sutton P., van den Belt M. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*. 1997. No. 387. P. 253–260.
13. Daily G. C. Introduction: what are ecosystem services. *Nature's Services*. Washington DC: Island Press, 1997. P. 1–10.

14. Fomenko G. A., Fomenko M. A. Ekonomicheskij tranzit i ohrana prirody: sociokulturnye aspekty. [Economic Transition and Environmental Conservation: Socio-Cultural Aspects]. Yaroslavl: Nauchno-issledovatel'skij proektnyj institut "Kadastr", 2016. 313 p. [in Russian].
15. Kasimov D. V., Kasimov V. D. Dinamika sostoyaniya i adaptatsiya lesnyh ekosistem pri mnogoletnem zagryaznenii atmosfery v muzee-zapovednike L. N. Tolstogo "Yasnaya Polyana". [Dynamics of the state and adaptation of forest ecosystems to long-standing air pollution in the Leo Tolstoy Museum-Reserve "Yasnaya Polyana"]. Pushkino, VNIILM, 2013. 85 p. [in Russian].
16. Ekonomicheskie aspekty ekosistem i bioraznoobraziya: promezhutochnyj otchet. ES. [Economic aspects of ecosystems and biodiversity: interim report. EU]. Wesseling: Vetzel + Hardt, 2008. 68 p. [in Russian].
17. Navstrezhu "zelenoj" ekonomike: puti k ustojchivomu razvitiyu i iskoreneniyu bednosti: doklad. YuNEP. [Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication: Report. UNEP]. St.-Martin—Bellevue, 2011. 44 p.
18. P. ten Brink, A. Berghofer, Ch. Schroter-Schlaack, P. Sukhdev, A. Vakrou, S. White. *The Economics of Ecosystems and Biodiversity for National and International Policy Makers. Summary: Responding to the Value of Nature*. TEEB. Germany: Welzel + Hardt, 2009. 59 p.
19. Otchet o nauchno-issledovatel'skoj rabote po bazovomu proektu 09-U4-04 "Razrabotat proekt vedomstvennoj celevoj programmy "Organizatsiya i funkcionirovanie osobo ohranyaemyh prirodnyh territorij federalnogo znacheniya". [Report on Research Work on the Basic Project 09-U4-04 "Development of a Draft Departmental Target Program "Organization and Operation of Specially Protected Natural Areas of Federal Significance"]. Yaroslavl, ANO NIPI "Kadastr", 2010. [in Russian].
20. Otchet o nauchno-issledovatel'skoj rabote po teme "Razrabotka nauchno obosnovannyh predlozhenij po razvitiyu poznatel'nogo turizma na osobo ohranyaemyh prirodnyh territoriyah federalnogo znacheniya", shifr temy 15-12-NIR/02. [Report on Research Work on the Topic "Development of Scientifically Sound Proposals for the Development of Educational Tourism in Specially Protected Natural Areas of Federal Significance", Code 15-12-NIR / 02]. Yaroslavl, NPP "Kadastr", 2015. [in Russian].
21. Otchet o nauchno-issledovatel'skoj rabote po teme "Razrabotka programmy provedeniya nauchnyh issledovanij i ekologicheskogo monitoringa v gosudarstvennyh prirodnyh zapovednikah i nacionalnyh parkah", Shifr 13-N4-01. [Report on Research Work on the Topic "Development of the Program for Scientific Research and Environmental Monitoring in State Nature Reserves and National Parks", Code 13-H4-01]. Yaroslavl, ANO NIPI "Kadastr", 2014. [in Russian].
22. Otchet o nauchno-issledovatel'skoj rabote po teme "Razrabotka metodicheskikh rekomendacij po podgotovke srednesrochnykh (5-letnih) planov upravleniya dlya gosudarstvennyh prirodnyh zapovednikov i nacionalnyh parkov", shifr temy 14-12-NIR/01. [Report on Research Work on the Topic "Development of Methodological Recommendations for the Preparation of Medium-Term (5-year) Management Plans for State Nature Reserves and National Parks", Code 14-12-NIR / 01]. Yaroslavl: ANO NIPI "Kadastr", 2015. [in Russian].
23. Proekt organizatsii edinoj sanitarno-zashitnoj zony Yuzhnogo promyshlennogo uzla goroda Yaroslavlya. [The Project of the Organization of a United Sanitary-Protection Zone of the Southern Industrial Hub of Yaroslavl]. Yaroslavl: OOO NPP "Kadastr", 2006. [in Russian].
24. Proekt organizatsii edinoj sanitarno-zashitnoj zony Severnogo promyshlennogo uzla goroda Yaroslavlya. [The Project of the Organization of a United Sanitary-Protection Zone of the Northern Industrial Hub of Yaroslavl]. Yaroslavl: OOO NPP "Kadastr", 2010. [in Russian].
25. Proekt zon sanitarnoj ohrany poverhnostnogo istochnika pitevogo i hozyajstvenno-bytovogo vodosnabzheniya OAO "Slavneft-YaNOS". [Project of Sanitary-Protection Zones for the Surface Source of Drinking and Domestic Water Supply of JSC Slavneft-YANOS]. Yaroslavl: ANO NIPI "Kadastr", 2013. [in Russian].
26. The European environment — state and outlook 2010: Synthesis. European Environment Agency. Copenhagen: Denmark, 2010.
27. Fomenko G. A. *Sociokulturnoe izmerenie razvitiya prirodoohrannyh institutov*. [Sociocultural Dimension of the Development of Environmental Institutions]. Yaroslavl: ANO NIPI "Kadastr", 2014. 95 p. [in Russian].
28. Ecosystems and human well-being. Synthesis report. Millennium Ecosystem Assessment. Washington: Island Press, DC, 2005.
29. System of Environmental-Economic Accounting 2012 Experimental Ecosystem Accounting. Statistical Papers, Series F, No. 112. Sales No. E13.XVII.13. United Nations. 2014. URL: unstats.un.org/unsd/envaccounting/seearev.
30. Okruzhayushaya sreda Evropy: tekushee sostoyanie i perspektivy 2010 [Europe's Environment: State and Outlook 2010]. European Environment Agency. 2010.
31. Departament ohrany okruzhayushej sredy i prirodopolzovaniya Yaroslavskoj oblasti, G. A. Fomenko, et al. *Ekologicheskaya strategiya razvitiya territorii, sohraneniya okruzhayushej sredy i vosproizvodstva prirodnyh resursov Yaroslavskoj oblasti: proekt*. [Ecological Strategy of Territory Development, Preservation of the Environment and Reproduction of Natural Resources of the Yaroslavl Region: Project]. Yaroslavl, 2015. [in Russian].
32. Fomenko G. A., Fomenko M. A., Terentev A. A. et al. Izmerenie inklyuzivnogo "zelenogo" rosta: osobennosti i problemy. *Problemy regionalnoj ekologii*. [Regional Environmental Issues]. 2016. No. 5. P. 131—139. [in Russian].
33. System of Environmental Economic Accounting 2012 — Central Framework. Statistical Papers, Series F, No. 109. Sales No. E12.XVII.12. United Nations. 2014. URL: unstats.un.org/unsd/envaccounting/seearev.
34. Fomenko G. A. Razvitie prirodoohrannyh institutov kak risk-refleksiya. *Problemy regionalnoj ekologii*. [Regional Environmental Issues]. 2011. No. 2. P. 86—91. [in Russian].
35. Auzan A., Satarov G. Priorityty institucionalnyh preobrazovanij v usloviyah ekonomicheskoy modernizatsii. *Voprosy ekonomiki*. [Issues of economics]. 2012. No. 6. P. 65—74. [in Russian].
36. Hofstede G. *Culture's consequences: Intern Differences in work-related values*. Beverly Hills, L., 1980.
37. Inglehart R. *Culture Shift in Advanced Industrial Society*. Princeton, NJ: Princeton Univ. Press, 1990.
38. Inglehart R. *Modernization and postmodernization: Cultural economic and political change in 43 societies*. L.: Princeton; N. J., Princeton University Press, 1997. 168 p.
39. House R., Hanges P. Cultural influences on Leadership and Organizations. Project GLOBE. *Advances in Global Leadership*. 1999. Vol. 1. pp. 171—233.
40. Prirodoohrannye instituty v sovremennoj Rossii. [Environmental institutions in modern Russia]. Ed. G. A. Fomenko. Nauchno-Issledovatel'skij Proektnyj Institut "Kadastr". Moscow, Nauka, 2010. 447 p. [in Russian].

ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНОГО КАПИТАЛА КАК ОСНОВА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ РЕГИОНА (НА ПРИМЕРЕ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ)

Г. Д. Мухин, кандидат географических наук,
ведущий научный сотрудник,
Московский государственный университет
имени М. В. Ломоносова, географический ф-т,
gd_mukhin@rambler.ru, Москва, Россия

На основе материалов кадастровой оценки земель и других природных ресурсов проведен расчет природного капитала Кировской области. Природный капитал рассматривается как совокупная стоимость (капитализированная рента) ресурсов недр, сельскохозяйственных земель, лесных ресурсов, водных ресурсов, ООПТ, рекреационных ресурсов, а также экологических и культурных функций экосистем. Определяется доля природного капитала в структуре национального богатства области. Оценивается инвестиционная привлекательность Кировской области по соотношению инвестиционного потенциала и инвестиционных рисков. На основе сопряженного анализа стоимости природного капитала, его структуры и доли в национальном богатстве страны, а также оценки инвестиционной привлекательности формулируются основные направления экономической и экологической политики в целях эффективного использования природного капитала для устойчивого развития региона. Основные направления экологической политики включают как текущее эффективное использование ресурсной части природного капитала (использование сельскохозяйственных земель, щадящее лесопользование с акцентом на глубокую переработку древесины и более полное использование недревесной продукции леса и т. д.), так и стратегическое направление политики на сохранение и воспроизводство экологических и культурных функций природного капитала (расширение сети ООПТ, увеличение площади рекреационных территорий, поддержание экологического потенциала региона в целом и по группам муниципальных районов).

The calculation of nature capital of the Kirov Region has been conducted due to the cadastral valuation of land and other natural resources. Natural capital is considered as resources aggregate value (capitalized rent) of mineral resources, agricultural land, forest and water resources, especially protected natural areas, recreational resources as well as environmental and cultural functions of ecosystems. The natural capital input in the structure of the regional national wealth is determined. The investment attractiveness of the Kirov Region is estimated as the ratio of investment potential and investment risk. Due to calculations of the value of natural capital, its structure and shares in the national wealth of the country and the assessment of investment attractiveness, the main guidelines of economic and environmental policy are formulated for the effective use of natural capital for sustainable development of the region. The main trends of environmental policy include both the current and effective use of the resource part of natural capital (the use of agricultural land, sustainable forest management with an emphasis on the intensive wood processing and more complete use of non-timber forest products, etc.), as well as the strategic guideline of policy to preserve and reproduce the ecological and cultural functions of natural capital (expanding the network of protected areas, increasing the area of recreational territories, maintenance of the ecological potential of the region as a whole and in municipal districts groups).

Ключевые слова: природный потенциал, структура природного капитала, экологические функции, экологическая политика, устойчивое развитие, инвестиционная привлекательность.

Keywords: natural potential, structure of natural capital, environmental functions, environmental policy, sustainable development, investment attractiveness.

Введение. В основе экономического развития всех регионов лежат три вида капитала: трудовые ресурсы (человеческий капитал), искусственно созданные средства производства (производственный капитал или основные фонды); природные ресурсы (природный капитал). В данной триаде факторов природный капитал является первичной основой развития и, в целом, национального богатства стран и регионов. В процессе хозяйственного освоения природного капитала рентные доходы от его использования трансформируются в произведенные активы (основные фонды), а затем и в человеческий потенциал. Одновременно стоимость природного капитала и его структура во многом определяют экономическую, экологическую и культурную политику регионов в целях устойчивого развития.

Значение природного капитала в развитии регионов вытекает из его социально-экономических и экологических функций. Природный капитал региона выполняет три основные функции: 1) ресурсную — обеспечение материальными и энергетическими ресурсами производства товаров и услуг; 2) экосистемную (экологические услуги) — обеспечение природой регулирующих функций (баланс углерода, водный баланс, биоразнообразие и т. д.); 3) культурную — обеспечение эстетических, культурных (духовных) потребностей общества [1–3]. Такие составные части природного капитала, как минерально-сырьевые ресурсы, выполняют лишь ресурсную функцию. Другие, например леса, выполняют все функции природного капитала. Ярким примером многофункциональности является р. Вятка, которая олицетворяет также символ этнической самоидентификации региона. Наибольшей текущей стоимостью в регионах России обладают экспортируемые минерально-сырьевые ресурсы, но они исчерпаемы и в Кировской области практически не добываются. Более долговечны возобновимые природные ресурсы и их экологические функции, стоимость которых со временем возрастает.

Проблемы эффективного использования этих ресурсов, как основы экологической политики региона посвящено настоящее исследование.

Материалы и методы. На основе материалов кадастровой оценки земель и других природных ресурсов проведен расчет природного капитала Кировской области. Природный капитал рассматривается как совокупная стоимость (капитализированная рента) ресурсов недр, сельскохозяйственных земель, лесных ресурсов, водных ресурсов, ООПТ, рекреационных ресурсов, а также оценочная стоимость экологических и культурных функций экосистем региона. В работе использованы материалы государственной кадастровой оценки земель Кировской области на 2014 г., фондовые материалы, статистические сборники Росстата и Кировстата, литературные источники [4–8]. Расчеты значений составных частей природного капитала проводились по утвержденным методикам Росземкадастра, методологии Всемирного Банка и ООН, справочника «Экономика сохранения биоразнообразия» [1, 9–11]. В качестве конечных показателей стоимости природного капитала принимались усредненные значения, рассчитанные по разным методикам. При расчетах всех показателей учитывался уровень истинных сбережений и экологический ущерб от производства [9]. Стоимостная оценка ресурсов проводилась в рублях. Расчеты в долларах пересчитывались по текущему валютному курсу.

Результаты и обсуждение. Кировская область — один из крупнейших субъектов Российской Федерации в Приволжском федеральном округе площадью 120,4 тыс. км², охватывающий ландшафты средней, южной и хвойно-широколиственных лесов. Численность населения области составляет 1297,5 тыс. человек (на 01.01.2016 г.), в том числе городское население 985,2 тыс. человек, сельское — 312,3 тыс. человек средняя плотность населения — 10,7 человек на 1 км². Область является типичным индустриальным регионом с многоотраслевой структурой экономики, ставшим новым депрессивным регионом после кризисных явлений переходного периода. В условиях ограниченности федеральных инвестиций очевидна необходимость мобилизации собственных ресурсов для развития. Недооцененными и недоиспользуемыми являются прежде всего природные ресурсы области.

Наиболее весомой частью природного капитала области являются сельскохозяйственные земли. При общей площади сельскохозяйственных угодий 3320,5 тыс. га и средней кадастровой стоимости 1 га — 11,9 тыс. руб., общая кадастровая

стоимость сельскохозяйственных угодий составляет 39,5 млрд руб.

Кадастровая стоимость лесных земель по основной продукции (древесине) составляет 15,2 млрд руб. (из расчета средней стоимости 1 га лесных земель — около 2,0 тыс. руб. при лесопокрытой площади 7584,0 тыс. га). Кадастровая стоимость недревесной продукции леса (грибы, ягоды, орехи, лекарственное и техническое сырье), по нашим расчетам, получилась в среднем соответствующей стоимости древесной продукции с 1 га. С учетом фактора доступности (доступно для освоения 25–30 % лесопокрытой площади) стоимость недревесной продукции составляет 5,0 млрд руб. Стоимость ресурсов промысловых животных и птиц, рассчитанная по методу восстановительной стоимости [11], составляет 6,0 млрд руб. Стоимость рыбных ресурсов (рассчитанная также по восстановительной стоимости) с учетом промышленного и любительского лова составляет 4,0 млрд руб.

Кировская область не имеет дефицита водных ресурсов. Ресурсы только поверхностных вод составляют 28,4 км³, из которых 18,3 км³ — сток, формирующийся в границах области. Потенциально доступны для использования 7,1 км³ в год, остальные 21,3 км³ поддерживают водный баланс, осуществляют природно-охраный сток. Единая методика оценки водных ресурсов на кадастровой основе пока отсутствует. Если рассматривать стоимость водных ресурсов как сумму стоимости земель водного фонда и капитализированного экономического эффекта от использования воды в промышленности и коммунальном хозяйстве [11], то получается 16,4 млрд руб. По другим методикам [10], стоимость водных ресурсов превышает 20 млрд руб. Остановимся на минимальном значении, равном 16,4 млрд руб.

Кадастровая стоимость минерально-сырьевых ресурсов складывается в основном из стоимости месторождений разнообразных строительных материалов (песок, гравий, глины, известняки), торфа и неразрабатываемых в настоящее время месторождений фосфоритов и составляет около 13 млрд руб.

Общая площадь земель особо охраняемых природных территорий (ООПТ) составляет в области около 417 тыс. га. Оценивая их по средней кадастровой стоимости 1 га земель Нургушского заповедника, равной 20 тыс. руб./га, получаем общую стоимость ООПТ — 8,3 млрд руб. [6, 11].

Стоимость рекреационных ресурсов в составе земель рекреационного, оздоровительного и историко-культурного назначения общей площадью, рассчитанная по известным методикам [11],

составляет 3,9 млрд руб. В рекреационных целях используются и земли других категорий (сельскохозяйственные, лесного и водного фонда), поэтому приведенная стоимость представляется минимальной.

Таким образом, общая стоимость прямого использования природных ресурсов области составляет 112,2 млрд руб. (таблица).

Если минерально-сырьевые ресурсы в регионе обеспечивают только ресурсную функцию, то лесные, водные и биологические ресурсы обеспечивают все три функции природного капитала. Ярким примером природного объекта, обеспечивающего все три функции для Кировской области, является экосистема р. Вятки.

Помимо ресурсов прямого использования рассчитана также стоимость косвенных экосистемных функций природного капитала (депонирование CO₂ лесами и болотами, очистительные функции лесов и болот, вклад лесов в снижение эрозии и регулирование речного стока). Стоимость данных функций составила порядка 145,0 млрд руб. [11–13]. Рассчитанная стоимость социально-культурных функций лесов (эстетических, оздоровительных, региональной самоидентификации) составила порядка 10,0 млрд руб. [11].

В целом, стоимость природного капитала области с учетом всех его функций составляет 267,7 млрд руб. Из них 45,6 % стоимость капитала прямого использования и 54,4 % — косвенного использования. Структура природного капитала существенно различается по районам области.

Стоимость и структура природного капитала Кировской области

Вид природного капитала	Стоимость, млрд руб.	Структура, %
Ресурсный капитал		
Сельскохозяйственные земли	39,5	35
Ресурсы древесины	15,2	13,6
Недревесные ресурсы лесов	5,0	4,5
Охотопромысловые ресурсы	6,0	5,3
Рыбные ресурсы	4,0	3,6
Минерально-сырьевые ресурсы	13,0	11,6
Водные ресурсы	16,3	14,5
ООПТ	8,3	7,4
Рекреационные ресурсы	3,9	3,5
Всего	112,2	100
Экосистемные функции	145,5	
Культурные функции	10,0	

В одних районах преобладают лесные и промышленные ресурсы, в других — ресурсы сельскохозяйственных земель, в третьих — соразмерное сочетание и тех и других (рисунок).

Эффективное использование природного капитала региона зависит от стоимости произведенных активов (основных фондов) и человеческого капитала и, в целом, от структуры национального богатства региона. Стоимость произведенных активов (основные фонды) Кировской области составляет 785,4 млрд руб. (2016 г.). В структуре основных фондов наибольшую долю составляют транспорт и связь (31,9 %) и недвижимое имущество (34,1 %). Основные фонды обрабатывающих производств составляют 10,8 %; производство и распределение электроэнергии, газа и воды — 12,8 %; сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство — 6,1 %; строительство — 1,6 %; добыча полезных ископаемых — 0,1 %; торговля — 2,6 % [6].

Стоимость человеческих ресурсов оценивается как остаточная величина совокупного дохода населения, страны или региона (с учетом периода трудоспособности населения) с элиминированием рентных доходов от природного капитала и обесценивания основных фондов [9]. Рассчитанная стоимость человеческих ресурсов Кировской области, рассматриваемая в связи с этим как вклад в валовой региональный продукт, составляет порядка 3000 млрд руб. Таким образом, три составляющие национального богатства оцениваются примерно в 4000 млрд руб. Доминирование в структуре национального богатства региона человеческих ресурсов является благоприятной предпосылкой для развития эффективного использования природного капитала.

Общая структура национального богатства сильно дифференцирована по территории области. Так, в нескольких центральных районах области сосредоточено до 75 % стоимости основных фондов и человеческих ресурсов. Периферийные же районы отличаются богатством природных ресурсов при дефиците производственных фондов и человеческих ресурсов.

Значение природного капитала в структуре национального богатства области даже возрастает, если оценить «истинные сбережения». Так, потенциал плодородия сельскохозяйственных земель используется только наполовину. Посевные площади за период 1990—2016 гг. сократились с 2193,9 до 855,5 тыс. га, причем они сокращались в основном за счет неудобных, проблемных пахотных массивов (мелкоконтурных, переувлажненных, эродированных, песчаных и т. д.). Снижение качества земель области в основном связано не с

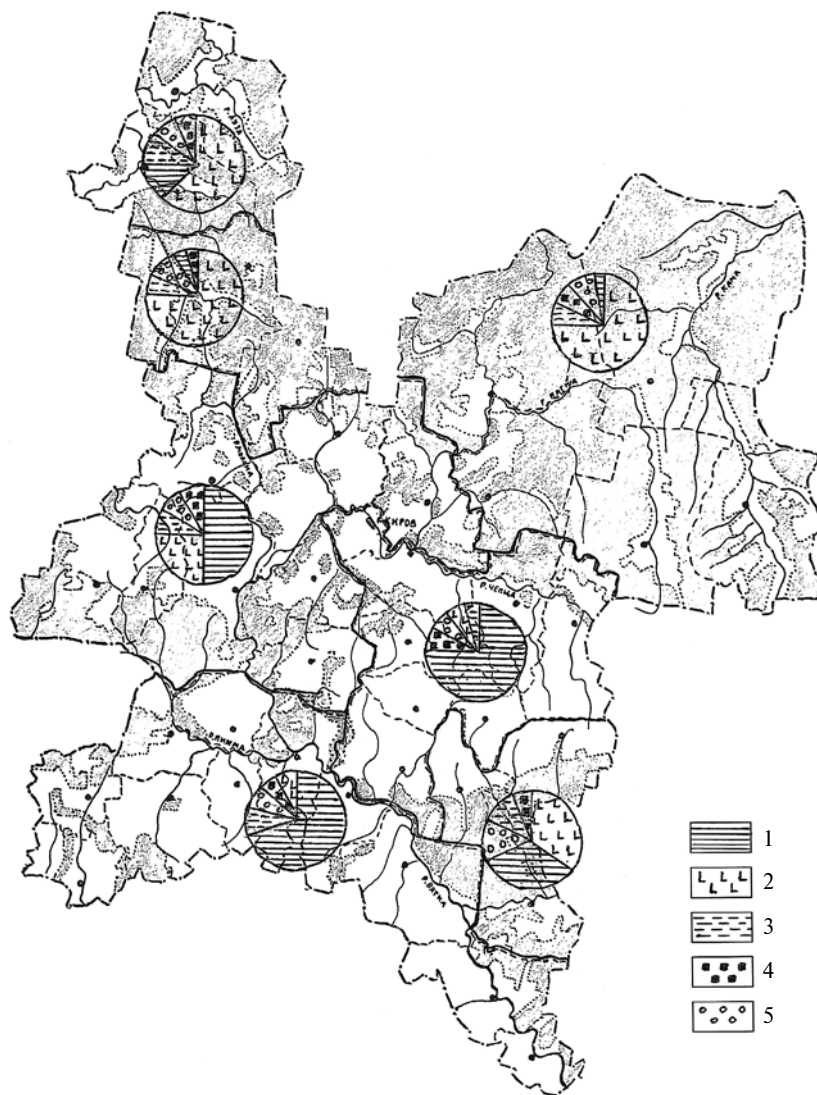








Рис. Стоимостная структура ресурсного природного капитала по группам районов Кировской области

Условные обозначения:  — земли государственного лесного фонда,  — земли сельскохозяйственного назначения;   — границы области;   — границы районов; ● — районные центры. 1 — ресурсы сельскохозяйственных земель; 2 — лесные ресурсы, в том числе недревесные и охотопромысловые; 3 — водные ресурсы; 4 — минерально-сырьевые ресурсы; 5 — природоохранные и сырьевые ресурсы

деструктивными природными процессами, а со снижением уровня агротехники (уменьшение доз вносимых удобрений, объемов известкования и т. д.). Даже зарастание пашен означает не безвозвратную потерю ресурса, а лишь переход их в лесные ресурсы.

Лесные ресурсы также недоиспользуются. Лесные земли занимают 67,3 % территории области, лесопокрытая площадь составляет 7489,1 тыс. га. Расчетная лесосека (17 млн м³) в целом по области используется на 51,2 % (2016 г.). Истощительное лесопользование отмечается в основном в наиболее доступных лесных массивах бывших сельских лесов, в том числе и за счет браконьерс-

ких рубок. Таким образом, текущее сельскохозяйственное и лесохозяйственное использование соответствующих ресурсов не приводит к их истощению и деградации, и уровень «истинных сбережений» примерно соответствует их изначальной стоимости.

В то же время износ основных фондов во всех отраслях весьма существенен — 54,8 %, в сельском и лесном хозяйстве — 43,9 %. Удельный вес полностью изношенных основных фондов в сельском и лесном хозяйстве в 2016 г. составил 13,3 %, в добыче полезных ископаемых — 24,9 %, в обрабатывающем производстве — 15,7 %. Соответственно, доля произведенных активов в структу-

ре национального богатства должна быть понижена на эту величину.

Очевидно, что мобилизация национального богатства в целом и природного капитала для развития региона требует финансовых инвестиций. Инвестиционная привлекательность региона определяется соотношением инвестиционного потенциала с инвестиционным риском. По рейтингу («Эксперт РА») инвестиционного климата в 2013—2014 гг. Кировская область отнесена к группе регионов «Пониженный потенциал — умеренный риск». Наиболее значимым, с позиции инвесторов, является инфраструктурный, производственный, трудовой и потребительский потенциал. К наиболее значимым рискам инвесторы относят законодательный, финансовый, управленческий и коррупционные риски.

Инвестиционно привлекательные факторы региона: выгодное географическое положение; наличие квалифицированных трудовых ресурсов; богатство лесных и земельных ресурсов; значительный природно-рекреационный потенциал, повышенное региональное самосознание. Однако реализации относительно высокого инвестиционного потенциала в лесном и сельском хозяйстве препятствует низкий инфраструктурный потенциал области. Слаборазвитая инфраструктура препятствует также мобилизации природных рекреационных ресурсов.

Социальные проблемы: относительно низкие и медленно растущие доходы; сильная депопуляция и старение, особенно сельского населения, устойчивый миграционный отток, низкая доступность социальных услуг в сельской местности, слаборазвитая транспортная инфраструктура.

Экономические проблемы: значительное число муниципальных образований с монопрофильной структурой экономики, отсутствие топливно-энергетических и других экспортно ориентированных ресурсов.

Таким образом, в сложившейся структуре экономики области отсутствуют отрасли, привлекательные для внешних инвестиций. В области реализуется только один крупный проект с федеральным финансированием по производству фармпрепаратов на основе нанотехнологий. В этих условиях необходима мобилизация внутренних инвестиционных источников.

Стоимость и структура природного капитала прямого использования, а также стоимость экологических и культурных функций как стратегического потенциала устойчивого развития определяют основные направления социально-экономического и культурного развития региона. Доминирование в структуре природного капита-

ла области возобновимых природных ресурсов диктует первоочередное их эффективное использование. Мобилизация этих ресурсов в экономику региона, как правило, возможна за счет внутреннего инвестирования при минимальных федеральных и внешних заимствованиях. Таким образом, очевидно, что для мобилизации недоиспользуемого природного капитала области (земельных, лесных и экологических ресурсов) необходимо увеличение основных фондов в соответствующих отраслях, их территориальное перераспределение в пользу периферии, строительство дорог, и, в целом, инфраструктуры.

В Кировской области стоимость сельскохозяйственных земель составляет 35 % ресурсной части природного капитала, в земледельческих районах она возрастает до 70—75 %. Данный капитал в результате кризисной динамики землепользования (с 90-х гг. XX века по настоящее время) используется только наполовину. Преодоление периферийности, депрессивного угасания сельского хозяйства на половине сельскохозяйственных угодий области возможно только путем развития инфраструктуры сельской местности, строительства дорог, производственных объектов, пунктов приема и переработки продукции. Вслед за развитием инфраструктуры малый и средний бизнес (фермерские хозяйства, хозяйства населения) получают стимул для развития. Следует подчеркнуть, что развитие сельской инфраструктуры находится в компетенции регионального и местных бюджетов и вполне реализуемо силами и средствами малого бизнеса. Возвращение в оборот даже половины из заброшенных земель может вывести область в число регионов, экспортирующих сельскохозяйственную продукцию. В первую очередь, должны быть возвращены в оборот земли в центральной и южной части области, с наиболее плодородными почвами (см. рисунок).

Природный капитал лесных ресурсов также используется недостаточно и неравномерно. Эффективное использование лесных ресурсов в этом контексте предполагает увеличение инвестиций в глубокую переработку древесины, постепенный отказ от вывоза круглого леса, развитие инфраструктуры для заготовки недревесной продукции леса. Развитие лесопромышленного комплекса в этом направлении не требует увеличения расчетной лесосеки, позволяет эффективно использовать значительные ресурсы вторичных лиственных лесов. Размещение лесоперерабатывающих предприятий непосредственно в районах лесосырьевой базы (см. рисунок) позволит решить проблему лесохозяйственной периферии, транс-

портной доступности и снимет пресс с ближних сельских лесов, возвратив им рекреационно-экологические функции. Развитие сельской инфраструктуры является также мощным стимулом рекреационного освоения территории, как в форме приобретения горожанами домов в деревне, так и в форме целенаправленного развития ландшафтно-аграрной, промышленной и эколого-познавательной рекреации.

Недоиспользуется также природоохранный и рекреационный потенциал региона. Так, ООПТ занимают только 3,5 % площади области. При оптимальной доле ООПТ, равной 10 % площади региона, стоимость этого вида природного капитала возрастет в три раза. Природный рекреационный потенциал области также может увеличиться в 2–3 раза за счет экологического и аграрного туризма, лицензионной охоты и других видов рекреационной деятельности за счет внешнего (отечественного и зарубежного) притока рекреантов.

В целом, эффективное использование только ресурсной части природного капитала позволит увеличить удельный вес сельского хозяйства, охоты и лесного хозяйства в структуре ВРП с нынешних 8,7 % до 20–25 % в обозримой перспективе.

Высокая стоимость экологических и социально-культурных функций в структуре природного

капитала, которая значительно выше стоимости ресурсов прямого использования, создает благоприятные предпосылки для позиционирования Кировской области как региона долгосрочного устойчивого развития. Наиболее перспективными в этом отношении являются районы в долине р. Вятки и северные лесные районы области с высоким экологическим потенциалом.

Заключение. Территориальный анализ стоимости, структуры и удельного веса природного капитала в национальном богатстве выявил высокий потенциал возобновимых природных ресурсов для развития региона. Данный потенциал в настоящее время недоиспользуется в сельском и лесном хозяйстве, в сфере охраны природы и рекреации.

Инвестиционная привлекательность Кировской области обусловлена выгодным географическим положением, наличием квалифицированных трудовых ресурсов, богатыми земельными и лесными ресурсами, значительным природоохранным и рекреационным потенциалом, повышенным региональным самосознанием. Данные факторы определяют вектор экологической политики и, в целом, устойчивого развития в направлении эффективного использования природного капитала области за счет преимущественно собственных инвестиционных ресурсов.

Библиографический список

1. Бобылев С. Н., Медведева О. Е. Экология и экономика: пособие по региональной экологической политике. — М.: Акрополь. 2004. — 340 с.
2. Мазуров Ю. Л. Экологическая политика России в 1990-е гг. / Рациональное природопользование: теория, практика, образование. Под ред. М. В. Слипенчука. М.: 2012. С. 32–39.
3. Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-Being Synthesis. — Washington DC. Island Press. — 2005. 128 p.
4. Государственный доклад о состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2015 г. — М.: Росреестр. 2016. — 450 с.
5. Лесопромышленный комплекс Кировской области: статистический сборник. — Киров: Кировстат. 2016. — 53 с.
6. Охрана окружающей среды в Кировской области: статистический сборник. — Киров: Кировстат. 2016. — 59 с.
7. Регионы России. Социально-экономические показатели. — М.: Росстат. 2017. — 1402 с.
8. Региональный доклад о наличии, состоянии и использовании земель Кировской области / Росреестр по Кировской области. — Киров, 2016. — 280 с.
9. Новый взгляд на богатство народов. Индикаторы экологически устойчивого развития / Дж. Диксон, Ж. Беккес и др. / Научн. ред. перевода и предисловие С. Н. Бобылева, В. Н. Сидоренко. — М.: ГЭФ. 2000. — 175 с.
10. Система эколого-экономического учета водных ресурсов / Департамент по экономическим и социальным вопросам. Статистические документы. — Серия F, № 100. — Нью-Йорк, ООН. 2012. — С. 121–142.
11. Экономика сохранения биоразнообразия / Под ред. А. А. Тишкова. Редакторы-составители: С. Н. Бобылев, О. Е. Медведева, С. В. Соловьева / Проект ГЭФ. — М.: Институт экономики природопользования. 2002. — 604 с.
12. Исаев А. С., Коровин Г. Н., Сухих В. И. и др. Экологические проблемы поглощения углекислого газа посредством лесовосстановления и лесоразведения в России (аналитический обзор). — М.: Центр экологической политики России. 1995. — 155 с.
13. Pagiola S., von Ritter K., Bishop J. T. Assessing the economic Value of Ecosystem Conservation // World Bank Environment Department Paper. — 2004 — N 101.

RATIONAL USE OF NATURAL CAPITAL AS A FACTOR FOR ECONOMIC DEVELOPMENT: A CASE STUDY OF THE KIROV REGION

G. D. Mukhin, Ph. D. (Geography), Leading Scientist, Lomonosov Moscow State University, Geography Faculty, gd_mukhin@rambler.ru; Moscow, Russia

References

1. Bobylev S. N., Medvedeva O. E. *Ecologia i economica: posobie po regionalnoj ecologicheskoj politike* [Environment and economy: guide on regional environment policy]. Moscow, Acropol'. 2004. 340 p. [in Russian].
2. Mazurov Ju. L. *Ecologicheskaia politika Rossii v 1990 gg.* [Environmental policy of Russia in the 1990s] *Rational nature management: theory, practice, education* / M. V. Slipenchuk ed. Moscow, 2012. P. 32–39. [in Russian].
3. Millenium Ecosystem Assessment. *Ecosystems and Human Well-Being Synthesis*. Washington DC. Island Press. 2005. 128 p.
4. Gosudarstvennyj doklad o sostoyanii i ispol'zovanii zemel' v Rossijskoj Federatzii v 2015 g. [The State Report on Land Condition and Use in Russian Federation in 2015]. Moscow, Rosreestr, 2016. 450 p. [in Russian].
5. Lesopromyshlennyj kompleks Kirovskoj oblasti: statisticheskij sbornik [Forestry complex of the Kirov Region: statistical compilation]. Kirov: Kirovstat. 2016. 53 p. [in Russian].
6. Okhrana okruzhajuschej sredy v Kirovskoj oblasti: statisticheskij spornik [Environment protection in the Kirov Region: statistical compilation]. Kirov, Kirovstat. 2016. 59 p. [in Russian].
7. Regiony Rossii. Sotzial'no-ekonomicheskie pokazateli [Regions of Russia. Social and economic indicators]. Moscow, Rosstat. 2017. 1402 p. [in Russian].
8. Regional'nyj doklad o nalichii, sostoyanii i ispol'zovanii zemel' Kirovskoj oblasti. Rosreestr po Kirovskoj oblasti [The Regional Report on the availability, condition and use of lands in the Kirov Region]. Kirov. 2016. 280 p. [in Russian].
9. Novyj vzglyad na bogatstvo narodov. Indikatory ecologicheski ustojchivogo razvitiya [A new look at the wealth of people. Indicators of sustainable development]. J. Dixon, G. Bekkes / Sci. ed. S. N. Bobylev, V. N. Sidorenko. Moscow, GEF. 2000. 175 p. [in Russian].
10. Sistema ekologo-ekonomicheskogo ucheta vodnykh resursov [The system of environment and economical accounting of water resources]. *Department on economic and social issues. Statistical data, Series F, No. 100*. New York, UN, 2012. P. 121–142. [in Russian].
11. *Ekonomika sokhraneniya bioraznoobraziya* [Economy of Biodiversity Conservation. GEF Project]. A. A. Tishkov, editor. Moscow, Institut ekonomiki prirodnopolzovaniya. 2002. 604 p. [in Russian].
12. Isaev A. S., Korovin G. N., Sukhikh V. I. et al. *Ecologicheskie problemy pogloscheniya uglekislogo gaza posredstvom vosstanovleniya i lesorazvedeniya v Rossii (analiticheskij obzor)*. [Environmental problems of carbon dioxide deposition by forest restoration and afforestation in Russia (analytical review)]. Moscow, The Russian Center of Environmental policy, 1995. 155 p. [in Russian].
13. Pagiola S., von Ritter K., Bishop J. T. *Assesing the Economic Value of Ecosystem Conservation*. *World Bank Environment Department Paper*.



ДИСКУССИОННЫЕ ВОПРОСЫ АКТУАЛИЗАЦИИ МЕТОДИКИ СРЕДНЕМАСШТАБНОГО ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ П-ОВА ЯМАЛ)

О. С. Сизов, старший научный сотрудник,
Институт проблем нефти и газа РАН
(Москва), kabanin@yandex.ru

В работе на примере полуострова Ямал рассматриваются подходы к актуализации методики среднемасштабного (1:200 000—1:1 000 000) геоморфологического картографирования. В частности, приводятся краткие результаты решения отдельных картографических задач: обеспечения дистанционными данными и ЦМР, картографирования отдельных форм рельефа, определения базовых морфометрических показателей и выявления достоверных дистанционных дешифровочных признаков обстановок ледникового, морского и иных типов рельефообразования. На основе полученных результатов, а также российского и мирового опыта рассматриваются существующие дискуссионные вопросы среднемасштабного геоморфологического картографирования: теоретические, методические, картографические и организационные. При этом на примере Ямала наибольший интерес вызывает разработка методов решения фундаментальных проблем истории развития рельефа. В частности, изучение плейстоценовых морских трансгрессий и покровных оледенений на территории полуострова, их пространственных и временных взаимоотношений, а также выраженности в рельефе (на основе дистанционных признаков).

The paper examines the approaches for updating medium-sized (1:200 000—1:1 000 000) geomorphological mapping in the case study of the Yamal Peninsula. In particular, the results of the individual map tasks solving are given: providing with remote data and DEM, mapping of individual relief forms, defining basic morphometric parameters and detecting reliably the remote decryption features of the conditions for glacial, marine and other types of relief formation. On the basis of these and the Russian and international experience results, the existing controversial issues of medium-geomorphological mapping are considered: theoretical, methodological, and organizational mapping. Herewith, in the Yamal Peninsula's case study, of greatest interest is the development of the methods for solving the fundamental problems of the history of relief, in particular, the study of Pleistocene marine transgressions and glaciation on the Yamal Peninsula, their spatial and temporal relations, as well as the manifestation in the relief (based on remote indication).

Ключевые слова: Ямал, геоморфологическое картографирование, ЦМР, дистанционное зондирование.

Keywords: the Yamal Peninsula, geomorphological mapping, DEMs, remote sensing.

Введение. История развития рельефа на полуострове Ямал вот уже несколько десятилетий вызывает споры между приверженцами ледниковой и морской (ледниково-морской) концепций [1, 2]. За последние годы в ходе многочисленных полевых исследований и на основе современных методов датирования (OSL) были получены фактические данные, подтверждающие существование здесь в позднем плейстоцене как покровных оледенений [3], так и морских трансгрессий [4]. Полученные результаты во многом учитываются в ходе масштабных работ по обновлению и актуализации геологических и геоморфологических карт среднего и мелкого масштаба, проводимых в том числе силами ВСЕГЕИ в пределах территории России [5].

В большинстве исследований, посвященных методам геоморфологического картографирования, в качестве фактической основы для создания карт указывается необходимость использования аэрофото- и космических снимков земной поверхности [6, 7].

Среднемасштабные геоморфологические карты и карты четвертичных отложений по мере готовности становятся доступны широкому кругу пользователей [8], что дает возможность провести независимую оценку результатов на основе современных пространственных данных, полученных дистанционными методами.

Целью данной работы является рассмотрение дискуссионных вопросов актуализации методики среднемасштабного (1:200 000—1:1 000 000) геоморфологического картографирования и поиск путей оптимизации, повышения производительности и достоверности итоговых картографических произведений.

Материалы и район исследований. В рамках данного исследования в качестве модельного района был выбран полуостров Ямал, поскольку территория достаточно хорошо изучена, в том числе в геоморфологическом отношении. Ежегодно на различных участках проводятся как прикладные, так и фундаментальные полевые исследования, что позволяет получить наземные подтверждения или опро-

вержения результатов обработки дистанционных данных по материалам независимых друг от друга научных коллективов.

Несмотря на многолетнюю историю изучения полуострова, здесь до настоящего времени существуют неразрешенные фундаментальные проблемы генезиса рельефа, которые приводят к разработке значительно отличающихся подходов при решении прикладных крупномасштабных геоморфологических задач (оценка динамики эрозионных процессов, картографирование отдельных геоморфологических форм и др.).

Необходимость однозначной трактовки геоморфологических обстановок обусловлена не только природными особенностями, но и необходимостью безопасного хозяйственного освоения территории, масштабы которого неуклонно увеличиваются с вводом в эксплуатацию новых производственных мощностей по добыче и транспортировке углеводородов.

Территория полуострова имеет явные природные границы, что определяет дискретность рельефообразующих процессов, за исключением границы с северным Уралом, где происходит интерференция форм горного и покровного оледенений. Размеры полуострова, с учетом современных информационных возможностей, позволяют рассмотреть его полностью в среднем масштабе. При этом практически на любой участок доступны дистанционные данные крупных масштабов.

Актуализация методики среднемасштабного картографирования связана, в первую очередь, с введением в практическую деятельность современных источников пространственных данных с акцентом на материалы, получаемые дистанционными методами, т. е. не испытывающие субъективного влияния наблюдателя. К таким материалам можно отнести:

— мультиспектральные космические снимки (МКС) — результат многозональной съемки земной поверхности с космических аппаратов, находящихся на низкой околоземной орбите. В сегменте среднего пространственного разрешения, соответствующего средним картографическим масштабам, существует возможность бесплатного получения материалов съемки вплоть до детальности 10 м/пикс. [9];

— цифровые модели рельефа (ЦМР) — регулярные растровые сетки, содержащие информацию об абсолютной высоте для каждой ячейки как проекции участка земной поверхности. Преимущество отдается моделям, созданным путем непосредственных инструментальных измерений, поскольку вторичная интерполяция высотной информации топографических карт вносит существенные искажения и сопровождается потерей

детализации. Основными способами получения ЦМР являются автоматическая обработка оптических стереоизображений [10] и интерферометрическая обработка радиолокационных данных [11].

Большое значение имеют архивные (60—70-е гг.) материалы фотосъемок как с летательных, так и с космических аппаратов. В настоящее время доступ к российским архивам съемки затруднен, но существует возможность получения (бесплатного, либо за небольшую плату) съемки с американских разведывательных спутников, вплоть до снимков с разрешением 1,5—2 м/пикс. [12]. Снимки поставляются в виде сканированных растровых изображений исходной фотопленки и после дополнительной обработки применимы для цифрового картографирования в геоинформационных системах (ГИС).

В качестве анализируемых геоморфологических карт выступают листы геологических карт масштабов 1:200 000, 1:1 000 000 [13], а также мелкомасштабные карты четвертичных образований [14] и соответствующие карты из атласов Тюменской области и Ямало-Ненецкого автономного округа [1, 15].

Задача подбора оптимальных исходных пространственных данных является первичной при геоморфологическом картографировании и на примере Ямала подробно рассматривается ниже.

Результаты. Методология геоморфологического картографирования, в том числе с использованием дистанционных данных, довольно подробно рассмотрена в многочисленных работах [6, 16—18]. Не ставя под сомнение высокий теоретический уровень разработанных ранее методик, процесс решения ряда частных картографических задач тем не менее претерпел существенные изменения. В рамках данной работы на примере полуострова Ямал была предпринята попытка актуализации и оптимизации решения отдельных задач в среднем масштабе:

1. Задача обеспеченности дистанционными данными. Наличие в открытом доступе архивных и актуальных материалов МКС среднего пространственного разрешения за весь период работы целевой аппаратуры [9, 19] позволило создать на всю территорию полуострова безоблачные мозаичные спутниковые покрытия со следующими параметрами:

1985 г., 1988—1990 гг. — съемка со спутника Landsat-5, включающая 6 мультиспектральных каналов с пространственным разрешением 30 м/пикс., радиометрическое разрешение составляет 8 bit.

2000—2003 гг., съемка со спутника Landsat-7, включающая 6 мультиспектральных каналов с

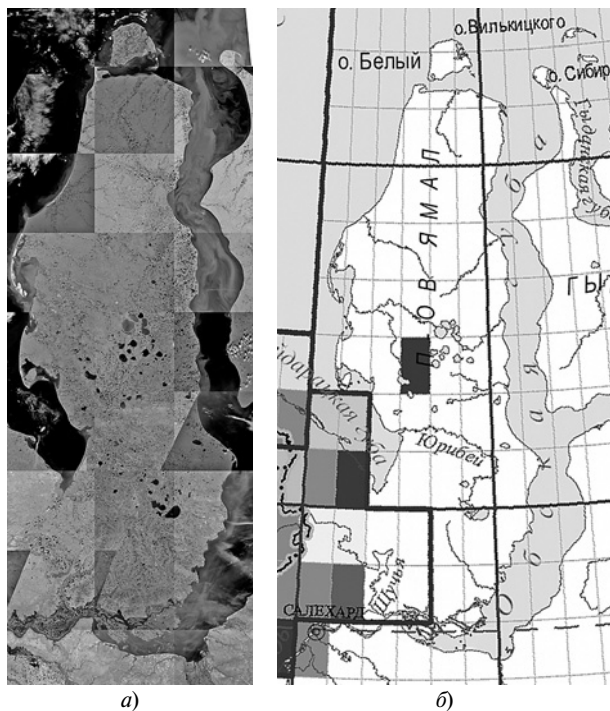


Рис. 1. а — мозаика безоблачных космических снимков со спутника Sentinel-2 [9] за 2016 г. на территорию полуострова Ямал; б — схема обеспеченности ГК-200/2 ДО масштаба 1:200 000 по состоянию на 01.07.2016 г. [13]

пространственным разрешением 15 м/пикс., радиометрическое разрешение составляет 8 bit.

2013—2014 гг. (зимний период), 2013—2015 гг., съемка со спутника Landsat-8, включающая 6 мультиспектральных каналов с пространственным разрешением 15 м/пикс., радиометрическое разрешение составляет 16 bit.

2016 г., съемка со спутника Sentinel-2 (рис. 1, а), включающая 4 мультиспектральных канала с пространственным разрешением 10 м/пикс., радиометрическое разрешение составляет 16 bit.

Полученные спутниковые мозаики являются аналогами дистанционной основы, используемой при создании государственных геологических карт. При этом получение подобных мозаик максимально автоматизировано, что позволяет для любого участка в пределах полуострова получить не менее трех разновременных изображения с разницей 10—15 лет. Данный подход практически снимает проблему получения дистанционной основы, которая сохраняется до последнего времени (рис. 1, б).

Для детальной оценки динамики экзогенных процессов на отдельные участки в центральной и южной частях полуострова были созданы мозаики архивных панхроматических снимков со спутников программы CORONA (1968—1972 гг., пространственное разрешение 2—5 м/пикс.) [12].

Дополнительно была проведена систематизация топографических карт, которые хоть и не относятся к дистанционным данным, тем не менее являются важным информационным слоем, обеспечивая географическую основу проводимых работ. На всю территорию работ были получены непрерывные растровые покрытия топографических карт масштаба 1:50 000 и 1:200 000 на основе материалов открытых источников [20].

2. *Задача обеспеченности ЦМР.* Незаменимым информационным источником применительно к геоморфологическому картографированию являются ЦМР. В ходе работ на основе открытых источников [10, 19, 21] на весь полуостров были получены следующие модели рельефа:

— AsterGDEM — результат обработки стереоизображений ASTER, размер растровой ячейки составляет 30 м, модель отличается большим количеством артефактов, особенно в северных широтах;

— AlosDEM — результат обработки стереоизображений ALOS PRISM, размер растровой ячейки составляет 25 м, модель отличается наличием пропусков в покрытии, однако является максимально детальной из открытых моделей рельефа на текущий момент;

— TopoDEM — результат оцифровки и гидрологически корректной интерполяции топографических масштаба 1:200 000, размер растровой ячейки составляет 27 м, модель используется в качестве вспомогательной.

Помимо перечисленных ЦМР значительным потенциалом обладает модель на основе данных с радарных спутников TerraSAR-X и TanDEM-X [11]. Модель создана в глобальном масштабе и пока имеет ограниченное распространение. В настоящее время доступны обзорные изображения на весь полуостров, позволяющие оценить только наиболее крупные формы рельефа.

3. *Задача картографирования отдельных форм рельефа.* Выявление отдельных форм рельефа представляет интерес прежде всего с точки зрения поиска индикаторов основных обстановок рельефообразования. В данной работе картографирование отдельных форм рассматривается на примере разработки методики выявления бугров пучения. Основной методический прием заключается в использовании зимних снимков территории, на которых за счет низкого положения Солнца и отсутствия растительности создается визуальный аналог теневой отмывки рельефа. Подобная особенность зимних снимков уже отмечалась в некоторых исследованиях [22, 23], однако на примере Ямала впервые была проведена работа по сплошному картографированию бугров пучения с верификацией большинства объектов

по летним мультиспектральным снимкам среднего и высокого разрешения. Успешность применения полученной методики позволяет экстраполировать ее на другие арктические регионы в рамках работ по уточнению и детализации среднemasштабных карт.

Всего в результате дешифрирования было выявлено порядка 7000 объектов, распределенных по 8 классам, которые с большей или меньшей долей вероятности можно отнести к буграм пучения, сформировавшимся на различных геоморфологических уровнях. Успешность применения полученной методики позволяет экстраполировать ее и на другие арктические регионы в рамках работ по уточнению и детализации среднemasштабных карт.

4. Задача определения базовых морфометрических показателей. Представление пространственных данных в цифровом виде позволяет автоматизировать процесс создания морфометрических карт. Наибольший интерес представляют карты заозеренности, густоты эрозионной сети и водосборных бассейнов. Подобные карты могут служить вспомогательными материалами при выделении границ аккумулятивных озерных равнин, водораздельных участков, а также территорий, не несущих следов ледниковой или морской обработки.

На примере Ямала была разработана методика создания карты заозеренности на основе дешифрирования мультиспектральных снимков Landsat-8, которая включает следующие шаги:

— автоматическое дешифрирование на основе спутниковой мозаики всех водных объектов по состоянию на 2013—2015 гг.;

— векторизация и фильтрация полученных результатов как по типу (удаление русел рек), так и по площади (учитывались объекты не менее 1 га);

— растеризация векторного слоя и расчет средней площади водной поверхности в скользящем окне размером 500×500 м с возвращением центроидов в виде точечных объектов со значением площади в атрибуте;

— интерполяция точечных объектов в виде непрерывного раstra заозеренности с заданным размером ячейки.

Появление готовых для использования баз данных водных объектов [24] позволяет еще более упростить процесс создания подобных карт. Кроме того, появляется возможность расчета параметров заозеренности для определенных временных интервалов с последующей оценкой динамики абразионных и термокарстовых процессов для обширных территорий.

5. Задача поиска достоверных дистанционных дешифровочных признаков обстановок ледникового,

морского и иных типов рельефообразования. Анализ литературных источников и изучение особенностей строения рельефа высоких широт, сложившегося в различных условиях, показывает, что существуют устойчивые во времени дистанционные признаки, позволяющие судить о генезисе и пространственных границах распространения основных факторов рельефообразования. На примере Ямала были установлены признаки:

— ледниковой обработки рельефа — характерный линейно-грядовый рельеф, выражающийся как в чередовании положительных и отрицательных форм, так и в характере речной сети, кроме того, выделяются характерные признаки конечных и боковых морен, а также зандровых долин и районов погребенных пластовых льдов;

— морских трансгрессий — следы абразионных процессов на протяженных участках, участки морфологически выраженных проливов и затапливаемых в недавнем прошлом озерно-аллювиальных равнин;

— преобладания речной и овражной эрозии без влияния дополнительных рельефообразующих процессов (оледенений, трансгрессий, термокарста), рельеф подобных участков развивался преимущественно в условиях водной эрозии, осложненной в отдельных местах процессами дефляции.

Отдельно можно отметить установленные признаки эндогенных процессов (поверхностные газопроявления), оказывающих в том числе влияние и на формирование рельефа в виде разрушения бугров пучения, образования хасыреев, активизации оползневых процессов [25].

Выделенные признаки во многом являются дискуссионными и могут подвергаться обоснованным сомнениям [26]. Тем не менее, рассматривая рельеф как консервативный природный компонент, описание и систематизация подобных признаков необходимы для разработки методик экспертного геоморфологического дешифрирования и минимизации субъективного влияния при создании карт.

Обсуждение результатов. Анализ российского и зарубежного опыта геоморфологического картографирования районов древних покровных оледенений показывает, что возросшие технические, информационные и коммуникационные возможности находят широкое практическое применение при создании геоморфологических карт.

Значительный интерес представляют геоморфологические и геологические исследования в Канаде, где перспективы картографирования четвертичных отложений (surficial geology) связаны с внедрением широкого перечня дистанционных данных — оптических (мультиспектральных,

гиперспектральных) и радарных космических снимков среднего и высокого пространственного разрешения, съемки с беспилотных летательных аппаратов, цифровых моделей рельефа (ЦМР), результатов лазерного сканирования, высокоточных измерений спутниковой навигации [27]. На сайте геологической службы Канады представлены как методические работы по обоснованию использования новых типов пространственных данных при картографировании четвертичных отложений и рельефа, так и официальные картографические материалы в растровом и векторном виде (с географической привязкой и атрибутивной информацией) на большую часть территории [28].

Доступность геологических карт и исходных дистанционных данных можно отметить для территории Аляски (США). Для всех заинтересованных пользователей есть возможность скачивания мультиспектральных космических снимков с пространственным разрешением вплоть до 1 м, а также цифровых моделей рельефа, созданных на основе лидарной съемки, с размером ячейки 5 м. Материалы представлены как в наиболее распространенных форматах, так и в виде специализированного интернет-сервиса — единого портала геологической информации [29].

В качестве примеров российских геоморфологических исследований, в которых используются дистанционные данные (космические снимки и ЦМР), можно привести картографирование ледникового и приледникового рельефа в Псковской и Московской областях [30, 31], а также восстановление истории формирования рельефа в тундрах Колымской низменности [32].

Работы по среднемасштабному геоморфологическому картографированию Ямала осуществляются в настоящее время преимущественно силами ВСЕГЕИ (совместно с подрядными организациями) [33]. Анализ доступных цифровых наборов геологических карт позволяет предположить значительную долю экспертной работы и высокую трудоемкость создания/обновления каждого номенклатурного листа. При этом в открытых источниках не удалось найти ориентировочных сроков создания полных картографических наборов масштаба 1:200 000 и 1:1 000 000, в частности на территорию Западной Сибири. В открытых источниках также не удалось найти описания методики использования дистанционных данных при создании карт, упоминания цифровых моделей рельефа в методических рекомендациях единичны [34]. Данные обстоятельства представляют возможность для обсуждения вариантов оптимизации процессов среднемасштабного геоморфологического картографирования. В целом можно выделить четыре группы дискуссионных вопросов:

1. Теоретические вопросы — определяются сохранением у исследователей фундаментальных различий в понимании истории развития территории. На примере Ямала наглядно видно, что различные концепции реализуются в принципиально различающемся содержании карт и пояснительных записок. В частности, морские отложения на карте четвертичных отложений третьего поколения листа Q-42 [35], основанной преимущественно на исследованиях и аэрогеологическом дешифрировании 80-х гг. прошлого века, соответствуют ледниковым отложениям на карте четвертичных отложений масштаба 1:2 500 000, созданной с учетом результатов экспедиции QUEEN [36].

2. Методические вопросы — связаны со слабой проработанностью методик использования актуальных пространственных (прежде всего, дистанционных) данных. При этом очевидно, что уточнение контуров и пространственного положения участков рельефа единого генезиса на обширных труднодоступных территориях возможно только с использованием дистанционных методов. Их разработка, апробирование и практическое внедрение требуют целенаправленных усилий и наличия собственно дистанционных данных, недостаток которых можно отметить для территории Ямала (рис. 1, б). Несмотря на то что существуют отдельные требования к созданию и обработке материалов дистанционного зондирования (дистанционных основ, ДО) [37], интерпретационная часть (схемы дешифрирования, схемы интерпретации результатов дешифрирования) раскрывается только в общих чертах, предполагая экспертный визуальный и интерактивный анализ материалов аэрофото- и космической съемки с учетом имеющейся геологической, геофизической и другой информации в специализированном программном обеспечении. При этом источником для создания ДО, согласно требованиям [37], являются только оптические космические снимки, за исключением специализированного продукта — ДО с ЦМР, упомянутой только в рекомендациях [34] в качестве способа перехода от работы с двухмерным изображением к трехмерному.

3. Картографические вопросы — касаются преимущественно существующих расхождений фактической ситуации с контурами базовых (элементарных) участков. В большинстве случаев подобные ошибки связаны с квалификацией непосредственного специалиста-картографа и осложняются (при использовании визуальных методов дешифрирования) отсутствием дополнительных источников данных соответствующего или более крупного масштаба (достоверных эталонов де-

шифрования, цифровой модели рельефа, снимков за различные сезоны, снимков с более высоким пространственным разрешением, снимков в радиолокационном диапазоне, архивной аэрофотосъемки и др.).

4. Организационные вопросы — относятся к способам управления полученными фактическими данными. Современные информационные возможности позволяют обмениваться не только аналитическими, но и исходными материалами, включая описания разрезов, результаты бурения, протоколы лабораторных анализов, подробные результаты моделирования, пространственные данные в исходном качестве и др. В качестве примера можно привести портал обмена исходными материалами исследований PANGAEA [38, 39]. Доступ к исходным данным не только существенно повышает качество рецензирования и научного обсуждения, но может способствовать проведению продуктивных обобщений и сравнений региональных особенностей, а также выявлению новых закономерностей для обширных территорий. Открытый доступ к фактуре важен как для архивных, так и для актуальных материалов исследований.

Выводы. Результаты проведенного исследования на примере Ямала показали, что существуют значительные возможности для актуализации методики среднемасштабного геоморфологического картографирования. При этом появление информативных пространственных данных нового поколения позволяет разрабатывать методы ре-

шения фундаментальных геоморфологических проблем. В данном случае перспективы данной работы связаны с исследованием проблематики плейстоценовых морских трансгрессий и покровных оледенений Ямала, их пространственных и временных взаимоотношений, а также выраженности в рельефе (на основе дистанционных признаков).

Прикладная значимость актуализации методики среднемасштабного геоморфологического картографирования определяется не только активным хозяйственным освоением, но и необходимостью оптимизации и повышения эффективности картографических работ. Современные пространственные данные призваны повышать качество итоговых карт и сокращать время и ресурсы на их производство.

Предлагаемые подходы на основе дистанционных методов могут быть применимы как минимум для всего севера Западной Сибири. Учитывая масштабы территории и сложность существующих здесь палеогеографических проблем, оптимизация исследований может обеспечиваться организационно, в том числе за счет объединения усилий и возможностей заинтересованных специалистов, неограниченного доступа к исходным полевым и дистанционным данным, а также широкого обсуждения и поиска консенсуса по основным дискуссионным вопросам.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ и Правительства ЯНАО (16-45-890529 p_a).

Библиографический список

1. Атлас Ямало-Ненецкого автономного округа. М.: ГУГК, 2004.
2. Грива Г. И. Геоэкологические условия разработки газовых месторождений Ямала. — Томск: Томский государственный университет, 2005. — 352 с.
3. Svendsen J. I., Alexanderson H., Astakhov V. I., Demidov I., et al. Late Quaternary ice sheet history of northern Eurasia // Quaternary Science Reviews, 2004, vol. 23, No 11–13, p. 1229–1271.
4. Облогов Г. Е. Эволюция криолитозоны побережья и шельфа Карского моря в позднем неоплейстоцене-голоцене // Дис. ... канд. геол.-мин. наук. Тюмень, 2016, 197 с.
5. Назаров Д. В., Костин Д. А., Шишкин М. А., Файбусович Я. Э. Карта плиоцен-четвертичных образований. Лист R-42 (п-ов Ямал). Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000, СПб., изд-во ФГУП ВСЕГЕИ, 2015.
6. Геоморфологическое картирование. М.: Наука, 1977. 240 с.
7. Колодешникова Н. В., Поздняков А. В. Принципы картографирования рельефа и процессов геоморфодинамики // Вестн. Том. гос. ун-та. 2014. № 378. С. 213–218.
8. [Электронный ресурс] <http://www.vsegei.ru/ru/info/georesource/>, дата обращения: 2018.05.07.
9. [Электронный ресурс] <https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>, дата обращения: 2018.05.07.
10. [Электронный ресурс] <http://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/en/aw3d30/>, дата обращения: 2018.05.07.
11. [Электронный ресурс] <http://worlddem-database.infoterra.de/>, дата обращения: 2018.05.07.
12. [Электронный ресурс] https://lta.cr.usgs.gov/declass_1, дата обращения: 2018.05.07.
13. [Электронный ресурс] <http://webmapget.vsegei.ru/index.html>, дата обращения: 2018.05.07.
14. [Электронный ресурс] <http://www.vsegei.ru/ru/info/quaternary-2500/>, дата обращения: 2018.05.07.
15. Атлас Тюменской области. Вып. 1. Москва—Тюмень: ГУГК, 1971. 198 с.
16. Методика геоморфологического картирования. Геоморфологическая комиссия. М.: Наука, 1965. 176 с.
17. Спиридонов А. И. Геоморфологическое картографирование. М.: Недра, 1985. 184 с.
18. Геоморфология / Ю. Г. Симонов. СПб.: Питер, 2005. 427 с.
19. [Электронный ресурс] <http://earthexplorer.usgs.gov/>, дата обращения: 2018.05.07.

20. Картографический портал ФГУП «ГОСГИСЦЕНТР» [Электронный ресурс] <http://maps.ggc.ru/>, дата обращения: 2018.05.07.
21. [Электронный ресурс] <http://viewfinderpanoramas.org/dem3.html>, дата обращения: 2018.05.07.
22. Grosse G., Jones B. M., 2011. Spatial distribution of pingos in northern Asia. *Cryosphere* 5, 13–33. doi: 10.5194/tc-5-13-2011
23. Сизов О. С. Дистанционный анализ последствий поверхностных газопроявлений на севере Западной Сибири // Геоматика. — 2015. — № 1. — С. 53–68.
24. Pekel J. F., Cottam A., Gorelick N., Belward A. S. High-resolution mapping of global surface water and its long-term changes. *Nature* 2016, 540, 418–422.
25. Богоявленский В. И., Сизов О. С., Богоявленский И. В., Никонов Р. А. Дистанционное выявление участков поверхностных газопроявлений и газовых выбросов в Арктике: полуостров Ямал // Арктика: экология и экономика, 2016, № 3. С. 4–15.
26. Гусев Е. А., Молодых А. Н., Аникина Н. Ю., Дервянко Л. Г. Происхождение и возраст «водораздельных песков» Енисейского севера // Известия русского географического общества. 2015. Т. 147. № 4. С. 51–64.
27. Harris J. R., Wickert L., Lynds T., Behnia P., Rainbird R., Grunsky E., McGregor R., and Schetselaar E. 2011. Remote Predictive Mapping 3. Optical Remote Sensing — A Review for Remote Predictive Geological Mapping in Northern Canada // *Geoscience Canada* 38 (2): 49–83.
28. Geological Survey of Canada [Электронный ресурс] <http://www.nrcan.gc.ca/earth-sciences/science/geology/geology-canada/10868>, дата обращения: 2018.05.07.
29. Geologic map of Alaska [Электронный ресурс] <http://mrddata.usgs.gov/sim3340/>, дата обращения: 2018.05.07.
30. Карпухина Н. В. Особенности деградации осташковского ледникового покрова в пределах Чудско-Псковской низменности // Геоморфология. — № 4. — 2013. — С. 38–47.
31. Судакова Н. Г., Карпухин С. С., Алтынов А. Е. Палеогеографические реконструкции ледниковых морфолитоструктур Подмосквья с использованием космической информации // Бюллетень Комиссии по изучению четвертичного периода. — № 74. — М.: GEOS, 2015 — С. 76–89.
32. Веремева А. А., Глушкова Н. В. Формирование рельефа в районах распространения отложений ледового комплекса в тундрах Колымской низменности (по данным космической съемки) // Криосфера Земли, 2016. — т. XX, № 1. — С. 15–25.
33. Известия ВСЕГЕИ. 2011 год. Т. 11 (59). — СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2014. — 248 с.
34. Методические рекомендации по геологической, геофизической, геохимической изученности и обеспеченности дистанционными материалами для обоснования постановки РГР. — СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2014. 40 с.
35. Q-42 — Салехард. Картографическая фабрика ВСЕГЕИ. 2014 [Электронный ресурс] http://www.vsegei.ru/ru/info/pub_ggk1000-3/Zapadno-Sibirskaya/q-42.php
36. Карта четвертичных образований масштаба 1:2 500 000 территории Российской Федерации. Пояснительная записка. 2010. 220 с.
37. Требования к дистанционным основам Госгоскарты-1000/3 и Госгоскарты-200/2. — М. — СПб., ГУП «НИИ-КАМ», 2010, 20 с.
38. Diepenbroek M., Grobe H., Reinke M., Schindler U., Schlitzer R., Sieger R., Wefer G. (2002) PANGAEA — an information system for environmental sciences, *Computers & Geosciences*, 28 (10), 1201–1210, doi: 10.1016/S0098-3004(02)00039-0
39. [Электронный ресурс] <https://www.pangaea.de/>, дата обращения: 2018.05.07.

DEBATABLE ISSUES OF THE METHODOLOGY ACTUALIZATION OF MEDIUM-SCALE GEOMORPHOLOGICAL MAPPING: THE YAMAL PENINSULA CASE STUDY

O. S. Sizov, Senior Researcher, Institute of Oil and Gas Problems of the RAS (Moscow); kabanin@yandex.ru

References

1. *Atlas Yamalo-Nenetskogo avtonomnogo okruga* [Atlas of the Yamalo-Nenets Autonomous District]. Moscow, GUGK, 2004. [in Russian].
2. Griva G. I. *Geoekologicheskiye usloviya razrabotki gazovykh mestorozhdeniy Yamala* [Geoecological conditions of the development of gas fields in the Yamal Peninsula]. Tomsk, Tomskiy gosudarstvennyy universitet, 2005. 352 p. [in Russian].
3. Svendsen J. I., Alexanderson H., Astakhov V. I., Demidov I., et al. Late Quaternary ice sheet history of northern Eurasia. *Quaternary Science Reviews*, 2004, Vol. 23, No. 11–13. P. 1229–1271.
4. Oblogov G. Ye. *Evolutsiya kriolitozony poberezh'ya i shel'fa Karskogo morya v pozdnem neopleystotsene-golotsene* [The evolution of the permafrost zone and coastal shelf of the Kara Sea in the late Pleistocene-Holocene. *Ph. D. thesis*]. Tyumen, SB RAN. 2016. 197 p. [in Russian].
5. Nazarov D. V., Kostin D. A., Shishkin M. A., Faybusovich Y. E. *Karta plitsen-chetvertichnykh obrazovaniy. List R-42 (p-ov Yamal). Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiyskoy Federatsii. Masshtab 1:1000000* [Map of Pliocene-Quaternary. Sheet R-42 (the Yamal Peninsula). State geological map of the Russian Federation. Scale 1: 1,000,000]. St. Petersburg: FGUP VSEGEI, 2015. [in Russian].
6. *Geomorfologicheskoye kartirovaniye* [Geomorphological mapping]. Moscow, Nauka, 1977. 240 p. [in Russian].
7. Kolodeshnikov A. V., Pozdnyakov A. V. The principles and processes of mapping the relief of geomorphodynamics. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of the Tomsk State University]. 2014. No. 378. P. 213–218. [in Russian].
8. Electronic resource, evaluable at <http://www.vsegei.ru/ru/info/georesource/> access date 2018.05.07.
9. Electronic resource, evaluable at <https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home> access date 2018.05.07.

10. Electronic resource, evaluable at <http://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/en/aw3d30/> access date 2018.05.07.
11. Electronic resource, evaluable at <http://worldDEM-database.infoterra.de/> access date 2018.05.07.
12. Electronic resource, evaluable at https://lta.cr.usgs.gov/declass_1 access date 2018.05.07.
13. Electronic resource, evaluable at <http://webmapget.vsegei.ru/index.html> access date 2018.05.07.
14. Electronic resource, evaluable at <http://www.vsegei.ru/ru/info/quaternary-2500/> access date 2018.05.07.
15. *Atlas Tyumenskoy oblasti. Vypusk 1* [Atlas of the Tyumen Region. Issue 1]. Moscow-Tyumen, GUGK, 1971. 198 p. (in Russian).
16. *Metodika geomorfologicheskogo kartirovaniya. Geomorfologicheskaya komissiya* [Method of geomorphological mapping. Geomorphological Commission]. Moscow, Nauka, 1965. 176 p. [in Russian].
17. Spiridonov A. I. *Geomorfologicheskoye kartografirovaniye* [Geomorphological mapping]. Moscow, Nedra, 1985. 184 p. [in Russian].
18. *Geomorfologiya* [Geomorphology]. Y. G. Simonov, Ed. St. Petersburg, Piter, 2005. 427 p. [in Russian].
19. Electronic resource, evaluable at <http://earthexplorer.usgs.gov/> access date 2018.05.07.
20. Electronic resource, evaluable at <http://maps.ggc.ru/> access date 2018.05.07. [in Russian].
21. Electronic resource, evaluable at <http://viewfinderpanoramas.org/dem3.html> access date 2018.05.07.
22. Grosse G., Jones B. M., 2011. Spatial distribution of pingos in northern Asia. *Cryosphere* No. 5, P. 13–33. doi: 10.5194/tc-5-13-2011
23. Sizov O. S. Remote analysis of the effects of surface gas shows in the north of Western Siberia. *Geomatika* [Geomatics]. 2015. No. 1. P. 53–68. [in Russian].
24. Pekel J. F., Cottam A., Gorelick N., Belward A. S. High-resolution mapping of global surface water and its long-term changes. *Nature* 2016, 540. P. 418–422.
25. Bogoyavlenskiy V. I., Sizov O. S., Bogoyavlenskiy I. V., Nikonov R. A. Remote identification of areas of surface gas shows and gas emissions in the Arctic Yamal Peninsula. *Arktika: ekologiya i ekonomika* [Arctic: the environment and the economy]. 2016. No. 3. P. 4–15. [in Russian].
26. Gusev Y. A., Molodkov A. N., Anikina N. Y., Derevyanko L. G. The origin and age of the “watershed sands” Yenisei north. *Izvestiya russkogo geograficheskogo obshchestva* [Proceedings of the Russian Geographical Society]. 2015. Vol. 147. No. 4, P. 51–64. [in Russian].
27. Harris J. R., Wickert L., Lynds T., Behnia P., Rainbird R., Grunsky E., McGregor R., and Schetselaar E. 2011. Remote Predictive Mapping 3. Optical Remote Sensing — A Review for Remote Predictive Geological Mapping in Northern Canada. *Geoscience Canada* No. 38 (2). P. 49–83.
28. Electronic resource, evaluable at <http://www.nrcan.gc.ca/earth-sciences/science/geology/geology-canada/10868> access date 2018.05.07.
29. Electronic resource, evaluable at <http://mrdata.usgs.gov/sim3340/> access date 2018.05.07.
30. Karpukhina N. V. Features of the Ostashkovskii degradation of the ice cover within the Pskov-Peipsi Lowland. *Geomorfologiya* [Geomorphology]. No. 4, 2013. P. 38–47. [in Russian].
31. Sudakova N. G., Karpukhin S. S., Altynov A. Ye. Paleogeographic reconstruction of glacial morfolitostruktur suburbs using space data. *Byulleten' Komissii po izucheniyu chetvertichnogo perioda* [Bulletin for Quaternary Research Commission]. No. 74. Moscow, GEOS, 2015. P. 76–89. [in Russian].
32. Veremeyeva A. A., Glushkova N. V. Formation of a relief in areas where sediments of ice complex in the tundra of the Kolyma Lowland (according to satellite imagery). *Kriosfera Zemli* [Earth's Cryosphere]. 2016, Vol. XX, No. 1, P. 15–25. [in Russian].
33. *Izvestiya VSEGEI* (Proceedings of the VSEGEI). 2011. Vol. 11 (59). St. Petersburg, VSEGEI, 2014. 248 p. [in Russian].
34. *Metodicheskiye rekomendatsii po geologicheskoy, geofizicheskoy, geokhimicheskoy izuchennosti i obespechennosti distantsionnykh materialami dlya obosnovaniya postanovki RGR* [Guidelines on the geological, geophysical, geochemical study and provide remote study materials for GCW statement]. St. Petersburg, VSEGEI, 2014. 40 p. [in Russian].
35. *List Q-42—Salekhard* (Map Q-42—Salekhard). VSEGEI. http://www.vsegei.ru/ru/info/pub_ggk1000-3/Zapadno-Sibirskaya/q-42.php [in Russian].
36. *Karta chetvertichnykh obrazovaniy masshtaba 1:2500000 territorii Rossiyskoy Federatsii. Poyasnitel'naya zapiska* [Map of Quaternary formations, scale 1: 2500000 in the Russian Federation. Explanatory note]. 2010. 220 p. [in Russian].
37. *Trebovaniya k distantsionnym osnovam Gosgsolkarty-1000/3 i Gosgsolkarty-200/2* [Requirements for Remote basics Gosgsolkarty-1000/3 and Gosgsolkarty-200/2]. Moscow-St. Petersburg, NIIKAM, 2010, 20 p. [in Russian].
38. Diepenbroek, M., Grobe, H., Reinke, M., Schindler, U., Schlitzer, R., Sieger, R., Wefer, G. (2002) PANGAEA — an information system for environmental sciences, *Computers & Geosciences*, No. 28 (10). P. 1201–1210, doi: 10.1016/S0098-3004(02)00039-0.
39. Electronic resource, evaluable at <https://www.pangaea.de/> access date 2018.05.07.



СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ЭКОНОЛОГИЯ И ОПЫТ ЕЕ ПРИМЕНЕНИЯ В ПРАКТИКЕ ЗЕМЕЛЬНОГО ЛАНДШАФТНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ МОРДОВИЯ

А. В. Каверин, кандидат географических наук, доктор сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет имени Н. П. Огарева», kaverinav@yandex.ru, г. Саранск, Российская Федерация,
Д. Н. Василькина, магистрант ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет имени Н. П. Огарева», yutdiana@yandex.ru г. Саранск, Российская Федерация,
Г. Р. Резаков, аспирант ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет имени Н. П. Огарева», gajasloko@yandex.ru, г. Саранск, Российская Федерация,
Е. С. Вдовин, кандидат сельскохозяйственных наук, директор ГКУ РМ «Саранское территориальное лесничество», vdovin_evgenii@inbox.ru, г. Саранск, Российская Федерация,
М. М. Гераськин, кандидат экономических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Государственный университет по землеустройству», geraskinmm@yandex.ru, Российская Федерация, г. Москва

Рассматриваются методологические и методические основы оптимизации структуры земельных угодий региона на основе концепции сельскохозяйственной экологии с учетом требований землеустроительной науки. Приведены результаты исследований, проведенных на территории Республики Мордовия, с целью выявления экономической и экологически сбалансированного соотношения пашни, луга, леса и многолетних насаждений. Результаты исследований показали, что на территории республики имеет место излишняя распаханность, которая и экологически и экономически обедняет природно-территориальный комплекс. Внедрение рекомендаций, разработанных по результатам данных исследований, инициировало перевод ведения сельскохозяйственной отрасли на почвенно-типологическую основу и, как следствие, сокращение пахотного клина за последние 26 лет на 19,5%. Это повлекло за собой повышение средней урожайности и валовых сборов основных сельскохозяйственных культур на 30—50% и расширение рекреационных и отходоусваивающих свойств

В стратегии устойчивого развития, широко обсуждаемой сегодня в научных кругах, звучит тезис о том, что современный этап развития общества экономического и социального развития может быть успешным лишь в рамках экологических лимитов и ограничений [26]. Во взаимоотношениях экологии и экономики зародилась совершенно новая практика учета обеих сторон развития системы «общество — природа»: экологической и экономической. Эта практика потребовала соответствующего анализа, теоретической проработки и обоснованных рекомендаций по его планированию и управлению. Новой научной дисциплиной, призванной заниматься подобной проблематикой, стала экология [22], такое ее название родилось в конце 60-х и вошло в отечественную литературу в 70-е гг. 20-го столетия. В общем виде экологию определяют как науку об эколого-экономических системах, а в «развернутом» — как научную дисциплину, исследующую «эконэкол» (экономика + экология), «экономия природы», одну из научных основ экоразвития [30]. Экология анализирует эко-

региона на столько же. Для закрепления и развития отмеченной положительной тенденции предлагается система мер по экологизации региональной аграрной политики, которая включает в себя дальнейшее планомерное облесение приречных территорий, овражно-балочных и других «бросовых» земель, защитное лесоразведение с целью обеспечения устойчивости агроландшафтов и повышения роли лесов как поглотителей углекислого газа.

The methodological and methodical foundations for the optimization of the structure of land properties on the basis of the concept of agricultural ecology, taking into account the requirements of land management science, are considered. The results of the studies conducted in the territory of the Republic of Mordovia in order to reveal economically and ecologically balanced ratio of arable land, meadow, forest and perennial plantations are presented. The results of the research showed that in the territory of the Republic there is an excessive plowing area which ecologically and economically impoverishes the natural and territorial complex of the region. The implementation of the recommendations developed due to the results of these studies initiated the transfer of the agricultural sector management to the soil-typological base. And as a consequence, it entailed the reduction of the plowing area for the past 26 years by 19.5 % while increasing the average yield and gross harvest of the main crops by 30—50 % and the expansion of the recreation and waste-absorbing properties of the region similarly. To consolidate and develop this positive trend, the system of measures for regional agrarian policy greening is given. It includes further planned afforestation of ravine-gullies and other “waste lands”, field protection afforestation with the aim of ensuring the stability of agro landscapes and increasing the role of carbon dioxide gas absorbers.

Ключевые слова: сельскохозяйственная экология, экологическое земельное планирование, ландшафтная организация территории, оптимизация ландшафта, трансформация структуры угодий, депонирование диоксида углерода, оптимальная лесистость, устойчивое земледелие.

Keywords: agricultural ecology, ecological land planning, landscape organization of the territory, optimization of the landscape, transformation of the structure of land, carbon dioxide deposition, optimal forest cover, sustainable land use.

лого-экономические системы различных уровней иерархий, но прежде всего, пределы допустимых нагрузок на природную среду и комплексные пути преодоления объективно возникающих лимитов в природопользовании [28, с. 597]. Выделяют глобальную, региональную и локальную экологию, экологию Мирового океана, суши и др. В качестве синонимов термина «экология» Н. Ф. Реймерс употреблял названия «биоэкономика», «политэкология», «экономия» [29].

Главной целью одной из ее ветвей — сельскохозяйственной экологии является рационализация сельскохозяйственного природопользования [11]. К числу основных ее направлений относится экологизация планирования и управления аграрным природопользованием. Под экологическим планированием сельского хозяйства, мы, вслед за Н. Ф. Реймерсом [29], понимаем, в первую очередь, экологическое земельное планирование (или расчет) разработки и установление форм, методов и ограничений использования земельных ресурсов [10, 17, 18]. Экологическое планирование земельных ресурсов дополняет планировку земель и по содержанию совпадает с ландшафтным землеустройством. Устройство агроландшафтов является логическим продолжением землеустройства, т. е. землеустройством более высокого порядка, базирующимся на принципах ландшафтной экологии и призвано установить экологически и экономически оптимальные структуры и соотношения земельных угодий, их размещения и устройства в совокупности со всеми комплексами агросферы [17—20].

При практическом решении задач по экологической оптимизации агроландшафтов применительно к территориям конкретных хозяйств Мордовии нами использовались 2 метода: расчетный и метод аналогов (аналоговое моделирование) [10]. Первый, как основной в сельскохозяйственной экологии, брали для расчета биоэнергетической эффективности тех или иных трансформаций сельскохозяйственных угодий.

Второй метод применяли на основании изучения и обобщения опыта использования агроресурсов в передовых хозяйствах. В качестве таких хозяйств нами выбраны сельхозкооперативы им. А. Т. Куняева [10] и «Аловский» [5] Атяшевского района, природно-территориальные комплексы которых типичны для хозяйств лесостепной части территории Мордовии.

Начиная с 1986 г. мы обосновывали и последовательно предлагали проведение изменений эколого-экономической направленности в земледельческой отрасли региона [10, 12, 18]. На результаты наших исследований и рекомендации по эколого-экономической оптимизации структуры сельскохозяйственных земель обратило должное внимание руководство республики. В результате, по нашей инициативе, начиная с 1990 г. площадь пашни начала заметно уменьшаться и к 2016 г. ее доля в структуре сельскохозяйственных угодий по сравнению с 1990 г. снизилась на 19,5 % (таблица). За последние 26 лет 244,8 тыс. га низкопродуктивной пашни, крайне непригодной для возделывания зерновых, зернобобовых и тем более пропашных культур, были переведены под пастбища и сенокосы. Одновременно внедрены почвозащитные севообороты и в связи с этим площади посевов многолетних трав увеличились в 1,86 раза, составив 31 % общей пло-

щади региона [15, 17, 18]. Сельскохозяйственная продукция производится на меньших площадях (в том числе и за счет закрытого грунта), где можно надежнее получать экологически чистые продукты для детского и диетического питания, создалась сравнительно обширная система природных особо охраняемых территорий (зеленые зоны, лесные полосы, заказники, природные и национальные парки и т. п.). Как показывают наши расчеты [6, 10, 17, 18], такая территориальная оптимизация повысила ряд важных показателей (урожайность сельскохозяйственных культур, водообеспеченность и др.) в пределах 30–50 % и одновременно расширила рекреационные и отхо­до­с­ваивающие свойства региона приблизительно на столько же.

Отдельно следует остановиться на вопросе депонирования диоксида углерода, которое выполняет растительный покров на территории Мордовии. По нашим расчетам [1, 13, 15], депонирование диоксида углерода древесной и кустарниковой растительностью региона колеблется от 6,2 до 12,6 млн т в год. В то время как эмиссия CO₂ только от естественных источников составляет 13,2 млн т в год. Еще 0,7 млн т CO₂ добавляется от антропогенных источников. Выбросы других парниковых газов (закиси азота, метана, фреонов и озона) по республике незначительны и выражаются величиной 0,014 млн т в год. Анализ полученных результатов позволяет сделать вывод о том, что в настоящее время Мордовия остается нетто-источником поступления парниковых газов в атмосферу.

В связи с этим экологически сбалансированное пользование лесными ландшафтами должно стать региональным приоритетом. Ведущее место в аграрной политике Республики Мордовия должно быть отведено проектам и программам лесовосстановления, лесоразведения и реконструкции лесных насаждений. Для повышения роли лесов как поглотителей углекислого газа важно принять следующие меры.

Во-первых, продолжить планомерное облесение низкопродуктивных с сельскохозяйственной точки зрения («бросовых») земель.

Во-вторых, большие эколого-экономические выгоды обещает создание законченной системы по­лез­защитных лесных насаждений, что позволит дополнительно получать по 300 тыс. т зерна в год. Для этого под защитными лесными насаждениями всех видов необходимо занять 5,2 % территории республики [7, 9, 10, 15].

В-третьих, облесение овражно-балочных земель, водосборов и берегов рек. Анализ отечественного и зарубежного опыта свидетельствует о том, что «устойчивый ландшафт может быть сформирован в том случае, если соотношение его главных компонентов (пашни, луга, леса) устанавливается в пределах 30 % по каждой составляющей» [21, с. 87]. В условиях Республики Мордовия низкая лесистость (ниже 30 %) характерна для таких районов, как Атюрьевский (22,5 %), Атяшевский (11,4 %), Инсарский (16,1 %), Ковылкинский (21,6 %), Лямбирский (12,2 %), Ромодановский (5,3 %), Рузаевский (16,0 %), Чамзинский (20,5 %), Октябрьский (13,3 %), Старошайговский (22,2 %). В этих же районах низка облесенность водосборов и речных берегов рек. В Атюрьевском районе это, прежде всего, касается реки Ляча, в Атяшевском районе — рек Вежня, Вечерлейка, Нуя, Большая Сарка, в Инсарском районе — рек Исса, Тарса, Вязеро, Инсарка, Кириклейка, Зуевка, Потиж, в Ковылкинском районе — рек Паньжа, Сезелка, Чепура, в Лямбирском районе — рек Лямбирка, Пензятка, Ришлейка, Рудня, в Ромодановском районе — рек Аморда, Большая Атьма, Салминка, в Рузаевском районе — рек Шебдас, Ускляй, Акшенас, Пишля, в Старошайговском районе — рек Рудня, Руднячка, Ир­с­еть, Летка, Шалма, в Чамзинском районе — рек Пернелейка, Нуя, Бутырлейка, в Октябрьском районе — рек Карнай, Тавла [2, 14].

Для защиты пойменных земель от эрозии, укрепления берегов малых рек от размыва, предот-

Изменения в структуре сельскохозяйственных угодий Мордовии в связи с внедрением мероприятий по эколого-экономической оптимизации агроландшафтов

Виды угодий	1990 г.		2005 г.		2016 г.		Изменения (+, –) 2016 г. к 1990 г.	
	Площадь, тыс. га	%	Площадь, тыс. га	%	Площадь, тыс. га	%	Площадь, тыс. га	%
Пашня	1252,6	79,8	1041,2	67,3	1007,8	65,7	–244,8	–19,5
Залежь	2,9	0,2	30,4	2,0	53,5	3,5	+50,6	(в 17,5 раза)
Многолетние насаждения	5,8	0,3	9,5	0,6	8,9	0,6	+3,1	+53,5
Сенокосы	51,6	3,3	54,8	3,5	55,0	3,6	+3,4	+6,6
Пастбища	257,3	16,4	410,5	26,6	407,4	26,6	+150,1	+58,3
Итого сельскохозяйственных угодий	1570,2	100,0	1546,4	100,0	1532,6	100,0	–37,6	–2,4

Лесистость административных районов Республики Мордовия

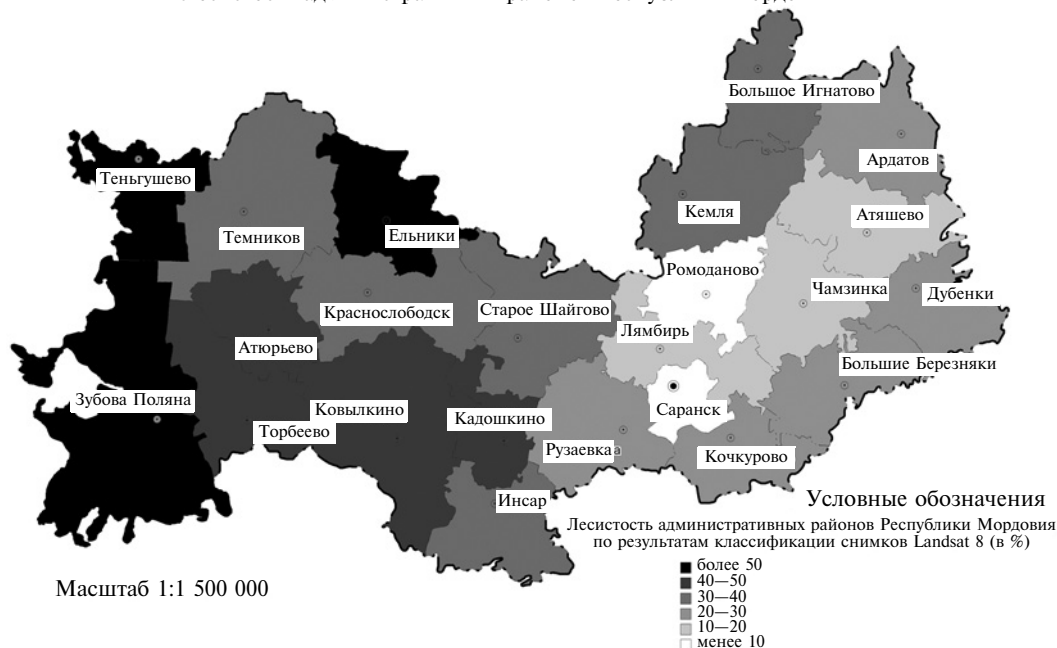


Рис. 1. Лесистость административных районов Республики Мордовия

вращения заиления и обмеления русел, мы рекомендуем систему лесных насаждений шириной прибрежных полос от 15 до 100 м в зависимости от характеристики прилегающих к водоисточникам угодий и крутизны склонов [27].

Важной мерой считаем экологическое обустройство овражно-балочных земель, которые, к примеру в бассейне реки Суры и ее притоков, занимают от 10 до 25 % водосборной площади балочных систем. Еще в 1949 г. специальная изыскательская экспедиция выявила на территории Мордовии 168 341 га (или более 10 % сельскохозяйственных угодий) полностью деградированных земель [24]. В эту площадь вошли овраги и сильноэродированные склоны балок — 148 637 га, а также песчаные пустыри — 19 704 га.

Начатая в 1949 г. широкая компания работ по агролесомелиорации была призвана повысить лесистость Мордовии на 10,9 % и тем самым ликвидировать и предупредить в дальнейшем деструктивные процессы в агроландшафтах [3]. Однако большой политический размах работ по защитному лесоразведению не был подкреплен материально-технической базой, а с 1953 г., в силу известных субъективных причин, агролесомелиоративные работы на территории Мордовии начали свертываться, вследствие этого, из заложенных с 1949 по 1954 г. 43 310 га лесных полос, на 1 января 1962 г. сохранилось лишь 5453 га, или 12,6 % [8].

В современный период более 90 % площади ОБЗ занимают пастбище, сенокос и лес. Очевидно, что природоохранный и экономический эффек-

тивность пастбищ и сенокосов очень низкая по сравнению с лесом [23]. В связи с этим актуальна экологическая необходимость существенного сокращения площади пастбищ и сенокосов на ОБЗ при одновременном увеличении площади леса.

Вместе с тем следует признать объективность действия законов природы. В соответствии с 3-м законом Б. Коммонера, «природа знает лучше и берет свое» в Мордовии начали стихийно зарастать малоценными лесными породами (осина, береза, ива, клен и т. п.) значительные массивы сельскохозяйственных угодий. Наши исследования с использованием методов дистанционного зондирования [14] позволили выявить административные районы с наиболее крупными участками сельхозугодий, заросших древесно-кустарниковой растительностью. На картосхеме (рис. 1) помечены темным цветом административные районы Мордовии (10 из 23-х), в которых стихийное облесение сельхозугодий достигло от 12 до 20 %. Такая тенденция, прежде всего, характерна для угодий с серыми почвами, светло-серыми и дерново-подзолистыми почвами, подверженными водной эрозии и характеризующимися низким естественным плодородием. Создавшаяся ситуация требует принятия решения по разработке системы лесохозяйственных мероприятий, направленных на эколого-экономическую (эколого-экономическую) оптимизацию ландшафтов.

Таким образом, если ориентироваться на «придержки» наших коллег из Воронежского государственного аграрного университета [19, 21] в

плане доведения лесистости агроландшафтов до 30 %, то за счет облесения водосборов и берегов малых рек, а также овражно-балочных земель, покрытую лесом площадь в Мордовии, необходимо увеличить на 150,5 тыс. га, или на 5,8 %. В совокупности с 5,2 % площади под защитными лесными насаждениями они приблизят лесистость республики к оптимальной [4, 14] для всех ее районов и обеспечат рациональное распределение площадей лесов между сельским и лесным хозяйством. Структура земельных угодий в определенной мере станет соответствовать исходному ландшафту. А учет данной закономерности позволит достигать наибольшей хозяйственной эффективности и обеспечивать устойчивость ландшафтов.

Рассматривая прикладные аспекты экологии, можно сделать вывод о том, что совершенствование системы планирования и управления сельскохозяйственным природопользованием требует жесткой необходимости соблюдения прежде всего экологических требований. В международной практике такая тенденция соответствует стратегии устойчивого развития.

Эта стратегия применительно к землепользованию предусматривает [26]:

— использовать такие средства, как экологическое планирование ландшафта в масштабах экосистем или водоразделов, а также поощрять устойчивые средства к существованию;

— при управлении землепользованием сохранять соответствующие традиционные и местные способы ведения хозяйства;

— обеспечить, чтобы социально политические институты, имеющие с земельными природными ресурсами, учитывали экологические, социальные и экономические аспекты в своем планировании».

Планирование перечисленных мероприятий и берет на себя сельскохозяйственная экология. Там, где сельскохозяйственная деятельность завела экологические системы за пределы оправданных изменений, где мы сейчас интегрально получаем меньше, чем в состоянии дать природа, там экологическое планирование может помочь исправить положение и повысить эколого-социально-экономический эффект от сельскохозяйственной деятельности.

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта РФФИ 18-45-130001.

Библиографический список

1. Буйнова О. В., Каверин А. В. Некоторые подходы к расчетам CO₂ // Сборник трудов молодых исследователей географического факультета МГУ им. Н. П. Огарева. Вып. 7. Саранск, 2004. С. 21–24.
2. Вандаева И. А., Тесленок С. А. Подготовка геоинформационно-картографических материалов в целях управления лесными ресурсами (на примере территории Республики Мордовия) // Научный альманах (ISSN 2411-7609) (Науки о Земле).
3. Васильев П. В. Развитие социалистического лесного хозяйства СССР // Тр. Ин-та леса АН СССР. 1950. С. 5–51.
4. Вдовин Е. С. К вопросу об оптимальной лесистости на территории Республики Мордовия. // Экология и природопользование: прикладные аспекты: материалы V Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Уфа: Изд-во БГПУ, 2015. С. 59–63.
5. Гераськин М. М. Агроландшафтная организация территорий сельскохозяйственных предприятий (на примере Республики Мордовия). М.: Государственный университет по землеустройству, 2008. 179 с.
6. Гераськин М. М., Каверин А. В., Кручинкина Е. И., Сулягина С. Н. Региональное землепользование на пути к устойчивому развитию // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2011. № 1. С. 56–60.
7. Гераськин М. М., Каргин В. И., Каргин И. Ф. Агроэкологическая роль защитных лесных полос в организации территории землепользования // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2014. № 3. С. 31–34.
8. Данилов Г. Г. Защитим поля от засухи и эрозии (агролесомелиорация Мордовской АССР). Саранск: Мордов. кн. изд-во 1972. 152 с.
9. Данилов Г. Г., Лобанов Д. А., Каргин И. Ф. Эффективность агролесомелиорации в Нечерноземной зоне РСФСР. М.: Лесная пром-сть, 1980. 168 с.
10. Каверин А. В. Экологические аспекты использования агресурсного потенциала: Дис. в виде науч. докл. на соиск. уч. степ. докт. с.-х. наук. М., 1997. 60 с.
11. Каверин А. В. Экологические аспекты использования агресурсного потенциала (на основе концепции сельскохозяйственной экологии). Саранск: Изд-во Мордов. ун-та. 1996. 220 с.
12. Каверин А. В. Экологическая оптимизация ландшафтов лесостепной зоны (на примере Мордовской АССР): Автореф. дисс. на соиск. уч. степ. канд. геогр. наук. Ленинград, 1986. 16 с.
13. Каверин А. В., Буйнова О. В., Ненастин А. В., Стеценко А. В. Депонирование диоксида углерода лесами Мордовии: Эколого-экономический аспект // Проблемы региональной экологии. 2006. № 2. С. 21–23.
14. Каверин А. В., Вдовин Е. С., Василькина Д. Н., Левашкина О. М. Анализ взаимосвязи почвенных условий и характера стихийного облесения земель сельскохозяйственного назначения на территории Республики Мордовия с использованием спутниковых снимков LANDSAT // Геоинформационное обеспечение устойчивого развития территории в условиях глобальных изменений климата: Матер. международ. конф., Веллингтон (Новая Зеландия), Мельбурн (Австралия), Протвино, Московская обл. 31 августа — 14 сентября 2016 г. Том 2. Протвино, 2016. С. 103–111.
15. Каверин А. В., Кручинкина Е. И., Ненастин А. В., Тарасова О. Ю. Создание новых лесов в Мордовии с учетом образования углеродного кредита // Экологические механизмы решения глобальных экологических проблем в России:

Матер. 9-й Междунар. науч. конф. Российского общества экологической экономики. Барнаул (14—19 сентября 2008 г.). Барнаул, 2008. С. 80—81.

16. Кирюшин В. И. Экологические основы земледелия / В. И. Кирюшин. — М.: Колос, 1996. — 367 с.
17. Кручинкина Е. И. Экологическое планирование при оптимизации землепользования в системе землеустройства на ландшафтной основе: на примере Ардатовского района Республики Мордовия: автореферат дис. ... кандидата географических наук: 25.00.26 / Кручинкина Екатерина Ивановна; [Место защиты: Воронеж. гос. пед. ун-т]. — Воронеж, 2011. — 23 с.
18. Кручинкина Е. И. Экологическое планирование при оптимизации землепользования в системе землеустройства на ландшафтной основе (на примере Ардатовского района Республики Мордовия): Дисс. на соиск. уч. степ. канд. геогр. наук. по спец. 25.00.26 — Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. Саранск, 2011. 181 с.
19. Лопырев М. И. Ландшафтное земледелие и землеустройство // Земледелие, 1998, № 10. С. 20—22.
20. Лопырев М. И., Линкина А. В. Модернизация систем земледелия на эколого-ландшафтной основе // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. — 2012. — № 3. — С. 49—56.
21. Лопырев М. И., Макаренко С. А. Агрорландшафты и земледелие: учеб. пособие. Воронеж: ВГАУ, 2001, 168 с.
22. Милешкин М. Т. Экология Мирового океана как новое направление науки // Проблемы экономики мира. 1978. № 7. С. 29—52.
23. Молчанов А. А. Оптимальная лесистость (на примере ЦЧР). М.: Наука, 1966. 126 с.
24. Объяснительная записка к генеральной схеме освоения песчаных и овражно-балочных территорий по Мордовской АССР. Казань, 1949. ЦГА МАССР, Ф.Р-1496, О.1, д. 121, л. 1—46.
25. Петров Н. Г. Агрорлес и агросфера в канун третьего тысячелетия // Лесное хозяйство, 1996. № 4. С. 28—31.
26. Программа действий: Повестка дня на 21 век и другие документы конференции в Рио-де-Жанейро в популярном изложении. М.: Центр «За наше общее будущее», 1993. 68 с.
27. Проектирование и внедрение эколого-ландшафтных систем земледелия в сельскохозяйственных предприятиях Воронежской области: Методическое руководство. Воронеж: ВГАУ, 1999. 186 с.
28. Реймерс Н. Ф. Природопользование: Словарь-справочник. М.: Мысль, 1990. 637 с.
29. Реймерс Н. Ф. Экология (теории, законы, правила, принципы и гипотезы). М.: Журнал «Россия Молодая», 1994. — 367 с.
30. Федоренко Н. П., Реймерс Н. Ф. Экология и экономика — эволюция взаимоотношений. От «экономики природы» до «большой» экологии // Философские проблемы глобальной экологии. М., 1983. С. 230—277.

AGRICULTURAL ECOLOGY AND THE PRACTICE OF ITS APPLICATION IN AGRARIAN LANDSCAPE PLANNING IN THE REPUBLIC OF MORDOVIA

A. V. Kaverin, Ph. D. (Geography), Dr. Habil. (Agronomics), Department of Ecology and environmental management of N. P. Ogarev National Research Mordovian State University, kaverinav@yandex.ru, Russian Federation, Saransk;

D. N. Vasilkina, undergraduate of the Department of Ecology and Nature Management, FGBOU VO "N. P. Ogarev National Research Mordovian State University", yutdiana@yandex.ru, Russian Federation, Saransk;

G. R. Rezakov, postgraduate of the Department of Ecology and Nature Management FGBOU VO "N. P. Ogarev National Research Mordovian State University", gajaslolo@yandex.ru, Russian Federation, Saransk;

E. S. Vdovin, Ph. D. (Agronomics), Director of the State Institution of the Republic of Moldova "Saransk Territorial Forestry", vdovin_evgenii@inbox.ru, Russian Federation, Saransk;

M. M. Geraskin, Ph. D. (Economics), Associate Professor of the Department of Land Management of the State Educational Establishment of the State University for Land Management, geraskinmm@yandex.ru, Russian Federation, Moscow

References

1. Buynova O. V., Kaverin A. V. *Sbornik trudovmolodykh issledovateley geograficheskogo fakul'teta MGU im. N. P. Ogareva*. Vyp. 7. [Some approaches to the calculation of CO₂ Collection of works of young researchers of the geographical faculty of Moscow State University. N. P. Ogareva. Issue 7]. Saransk, 2004. P. 21—24. [in Russian]
2. Vandayeva I. A., Teslenok S. A. *Nauchnyy al'manakh (Nauki o Zemle)*. Preparation of geoinformational — cartographic materials for the management of forest resources (using the example of the territory of the Republic of Mordovia). Scientific Almanac (Earth Sciences). [in Russian]
3. Vasiliev P. V. *Tr. In-ta lesa AN SSSR*. [Development of the socialist forestry of the USSR. Tr. Ying-ta forests of the USSR Academy of Sciences]. Moscow, 1950. P. 5—51. [in Russian]
4. Vdovin E. S. *Ekologiya i prirodoopol'zovaniye: prikladnyye aspekty: materialy V Vserossiysko ynauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnymu chastiyem*. On the question of optimal forest cover in the territory of the Republic of Mordovia. [Ecology and environmental management: applied aspects: proc. of the V All-Russian Scientific Practical Conference with international participation.]. Ufa, Publishing house BSPU, 2015. P. 59—63. [in Russian]
5. Geraskin M. M. *Agrolandshafnaya organizatsiya territoriy sel'skokhozyaystvennykh predpriyatiy (na primere Respubliki Mordoviya)*. [Agrolandscape organization of territories of agricultural enterprises (on the example of the Republic of Mordovia)]. Moscow, State University for Landdevice, Saransk. 2008. 179 p. [in Russian]
6. Geraskin M. M., Kaverin A. V., Kruchinkina E. I., Sutyagina S. N. *Vestnik Rossiyskoy akademii sel'skokhozyaystvennykh nauk*. [Regional land use on the path to sustainable development. *Bulletin of the Russian Academy of Agricultural Sciences*]. Saransk, 2011. No. 1. P. 56—60. [in Russian]
7. Geraskin M. M., Kargin V. I., Kargin I. F. *Vestnik Rossiyskoy akademii sel'skokhozyaystvennykh nauk*. [Agroecological role of forest shelter belts in the organization of a land use area. *Bulletin of the Russian Academy of Agricultural Sciences*.] Saransk, 2014. No. 3. P. 31—34. [in Russian]

8. Danilov G. G. Zashchitim polyaotzasukhiierozii (agrolesomeliorsiya Mordovskoy ASSR). [We protect the fields from drought and erosion (agroforestry of the Mordovian ASSR)]. Saransk, Mordov. Prince Publishing house, 1972. 152 p. [in Russian]
9. Danilov G. G., Lobanov D. A., Kargin I. F. Effektivnost' agrolesomeliorsii v Nechernozemnoy zone RSFSR. [Efficiency of agroforestry in the non-black-earth zone of the RSFSR]. Moscow, Forest industry. 1980. 168 p. [in Russian]
10. Kaverin A. V. Ekologicheskiye aspekty ispol'zovaniya agrolesursnogo potentsiala. *Dis. v vide nauch. dokl. nasois. uch. step. dokt. s.-kh. nauk.* [Environmental aspects of the use of agresource potential: *Dis. in the form of scientific report on the competition uch. step. Dr. S.-H. sciences*]. Moscow, 1997. 60 p. [in Russian]
11. Kaverin A. V. Ekologicheskiye aspekty ispol'zovaniya agrolesursnogopotentsiala (na osnove kontseptsii sel'skokhozyaystvennoy ekologii). [Environmental aspects of the use of agro-resource potential (based on the concept of agricultural ecology)]. Saransk, Mordov Edition. un-that. 1996. 220 p. [in Russian]
12. Kaverin A. V. Ekologicheskaya optimizatsiya landshaftov lesostepnoy zony (na primere Mordovskoy ASSR). *Avto-ref. diss. nasois. uch. step. kand. geogr. nauk.* [Ecological optimization of landscapes of the forest-steppe zone (using the example of the Mordovian ASSR). *Abstracts of diss. On Ph. D. in Geography*]. Leningrad, 1986. 16 p. [in Russian]
13. Kaverin A. V., Buynova O. V., Nenastin A. V., Stetsenko A. V. *Problemy regional'noy ekologii.* [Deposition of carbon dioxide by the forests of Mordovia: Ecological and economic aspect. *Regional Environmental Issues.*] Saransk, 2006. No. 2. P. 21—23. [in Russian]
14. Kaverin A. V., Vdovin E. S., Vasilkina D. N., Levashkina O. M. Geoinformatsionnoye obespecheniy ustoychivogo razvitiya territorii v usloviyakh global'nykh izmeneniy klimata: Mater. mezhdunarod. konf. Vellington (Novaya Zelandiya), Mel'burn (Avstraliya), Protvino, Moskovskaya obl. [Analysis of the relationship of soil conditions and the nature of the spontaneous afforestation of agricultural lands in the Republic of Mordovia using LANDSAT satellite imagery. *Geoinformational support for sustainable development of the territory in the context of global climate change: Proc. of the international conf. Wellington (New Zealand), Melbourne (Australia), Protvino, Moscow Region*]. Protvino, 2016. Vol. 2. August 31 — September 14, 2016. P. 103—111. [in Russian]
15. Kaverin A. V., Kruchinkina E. I., Nenastin A. V., Tarasova O. Yu. Ekologicheskiye mekhanizmy resheniya global'nykh ekologicheskikh problem v Rossii: Mater. 9 Mezhdunar. nauch. konf. Rossiyskogo obshchestva ekologicheskoy ekonomiki. [Creating new letsov in Mordovia with regard to the formation of a carbon credit. *Environmental mechanisms for solving global environmental problems in Russia: Proc. of the 9th Intern. scientific conf. Russian Society of Ecological Economics*]. Barnaul (September 14—19, 2008). Barnaul, 2008. P. 80—81. [in Russian]
16. Kiryushin V. I. Ekologicheskiye osnovy zemledeliya. [Ecological basis of agriculture]. Moscow, Kolos, 1996. 367 p. [in Russian]
17. Kruchinkina E. I. Ekologicheskoye planirovaniye prioptimizatsii zemlepol'zovaniya v sisteme zemleustroystva na landshaftnoy osnove: na primere Ardatovskogo rayona Respubliki Mordoviya: avtoferat dis. Kandidata geograficheskikh nauk: 25.00.26. [Environmental planning in optimizing land use in the land management system on a landscape basis: on the example of Ardatovsky district of the Republic of Mordovia: *Abstracts of diss. on Ph. D. in Geography*: 25.00.26. Voronezh, 2011. 23 p. [in Russian]
18. Kruchinkina E. I. Ekologicheskoye planirovaniye prioptimizatsii zemlepol'zovaniya v sisteme zemleustroystva na landshaftnoy osnove (na primere Ardatovskogo rayona Respubliki Mordoviya): Diss. nasois. uch. step. kand. geogr. nauk. pospets. 25.00.26. [Environmental planning in optimizing land use in a land management system on a landscape basis (on the example of the Ardatovsky district of the Republic of Mordovia): *Abstracts of diss. on Ph. D. in Geography*: 25.00.26]. Saransk, 2011. 181 p. [in Russian]
19. Lopyrev M. I. *Zemledeliye, 1998.* [Landscape farming and land management *Farming*, 1998]. Saransk, 1998. No. 10. P. 20—22. [in Russian]
20. Lopyrev M. I., Linkina A. V. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogouniversiteta.* [Modernization of farming systems on the ecological and landscape basis. *Bulletin of the Voronezh State Agrarian University*]. Voronezh, 2012. No. 3. P. 49—56. [in Russian]
21. Lopyrev M. I., Makarenko S. A. *Agrolandshaftnyi zemledeliye: ucheb. Posobiye.* [Agricultural landscapes and agriculture: *manual*] Voronezh: VSAU, 2001, 168 p. [in Russian]
22. Mileshkin M. T. *Problemy mirovoy ekonomiki.* [Econology of the oceans as a new direction of science. *Problems of the world economy*]. Saransk, 1978, No. 7. P. 29—52. [in Russian]
23. Molchanov A. A. *Optimal'naya lesistost' (naprimere TSCHR).* [Optimal forest cover (on the example of the Central Chernozem Region)]. Moscow, Nauka. 1966. 126 p. [in Russian]
24. Ob'yasnitel'naya zapiska k general'noy scheme osvoyeniya peschanykhi ovrazhno — balochnykh territoriyo Mordovskoy ASSR. [Explanatory note to the general scheme of the development of sand and gully — balochnykh territories of the Mordovian Autonomous Soviet Socialist Republic]. Kazan, 1949. TsGA MASSR, F. R.-1496, O.1, d. 121, l. 1—46. [in Russian]
25. Petrov N. G. Lesnoyeh hozyaystvo, 1996. Agroles and the agrosphere on the eve of the third millennium. [Forestry, 1996] Moscow, 1996. No. 4. P. 28—31. [in Russian]
26. *Programma deystviy: Povestka dnyana 21 vek i drugiy edokumenty konferentsii v Rio-de-Zhaneyro v populyarnom izlozhenii.* [Program of Action: Agenda 21 and other documents of the conference in Rio de Janeiro in a popular presentation]. Moscow, Center "For our common future", 1993. 68 p. [in Russian]
27. Proyektirovaniyeivnedreniyeekologo-landshaftnykh sistem zemledeliya v sel'skokhozyaystvennykh hpedpriyatiyakh Voronezhskoy oblasti: Metodicheskoye rukovodstvo. [Design and implementation of ecological-landscape farming systems in agricultural enterprises of the Voronezh region: *Methodical manual*]. Voronezh, VSAU, 1999. 186 p. [in Russian]
28. Reimers N. F. Prirodopol'zovaniye: *Slovar' spravochnik.* [Nature management: *Dictionary reference*]. Moscow, Mysl. 1990. 637 p. [in Russian]
29. Reimers N. F. Ekologiya (teorii, zakony, pravila printsipov i potezy). [Ecology (theories, laws, rules, principles and hypotheses). *Journal of Young Russia*]. Moscow, 1994. 367 p. [in Russian]
30. Fedorenko N. P., Reimers N. F. *Filosofskiy eproblemy global'noy ekologii.* Ecology and economics — the evolution of relationships. From "saving nature" to "big" ecology. *Philosophical issues of global ecology.*] Moscow, 1983. P. 230—277. [in Russian]



ФОРМИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МИРОВОЗЗРЕНИЯ ШКОЛЬНИКОВ В УСЛОВИЯХ РЕАЛИЗАЦИИ ФЕДЕРАЛЬНЫХ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ СТАНДАРТОВ

*Л. Н. Пронина, к. пед. наук,
доцент кафедры профессионального
образования и менеджмента
ГОУ ДПО ТО «Институт повышения
квалификации и профессиональной
переподготовки работников образования
Тулской области»,
larisa.pronina.55@mail.ru,
И. Н. Лыков, д. б. н., профессор,
научный руководитель института
естествознания, КГУ им. К. Э. Циолковского,
linprof47@yandex.ru*

В условиях реализации федеральных государственных образовательных стандартов нового поколения любой вид учебной и внеурочной деятельности должен носить целенаправленный воспитывающий характер, так как содержание образования позволяет обучающемуся конструировать или выращивать личностное знание за счет углубления гуманитарной и естественнонаучной составляющей. Вариативная часть учебного плана позволяет вводить и реализовывать различные метапредметные образовательные программы, тематика которых связана с мировоззренческими и смысложизненными проблемами. Одним из направлений внеурочной деятельности является экологическое образование. Школы самостоятельно разрабатывают комплексно-целевые программы и программы развития экологической направленности. Предметные и метапредметные проекты по вопросам экологии способствуют формированию как универсальных учебных действий и компетенций, так и экологической культуры школьников.

In the context of the implementation of the Federal State Educational Standards of the new generation, any kind of educational and after-school activities should have a purposeful educational character, since the content of education allows the student to design or enlarge personal knowledge by deepening the humanitarian and natural-science component. The variative part of the curriculum allows us to introduce and implement various meta-subject educational programs, the themes of which are related to worldview and life-long issues. One of the areas of after-class activities is environmental education. Schools independently develop comprehensive targeted programs and programs for the development of environmental orientation. Subject and meta-subject projects on environmental issues contribute to the formation of both universal educational activities and competences, and ecological culture of schoolchildren.

Ключевые слова: ФГОС, экологическое сознание, экологическая культура, экологическое воспитание, проектная деятельность.

Keywords: GEF, ecological consciousness, ecological culture, ecological education, project activity.

Построение образовательного процесса в современной школе в соответствии с новыми федеральными государственными образовательными стандартами (далее — ФГОС) — широкомасштабная инновация, направленная на то, чтобы все школы сделать развивающими и развивающимися, чтобы любой вид учебной и внеурочной деятельности носил целенаправленный воспитывающий характер. Содержание образования позволяет обучающемуся конструировать или выращивать личностное знание и образ «Я» за счет углубления гуманитарной и естественнонаучной составляющей. Вариативная часть учебного плана позволяет вводить и реализовывать различные метапредметные образовательные программы, а также программы, тематика которых связана с мировоззренческими и смысложизненными проблемами [1]. Такими программами могут быть, например: «Экология города», «Экология школьного пространства», «Будущее Земли» и др.

Впервые методологической основой ФГОС выступает Концепция духовно-нравственного развития и воспитания личности гражданина России, в которой среди базовых национальных нравственных ценностей выделены:

— **наука** — ценность знания, стремление к истине, научная картина мира;

— **природа** — эволюция, родная земля, заповедная природа, планета Земля, экологическое сознание [2].

Образовательная программа, самостоятельно формируемая каждой школой в соответствии с требованиями ФГОС, в рамках таких направлений, как

социальное, общеинтеллектуальное, общекультурное, может решать задачи формирования экологического сознания школьников как структурного компонента экологического мировоззрения, отражающего взаимоотношения человека с природной действительностью. В условиях неблагоприятного экологического состояния в стране и мире актуализируется ориентация подрастающего поколения на сохранение равновесия между обществом и природой.

Проектное управление современной школой предполагает разработку комплексно-целевых программ или разделов программ развития школы, направленных на формирование и развитие экологической культуры как неотъемлемой части мировоззрения выпускника школы [3]. Так как экологическую культуру характеризует ее действенность, практическое воплощение, программы, основываясь на системно-деятельностном подходе, предусматривают актуальную для каждой школы деятельность, мотивом для которой должно становиться понимание ребенком возможности самореализации в экологической области.

Обязательным компонентом ФГОС является организация проектной деятельности учащихся. Предметные и метапредметные проекты по вопросам экологии способствуют формированию как универсальных учебных действий и компетенций, так и экологической культуры в частности, которая в конечном итоге характеризуется «соразмерностью духовных и материальных ценностей, согласованием идеалов индивидуума, общества и биосферы (прежде всего, здоровье индивидуума, благополучие социума и прогрессивное развитие биосферы), соблюдением долга перед жизнью на Земле, выражаемого в сохранении условий для развития и преумножения жизненных форм, включая и человеческие жизни» [4].

В практике управления образовательными организациями накоплен большой опыт по реали-

зации программ экологической направленности. Кафедрой профессионального образования и менеджмента ГОУ ДПО ТО «Институт повышения квалификации и профессиональной переподготовки работников образования Тульской области» разработаны рекомендации по проектированию и содержанию программ развития и комплексно-целевых программ «Формирование экологической культуры», «Экологическое воспитание», «Экология малой родины», «Экология в зоне чернобыльского следа» и др., а также по тематике учебных проектов. Учащиеся сегодня активно вовлечены в исследовательскую деятельность. В темах проектов по экологии затрагиваются проблемы здорового питания, ГМО, гаджетов, утилизации отходов, бездомных животных, загрязнения почв, городской среды, атмосферы, воды, растений, мест обитания животных. По достоинству оценены на конкурсах разных уровней такие проектные исследования практико-ориентированной направленности, как «Тайны водопроводной воды», «Влияние мобильных телефонов на организм человека», «Автомобильный транспорт в городе: проблемы и пути их решения», «Бездомные собаки в городской среде и опасность для здоровья человека», «Химия в нашем доме и альтернативные способы уборки», «Бытовые отходы и проблемы их утилизации», «Влияние компьютерной зависимости на успеваемость» и др.

Система экологического воспитания школьников способствует формированию экологического мировоззрения, проявляющегося в сопротивлении разрушению целостности окружающего мира, сопереживании всему живому, соблюдении на практике природоохранных законов, стремлении к здоровому образу жизни, что и является одной из методологических основ ФГОС нового поколения.

Библиографический список

1. Даутова О. Б. Изменения учебно-познавательной деятельности школьника в образовательном процессе: Монография / Под ред. А. П. Тряпицыной. СПб., 2010. 300 с.
2. Концепция духовно-нравственного развития и воспитания личности гражданина России в сфере общего образования: проект / А. Я. Данилюк, А. М. Кондаков, В. А. Тишков. Рос. акад. образования. М.: Просвещение, 2009. (Стандарты второго поколения).
3. Пронина Л. Н. Проблемное поле управленческой деятельности в условиях реализации федеральных государственных стандартов нового поколения. Сб. Актуальные вопросы управления социально-экономическими системами. Международная научно-практическая конференция. Институт экономики и управления. 2013. С. 219–223.
4. Орлов Е. В. Коэволюционный подход к формированию экологической культуры школьников / Е. В. Орлов // Философия экологического образования. — М.: Прогресс, 2001. — С. 312–329.

SHAPING THE ECOLOGICAL OUTLOOK OF SCHOOLCHILDREN IN THE CONTEXT OF THE IMPLEMENTATION OF THE FEDERAL STATE EDUCATIONAL STANDARDS

L. N. Pronina, Ph. D. (Pedagogics), Associate Professor of the Department of Professional Education and Management, SEI APE TO «Institute for Advanced Studies and Retraining in Education of the Tula Region”. larisa.pronina.55@mail.ru;

I. N. Lykov, Ph. D. (Biology), Dr. Habil., Professor, Tsiolkovskiy Kaluga State University, Scientific advisor, Institute of Natural Science, linprof47@yandex.ru

References

1. Dautova O. B. *Izmeneniya uchebno-poznavatel'noj deyatel'nosti shkol'nika v obrazovatel'nom processe: Monografiya / Pod red. A. P. Tryapitsynoy* [Changes in the educational and cognitive activity of the schoolchild in the educational process: Monograph / Ed. AP Tryapitsyna]. Saint-Petersburg, 2010. 300 p. [in Russian]
2. *Koncepciya duhovno-nravstvennogo razvitiya i vospitaniya lichnosti grazhdanina Rossii v sfere obshchego obrazovaniya: proekt / A. Ya. Danilyuk, A. M. Kondakov, V. A. Tishkov. Ros. akad. obrazovaniya. (Standarty vtorigo pokoleniya)*. [The concept of spiritual and moral development and education of the personality of a citizen of Russia in the field of general education: the project / A. Ya. Danilyuk, A. M. Kondakov, V. A. Tishkov. Ros. acad. Education]. Moscow, Prosveshchenie, 2009. (Standards of the second generation). [in Russian]
3. Pronina L. N. *Problemnoe pole upravlencheskoj deyatel'nosti v usloviyah realizacii federal'nyh gosudarstvennyh standartov novogo pokoleniya. Sb. Aktual'nye voprosy upravleniya social'no-ehkonomicheskimi sistemami. Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya. Institut ehkonomiki i upravleniya. [The problematic field of management activity in the context of the implementation of federal state standards of the new generation. Proceedings Topical issues of managing socio-economic systems. International scientific-practical conference. Institute of economics and management]. 2013. P. 219—223. [in Russian]*
4. Orlov E. V. *Koehvolucionnyj podhod k formirovaniyu ehkologicheskoy kul'tury shkol'nikov. Filosofiya ehkologicheskogo obrazovaniya. [Coevolutionary approach to the formation of ecological culture of schoolchildren / E. V. Orlov. Philosophy of ecological education]. Moscow, Progress, 2001. P. 312—329. [in Russian]*



**НИИ ПРИКЛАДНОЙ
ЭКОЛОГИИ СЕВЕРА СВФУ
ИМ. М. К. АММОСОВА 25 ЛЕТ:
НАКОПЛЕННЫЙ ОПЫТ,
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ
И ПЕРСПЕКТИВЫ**

Г. Н. Саввинов, д. б. н., заслуженный деятель науки РС (Я), директор НИИ прикладной экологии Севера им. Д. Д. Саввинова Северо-Восточного федерального университета им. М. К. Аммосова, savvinov_gn@mail.ru

Одним из главных принципов деятельности НИИ прикладной экологии Севера СВФУ им. М. К. Аммосова, заложенных 25 лет назад его организатором — профессором Д. Д. Саввиновым в научную стратегию института, был принцип тесной связи с практикой, с решением наиболее актуальных экологических проблем природопользования, хозяйственной и иной деятельности.

Второй основополагающий принцип — изучение экологических аспектов природной среды нашего экстремального по климатическим и иным условиям региона.

Третий принцип — исследование взаимодействия факторов, вызываемых хозяйственной деятельностью на окружающую среду, и ответной реакции экосистем с целью выбора оптимальных схем природопользования, минимизации негативных последствий хозяйственной деятельности, рекультивации и восстановления нарушенных природных комплексов.

В соответствии с перечисленными общими принципами, основными направлениями научной деятельности вновь созданного Института были определены:

— *исследования экологических проблем техногенного воздействия на экосистемы Севера;*

— *научные основы экологического мониторинга и прогнозирования в условиях интенсивного промышленного освоения Севера;*

— *проблемы экологического нормирования природопользования и рекультивации нарушенных земель в условиях Севера.*

В дальнейшем, в связи с актуализацией такой проблематики, как глобальное изменение климата, эволюция природной среды в плейстоцене, изменение фаунистических комплексов под воз-

действием климата и человека, к направлениям научной работы ИПЭС добавилось еще одно направление — *палеоэкология и эволюция млекопитающих позднего кайнозоя Якутии.*

За 25 лет своей научной деятельности наш Институт охватил своими исследованиями практически всю территорию Якутии. Наши специалисты на основании многолетних исследований основных компонентов экосистем проводят оценку современного состояния природной среды на территориях строительства крупных промышленных объектов и разработки месторождений полезных ископаемых на территории Северо-Востока России. В результате многолетних исследований нами разработана многофакторная геоэкологическая типизация экосистем и экосистемных комплексов, минеральных ресурсов и объектов недропользования Якутии. Создана геоэкологическая концепция недропользования, основанная на принципах экологического нормирования с учетом особенностей криолитозоны. Разработан и внедрен в производство научно обоснованный комплекс природоохранных мероприятий.

Теоретическое обоснование закономерностей восстановления растительности на деградированных пастбищах и промышленных землях позволили установить группы видов-индикаторов стадий пастбищной дигрессии и восстановительной сукцессии нарушенных промышленностью земель. Научные исследования легли в основу изучения рекультивационного потенциала нарушенных земель, т. е. возможности восстановления растительности без рекультивационных мероприятий или без них, путем ускорения самозарастания внесением минеральных удобрений. Ре-

зультаты исследований помогают промышленным предприятиям выбору методов биологической рекультивации или отводу нарушенные участки под самозарастание. Наши методы и способы биологической рекультивации без отсыпки дорожного плодородного слоя стали востребованы горнодобывающими предприятиями и имеют будущее при выходе биологической рекультивации в промышленных масштабах.

Картирование территорий лицензионных участков (ландшафтное, почвенно-растительное) стало главной необходимой частью комплексных экологических исследований при проведении инженерно-экологических изысканий промышленных участков. Специалистами нашего института усовершенствована методика составления тематических экологических карт с использованием ГИС-технологий.

Выявлены различные формы реакции гидробиоценозов на негативное антропогенное влияние, такие как накопление токсичных элементов в различных органах рыб, изменение половозрастной структуры рыбного населения и размеров тела, сокращение их численности. При повышении содержания химических элементов в абиотических компонентах водных экосистем (воде, взвеси и донных отложениях) увеличивается их концентрация в органах и тканях рыб. Нашими исследованиями выявлено, что в органах рыб в районах добычи алмазов увеличивается содержание тяжелых металлов (Cu, Zn, Cr, V, Pb, Hg, Sb, Co, Cd), поступающих в водотоки при промывке аллювиальных отложений. При этом выявлена тесная корреляционная связь между содержанием водорастворимых форм металлов в воде и высокой концентрацией тяжелых металлов в почках, печени и чешуе выловленных рыб. Многолетними исследованиями наших ихтиологов произведена оценка современного состояния гидробионтов прибрежных участков моря Лаптевых, прилегающих к устьевой части рек Анабар, Лена, Яна. Необходимо создание модели реакции популяций полупроходных рыб на антропогенное воздействие в связи с предстоящим освоением углеводородов шельфовой зоны морей Лаптевых и Восточносибирского.

Установлены состав и структура ландшафтных сообществ мелких млекопитающих Якутии. Выявлен ряд специфических черт северных ландшафтных сообществ. Анализ последних позволил выдвинуть теорию об адаптации сообществ, как надпопуляционных образований, к обитанию в условиях низкой биологической продуктивности, каковыми являются, в частности, северные экосистемы. Из широкого круга рассмотренных фак-

торов воздействия на охотничьи виды млекопитающих при техногенном освоении территории: отторжение территорий природных ландшафтов, фактор беспокойства, гибель от технических устройств, техногенные загрязнения наиболее существенную роль играет фактор прямого преследования, зона воздействия которого, как правило, во много раз превышает официально отведенную территорию предприятия или населенного пункта.

Получены не имеющие аналогов данные о характере изменения структуры и состава сообществ мелких млекопитающих в результате различных форм техногенного воздействия в зависимости от эколого-географической зональности. Выявлена зависимость основных характеристик сообществ от формы и интенсивности техногенных воздействий, а также от широтной зональности региона. Впервые определена фактическая роль различных антропогенных факторов, воздействующих на население охотничьих видов млекопитающих при освоении девственных территорий.

Установлено, что в зоне техногенного воздействия происходит согласованное повышение частоты нарушений стабильности развития организмов, относящихся к разным трофическим уровням. Применение показателей нарушения стабильности развития позволило обнаружить, что ухудшение качества среды при воздействии горнодобывающей промышленности наблюдается не только на участках, подвергающихся непосредственной трансформации, но также на импактных территориях.

Создана база экогеохимических параметров среды — снежного покрова, почв, растительности, поверхностных вод и донных отложений. Проведена оценка устойчивости почв криолитозоны Якутии к химическому загрязнению и деградации физических свойств в зависимости от мощности почвенного слоя, гранулометрического состава почв, сорбционной способности, кислотности, состава и содержания органического вещества.

Необходимо отметить, что с приходом в федеральный университет активно расширяется зарубежное научное сотрудничество. Лаборатория-музей мамонта им. П. А. Лазарева продолжает исследования мамонтовой фауны с южнокорейскими, японскими, голландскими, датскими, американскими и другими зарубежными коллегами. Активно разрабатываются международные палеоэкологические и палеогеографические проекты совместно с научными коллективами Великобритании и Германии, по результатам которых уже опубликованы интересные научные публикации

в высокорейтинговых международных изданиях. Взамен чисто морфологических методов приходят молекулярно-генетические, микробиологические и другие виды исследований.

За последние 10 лет в Музее мамонта собрана коллекция ископаемых остатков практически всех представителей мамонтовой фауны, насчитывающая более 3 тыс. экспонатов. При этом коллекция ископаемых остатков древних животных с мягкими тканями является одной из самых больших в мире. В марте 2015 г. открыли Международный центр коллективного пользования «Молекулярная палеонтология», который стал одним из новых и современных лабораторий института, где изучаются летки и ДНК древних животных.

Таким образом, в течение четверти века коллективом нашего института выполнен огромный объем научных исследований практически по всей территории нашей республики, где важнейшее научное значение приобретают вопросы не только сравнительно локальных воздействий на экосистемы, но и суммарный интегральный эффект изменений, происходящих на региональном уровне, — в масштабе речных бассейнов и крупных природно-территориальных систем, таких как Южная Якутия, Западная, Северо-Западная, Юго-Западная, Центральная, Арктическая, горные и равнинные районы республики. В результате многолетних палеонтологических и палеоэкологических исследований нами установлены основные этапы формирования мамонтовой фауны Якутии и выявлена роль севера Восточной Сибири как позднеголоценового рефугиума для некоторых видов этой фауны.

Свои научные перспективы мы видим в расширении ареала исследовательских работ на те регионы Якутии, которые еще недостаточно изучены в экологическом отношении. В частности, особо актуальными становятся проблемы территорий Якутского сектора Арктики. Актуализируются вопросы природопользования и хозяйственной деятельности на фоне происходящих глобальных изменений климата. Научные пред-

ставления на этот счет неоднозначны, но очевидно нам необходимо более детально и углубленно изучать, как будет реагировать окружающая среда, ее биологические комплексы, в том числе водные экосистемы, почвенно-растительный покров и животный мир на техногенные воздействия в условиях меняющегося климата.

В перспективе, среди наиболее значимых инвестиционных проектов освоения природных ресурсов в якутском секторе Арктической зоны РФ (АЗР) разработка месторождений углеводородов континентального шельфа морей Лаптевых и Восточно-Сибирского, а также Томторского месторождения редкоземельных металлов в бассейне р. Анабар (Оленекский улус), что также предполагает серьезное вмешательство в естественные природные комплексы на арктическом шельфе и прилегающих участках суши.

Все это требует принятия руководством республики комплекса превентивных мер в области обеспечения экологической безопасности в Арктической зоне Якутии, в том числе проведения системных комплексных научно-исследовательских работ, в том числе биологических, эколого-геохимических и биоиндикационных исследований экосистем. Особое внимание необходимо уделить вопросам восстановления экосистем после отработки месторождений полезных ископаемых, в том числе биологической рекультивации нарушенных земель.

Таким образом, даже краткий обзор спектра существующих экологических проблем показывает, что переход к устойчивому развитию Арктической зоны Якутии невозможен без проведения системных научных исследований.

Сегодня, по прошествии четверти века с начала прикладных экологических исследований в Якутии, с уверенностью можно сказать о том, что прикладная экология в республике состоялась как самостоятельное направление экологической науки; более того, сформировалась научная школа прикладной экологии, основоположником и научным лидером которой до этих дней являлся профессор Д. Д. Саввинов.