

УЧРЕДИТЕЛЬ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Пермский государственный национальный исследовательский университет» (ПГНИУ)

25.00.23 Физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов
25.00.24 Экономическая, социальная, политическая и рекреационная география
25.00.26 Землеустройство, кадастр и мониторинг земель
25.00.27 Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия
25.00.29 Физика атмосферы и гидросферы
25.00.30 Метеорология, климатология, агрометеорология
25.00.33 Картография
25.00.35 Геоинформатика
25.00.36 Геоэкология (по отраслям)
03.02.08 Экология (по отраслям)

*Издание включено в
Перечень рецензируемых
научных изданий ВАК РФ, в
которых должны быть
опубликованы основные
научные результаты
диссертаций на соискание
ученой степени кандидата
и доктора наук*

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Анимица Е.Г., д.г.н., проф., заведующий кафедрой региональной и муниципальной экономики Уральского государственного экономического университета (Россия, Екатеринбург); **Добролюбов С.А.**, д.г.н., проф., чл.-корр. РАН, декан географического факультета Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова (Россия, Москва); **Дьяконов К.Н.**, д.г.н., проф., чл.-корр. РАН, заведующий кафедрой физической географии и ландшафтоведения Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова (Россия, Москва); **Ердавлетов С.Р.**, д.г.н., проф. Казахского национального университета им. Аль-Фараби (Казахстан, Алматы); **Паллот Дж.**, проф. колледжа Christ Church университета Oxford, специалист в области human geography of the Russian Federation (Великобритания, Оксфорд); **Подрезов О.А.**, д.г.н., проф. кафедры метеорологии, экологии и охраны окружающей среды Кыргызско-Российского Славянского Университета (Кыргызстан, Бишкек); **Топчиев А.Г.**, д.г.н., проф., заведующий кафедрой экономической и социальной географии Одесского национального университета им. И.И.Мечникова (Украина, Одесса); **Чалов Р.С.**, д.г.н., проф. Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова (Россия, Москва).

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Бузмаков С.А., д.г.н., проф., заведующий кафедрой биогеоценологии и охраны природы ПГНИУ; **Воронов Г.А.**, д.г.н., проф. кафедры биогеоценологии и охраны природы ПГНИУ; **Двинских С.А.**, д.г.н., проф., заведующая кафедрой гидрологии и охраны водных ресурсов ПГНИУ; **Калинин Н.А.**, д.г.н., проф., заведующий кафедрой метеорологии и охраны атмосферы ПГНИУ; **Китаев А.Б.**, к.г.н., проф. кафедры гидрологии и охраны водных ресурсов ПГНИУ; **Назаров Н.Н.**, д.г.н., проф. заведующий кафедрой физической географии и ландшафтной экологии ПГНИУ; **Пьянков С.В.**, д.г.н., проф., заведующий кафедрой картографии и геоинформатики ПГНИУ; **Чупина Л.Б.**, к.г.н., доцент кафедры социально-экономической географии ПГНИУ; **Шарыгин М.Д.**, д.г.н., проф., заведующий кафедрой социально-экономической географии ПГНИУ.

Главный редактор

Зырянов А.И., д.г.н., проф., заведующий кафедрой туризма, декан географического факультета ПГНИУ

Ответственный секретарь

Фролова И.В., к.г.н., доцент ПГНИУ

Адрес учредителя и издателя:

614990, Пермский край, г. Пермь, ул. Букирева, д. 15.

Адрес редакции:

614990, Пермский край, г. Пермь, ул. Букирева, д. 15,
Географический факультет
Тел. (342) 239-66-01, 239-64-41
E-mail: geo_vestnik@psu.ru
Сайт: <http://www.geo-vestnik.psu.ru>

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).

Свид. о регистрации средства массовой информации
ПИ №ФС77-66784 от 08.08.2016 г.

FOUNDER

Perm State University

Included in the list of peer-reviewed scientific publications of the Higher Attestation Commission (VAK) of the Russian Federation, where major scientific results of doctor's and candidate's dissertations are to be published

EDITORIAL COUNCIL

Animitsa E.G., Doctor of Geographical Sciences, Professor, Head of the Department of Regional and Municipal Economy, Ural State University of Economics (Russia, Ekaterinburg); **Dobrolyubov S.A.**, Doctor of Geographical Sciences, Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Dean of the Faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University (Russia, Moscow); **Diakonov K.N.**, Doctor of Geographical Sciences, Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Head of the Department of Physical Geography and Landscape Studies, Lomonosov Moscow State University (Russia, Moscow); **Erdavletov S.R.**, Doctor of Geographical Sciences, Professor, Al-Farabi Kazakh National University (Kazakhstan, Almaty); **Pallot J.**, Professor of the Human Geography of Russia, Christ Church College, Oxford University (Great Britain, Oxford); **Podrezov O.A.**, Doctor of Geographical Sciences, Professor in the Department of Meteorology, Ecology and Environmental Protection, Kyrgyz Russian Slavic University (Kyrgyzstan, Bishkek); **Topichev A.G.**, Doctor of Geographical Sciences, Professor, Head of the Department of Human Geography, Odessa I.I. Mechnikov National University (Ukraine, Odessa); **Chalov R.S.**, Doctor of Geographical Sciences, Professor, Lomonosov Moscow State University (Russia, Moscow).

EDITORIAL BOARD

Buzmakov S.A., Doctor of Geographical Sciences, Professor, Head of the Department of Biogeocenology and Environmental Protection, PSU; **Voronov G.A.**, Doctor of Geographical Sciences, Professor in the Department of Biogeocenology and Environmental Protection, PSU; **Dvinskikh S.A.**, Doctor of Geographical Sciences, Professor, Head of the Department of Hydrology and Water Conservation, PSU; **Kalinin N.A.**, Doctor of Geographical Sciences, Professor, Head of the Department of Meteorology and Air Protection, PSU; **Kitaev A.B.**, Candidate of Geographical Sciences, Professor in the Department of Hydrology and Water Conservation, PSU; **Nazarov N.N.**, Doctor of Geographical Sciences, Professor, Head of the Department of Physical Geography and Landscape Ecology, PSU; **Piankov S.V.**, Doctor of Geographical Sciences, Professor, Head of the Department of Cartography and Geoinformatics, PSU; **Chupina L.B.**, Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor in the Department of Human Geography, PSU; **Sharygin M.D.**, Doctor of Geographical Sciences, Professor, Head of the Department of Human Geography, PSU.

Editor-in-Chief

Zyryanov A.I., Doctor of Geographical Sciences, Professor, Head of the Department of Tourism, Dean of the Faculty of Geography, PSU

Executive Secretary

Frolova I.V., Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, PSU

Address of the founder and publisher:

15, Bukireva st., Perm, Russia, 614990

Address of the editorial board:

15, Bukireva st., Perm, Russia, 614990,

The Faculty of Geography

Tel. (342) 239-66-01, 239-64-41

E-mail: geo_vestnik@psu.ru

Web-site: <http://www.geo-vestnik.psu.ru>

The journal was registered in the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technology, and Mass Media (Roskomnadzor). The mass media registration certificate PI №FS77-66784 dd. August 08, 2016.

© Editorial board, 2016

СОДЕРЖАНИЕ

CONTENTS

ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ, ЛАНДШАФТОВЕДЕНИЕ И ГЕОМОРФОЛОГИЯ

**Евсеева Н.С., Квасникова З.Н.,
Батманова А.С., Каширо М.А.,
Назаров В.В., Мерзляков О.Э.**
Скорости седиментации эоловой пыли
в лесополосах на пашне подтайги юго-востока
Западно-Сибирской равнины

Назаров Н.Н., Копытов С.В., Чернов А.В.
К вопросу о возрасте пойм прерывисто-
динамического развития (на примере верхней
Камы)

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ, СОЦИАЛЬНАЯ И ПОЛИТИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ

Анимитца Е.Г., Власова Н.Ю.
Эволюция и основные составляющие образа
Урала

Кондратов Н.А.
Территориальные особенности размещения и
добычи минеральных ресурсов в российском
секторе Арктики

**Мичурина Ф.З., Мичурин С.Б.,
Щербakov В.И.**
Оптимизация потенциала устойчивости
сельских территорий на основе развития
элементов социальной инфраструктуры

ГИДРОЛОГИЯ

Обухов Е.В., Корецкий Е.П.
Исследование влияния водности года
на интенсивность внешнего водообмена
днепровских водохранилищ

Перевошчикова О.А., Калинин В.Г.
Закономерности пространственного
распределения температуры воды на камских
водохранилищах в весенний и осенний
периоды

МЕТЕОРОЛОГИЯ

Лобанов В.А., Тошакова Г.Г.
Особенности и причины современных
климатических изменений в России

PHYSICAL GEOGRAPHY, LANDSCAPE SCIENCE AND GEOMORPHOLOGY

**Evseyeva N.S., Kvasnikova Z.N.,
Batmanova A.S., Kashiro M.A., Nazarov V.V.,
Merzlyakov O.E.**
Sedimentation rate of aeolian dust in woodland
belts on arable land of the sub-boreal forest in the
southeast part of the West Siberian plain

Nazarov N.N., Kopytov S.V., Chernov A.V.
On the age of floodplains of discontinuous and
dynamic development (a case study of the upper
Kama)

ECONOMIC, SOCIAL AND POLITICAL GEOGRAPHY

Animitsa E.G., Vlasova N.Yu.
Evolution and main components of the image of
the Urals

Kondratov N.A.
Territorial peculiarities of location and extractions
of mineral resources deposits in russian sector of
the Arctic region

**Michurina F.Z., Michurin S.B.,
Shcherbakov V.I.**
Optimization of rural areas' stability potential
based on the development of social infrastructure
elements

HYDROLOGY

Obukhov E.V., Koretsky E.P.
Study of water content effects on the intensity of
the external water exchange in the Dnieper
reservoirs

Perevoshchikova O.A., Kalinin V.G.
Patterns of water temperature spatial distribution
in the Kama reservoirs in the spring and autumn
periods

METEOROLOGY

Lobanov V.A., Toschakova G.G.
Features and causes of the modern climate change
in Russia

Поморцева А.А., Калинин Н.А. Аналитический обзор современного состояния исследований шквалов: условия возникновения, методы диагноза и прогноза	90	Pomortseva A.A., Kalinin N.A. Analytical review of the current status of studying squalls: formation conditions, methods of diagnosis and prognosis
ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ	105	ECOLOGY AND NATURAL MANAGEMENT
Исаев С.В. Концепция природно-технических систем и ее использование при изучении антропогенной трансформации природной среды	105	Isaev S.V. The concept of natural and technical systems and its use in the study of transformation anthropogenic environment
Плотникова М.Д., Щербань М.Г., Медведева Н.А. Перспективы использования водных композиций поверхностно-активных веществ для очистки нефтезагрязненных грунтов	114	Plotnikova M.D., Shcherban M.G., Medvedeva N.A. Prospects for the use of water compositions of surfactants for purification of oil contaminated soil
Дедков В.П., Гришанов Г.В., Зотов С.И., Чернышков П.П. Опыт комплексного экологического обследования планируемой особо охраняемой природной территории – государственного природного заказника «Балтийская коса»	121	Dedkov V.P., Grishanov G.V., Zotov S.I., Chernyshkov P.P. An ecological survey of the prospective protected area: Vistula Spit national reserve
ТУРИЗМ И РЕКРЕАЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ	127	TOURISM AND RECREATIONAL GEOGRAPHY
Воронина Ю.Н. Особенности современного развития туризма и методы его организации на особо охраняемых территориях	127	Voronina Yu. N. Features of modern development of tourism and the methods of its organization on specially protected territories
Зырянова И.С. Туризм в условиях террористических угроз и современных миграций в Европе	138	Zyrianova I.S. Tourism in Europe under the conditions of terrorist threat and current migration situation
Королев А.Ю. Согласованность туристских маршрутов с геоморфологическим строением Северного Урала	145	Korolev A.Y. Coordination of tourist routes with geomorphological structure of the Northern Urals
КАРТОГРАФИЯ И ГЕОИНФОРМАТИКА	151	CARTOGRAPHY AND GEOINFORMATICS
Абдуллин Р.К. Современное состояние картографирования опасных гидрометеорологических явлений	151	Abdullin R.K. The current state of mapping hydrometeorological hazards
Кутузов А.В. Оперативный спутниковый мониторинг скоплений планктонных водорослей и количественная оценка их плотности	160	Kutuzov A.V. Operational satellite monitoring of plankton algae accumulation and quantitative estimation of their density

ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ, ЛАНДШАФТОВЕДЕНИЕ И ГЕОМОРФОЛОГИЯ

УДК 551.435.7 (-925.11)М

Н.С. Евсеева, З.Н. Квасникова, А.С. Батманова, М.А. Каширо,**В.В. Назаров, О.Э. Мерзляков****СКОРОСТИ СЕДИМЕНТАЦИИ ЭОЛОВОЙ ПЫЛИ В ЛЕСОПОЛОСАХ НА ПАШНЕ ПОДТАЙГИ ЮГО-ВОСТОКА ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ РАВНИНЫ***Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск*

В данной работе рассматриваются природные и антропогенные факторы развития эоловых процессов в агроландшафтах юго-востока зоны мелколиственных лесов (подтайги) Западно-Сибирской равнины на примере бассейна р. Басандайки. Установлено, что природные условия территории благоприятны для развития эоловых процессов: регион характеризуется сильными и порывистыми ветрами, число дней с порывами ветра достигает 55, а скорость ветра при порывах – до 20–25 м/с; почвы и лессовидные породы отличаются высокой распыленностью. Рельеф территории имеет значительное расчленение реками, балками; относительные высоты в пределах пашни изменяются от долей метра до 5–20 м; крутизна склонов пашни варьирует от 0–1° до 7–9°. Неровности рельефа способствуют возрастанию скоростей ветра и его несущей способности при движении вверх по склонам.

Сельскохозяйственное освоение бассейна р. Басандайки началось в 20-х гг. XVII в., но особенно интенсивно в середине XX в. В 60-е гг. XX в. на пашне исследуемого района были заложены лесополосы. Развитие эоловых процессов определяется по наличию аккумулятивных образований прошлых лет. Авторами данной статьи проведена работа по оценке средней скорости аккумуляции эоловой пыли в лесополосе на южном склоне пашни за полвека. Впервые выявлено, что мощность эоловых наносов изменяется от 14 до 53 см. Средние годовые скорости аккумуляции пыли за изученный отрезок времени составляют 4,3–4,8 мм/год, что сопоставимо с таковыми в степях, полупустынях и пустынях – 0,1–3,0 см/год.

Ключевые слова: эоловые процессы, лесополоса, пашня, скорость седиментации, подтайга, Западно-Сибирская равнина.

N.S. Evseyeva, Z.N. Kvasnikova, A.S. Batmanova, M.A. Kashiro, V.V. Nazarov, O.E. Merzlyakov**SEDIMENTATION RATE OF AEOLIAN DUST****IN WOODLAND BELTS ON ARABLE LAND OF THE SUB-BOREAL FOREST IN THE SOUTHEAST PART OF THE WEST SIBERIAN PLAIN***National Research Tomsk State University, Tomsk*

The paper considers natural and anthropogenic factors of the development of aeolian processes in agricultural landscapes in the southeast part of the sub-boreal forest zone (an area with forests of small-leaved deciduous species) of the West Siberian Plain by the example of the Basandajka river basin. It has been found that natural conditions of the territory are favorable for the development of aeolian processes: the region is characterized by strong and gusty winds, the number of days with wind gusts attains 55, and the wind speed with gusts equals 20–25 m/s; soil and loess-like earth formations are characterized by the high level of powderiness.

Rivers and gullies significantly dissect the terrain; the relative height ranges from a fraction of a meter to 5–20 m within the arable land; the steepness of tilled slopes varies between 0–1° and 7–9°. Unevenness of topography contributes to the increase of wind speeds and the ability of winds to carry soil particles when moving up the slopes. The agricultural development of the Basandajka basin began in the 1720s; the intensity of the process increased significantly in the middle of the century. In the 1960s woodland belts were planted on the arable land of the area under study. The development of aeolian processes is verified by the presence of accumulative formations of previous years. The authors of this article have assessed the

average speed of the accumulation of aeolian dust in the woodland belt on the southern slope of arable land within half-century. For the first time it has been identified that the thickness of aeolian sediment varies from 14 to 53 cm. The annual average accumulation rate of aeolian dust over the period under study amounts to 4.3–4.8 mm/yr, which is comparable to the speed of sedimentation in the steppes, semideserts and deserts where the deposition of sediments equals 0.1 – 3.0 cm/yr.

Key words: aeolian processes, woodland belts, arable land, sedimentation rate, sub-boreal forest.

doi 10.17072/2079-7877-2016-3-5-15

Введение

Эоловое рельефообразование отличается рядом характерных особенностей [25]: 1 – работа ветра – это наиболее древний, исходный и перманентно действующий рельефообразующий процесс, он не контролируется человеком, но может усиливаться от его деятельности; 2 – деятельность ветра прямо не зависит от проявления силы тяжести на Земле; на обширных плоских равнинах подчиняется макро-и микроциркуляционным процессам, а в условиях расчлененного рельефа контролируется его неровностями; 3 – ветер как движение атмосферы охватывает всю 8–10-километровую воздушную оболочку Земли и проникает в виде почвенного воздуха в поверхностные горизонты планеты; 4 – достигает максимального природо- и рельефообразующего эффекта в аридных областях, а также в областях покровного оледенения.

В настоящее время эоловые процессы наиболее исследованы в аридных и семиаридных областях, где они изучались В.А. Обручевым, Н.А. Соколовым, Б.А. Федоровичем, Д.В. Наливкиным, Т.Ф. Якубовым, А.Г. Гаель, К.С. Кальяновым, Ю.И. Васильевым, А.Н. Сажиным, М.Е. Бельгибаевым и др.; за рубежом – Г. Конке и А. Бертраном, У. Чепилом, Р. Багнольдом, Н. Ланкастером, М. Рехейсом и др.

Лесная зона традиционно считается не опасной в отношении развития эоловых процессов. Вырубка лесов и распашка земель привели к развитию названных процессов, которые до настоящего времени недостаточно изучены, в том числе и на территории Западно-Сибирской равнины. На сельскохозяйственных угодьях развитие названных процессов может определяться по наличию эоловых аккумулятивных образований прошлых лет, а интенсивность – по их объему [18]. Основные места скопления эолового материала на пахотных землях приурочены к лесным насаждениям в виде полос или отдельных массивов. Авторами данной работы сделана попытка оценить среднюю скорость аккумуляции эолового материала в лесополосе на пашне в зоне подтайги юго-востока Западно-Сибирской равнины за 1960–2015 гг. на примере бассейна р. Басандайки (рис. 1).

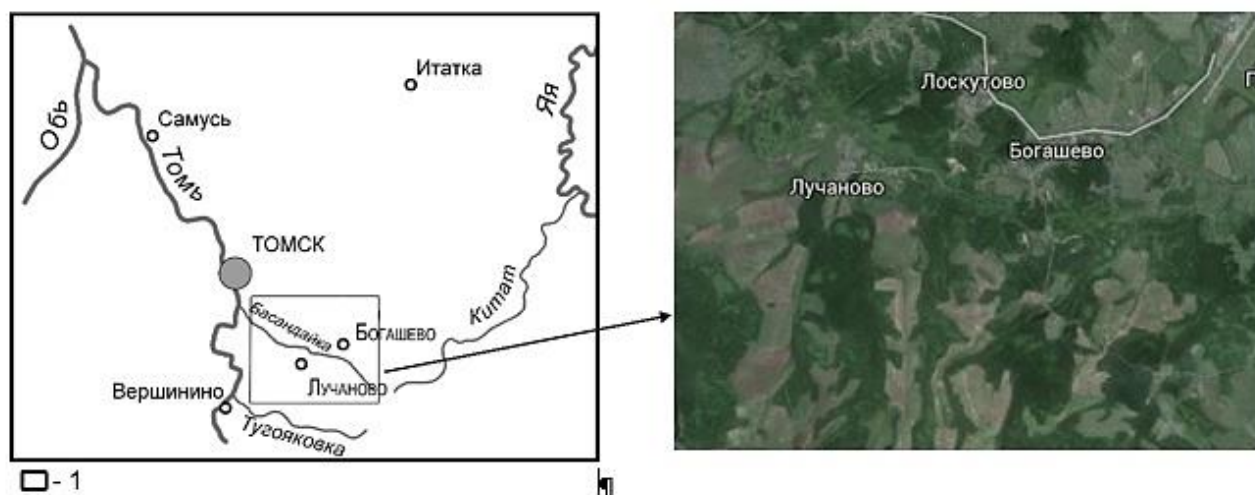


Рис. 1. Положение исследуемого района на территории Томской области: 1 – ключевой участок

Объект и методы исследований

Бассейн р. Басандайки расположен на юго-востоке Томской области вблизи г. Томска. Река Басандайка относится к малым рекам, ее длина 57 км, площадь бассейна 409 км². Территория бассейна с абсолютными высотами 100–250 м характеризуется расчлененным рельефом. В реку

впадает 87 притоков длиной менее 10 км, суммарной протяженностью 168 км. Таким образом, горизонтальное расчленение территории бассейна реками в среднем составляет $0,5 \text{ км/км}^2$.

Кроме того, здесь развита сеть балок, количество которых достигает 4 на 1 км^2 , а горизонтальное расчленение рельефа балками изменяется от $0,3 \text{ км/км}^2$ до $1,8 \text{ км/км}^2$ [8]. Относительные высоты территории изменяются от первых метров до 100 м, но чаще – в пределах 5–50 м. Крутизна склонов, определенная по топографическим картам 1:50 000 масштаба, варьирует от 0° до 25° , преобладают склоны крутизной 0° – 7° [11]. Почвообразующими породами в исследуемом районе являются лессовидные суглинки среднелептстоцен-современного возраста [22]. В составе лессовидных отложений преобладает пылеватая фракция. Климат территории континентально-циклонический, среднегодовая температура воздуха за период с 1982 по 2005 г. увеличилась и составила $1,22^\circ \text{C}$. Среднегодовое количество осадков 617 мм [17]. Бассейн р. Басандайки расположен в подтаежной зоне, где доминируют мелколиственные леса (рис. 2).

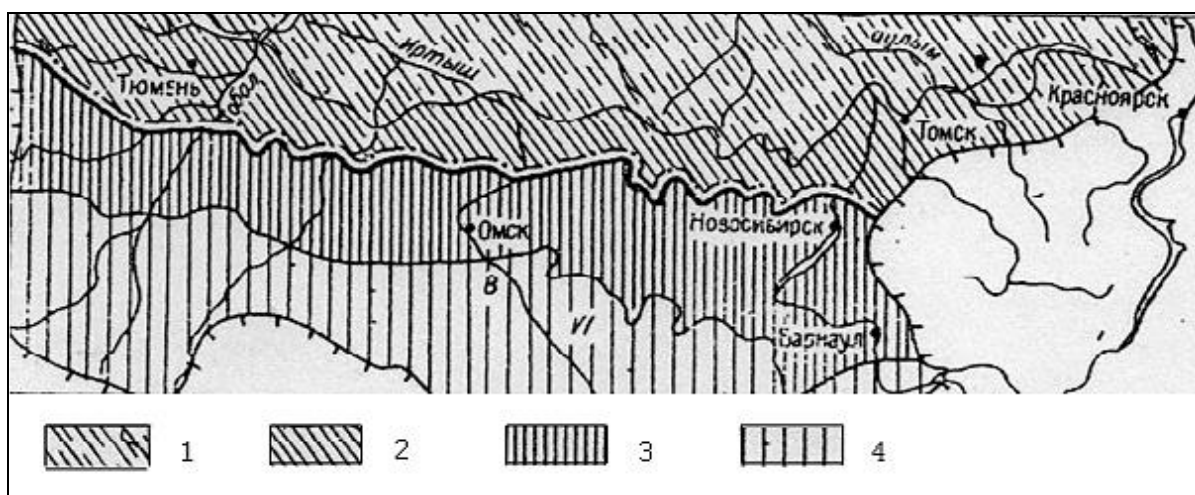


Рис. 2. Зонально-географическое деление юга Западно-Сибирской равнины [23]: 1 – южная тайга, 2 – подтайга, 3 – лесостепь, 4 – степь

Достаточно благоприятные природные условия территории способствовали ее заселению и освоению, начиная с позднего палеолита [20]. Об этом свидетельствуют археологические находки в районе г. Томска, в устье р. Басандайки. До прихода русских местное население – томские татары занимались скотоводством и мотыжным земледелием. Сельскохозяйственное освоение территории бассейна р. Басандайки началось в XVII в. с приходом русских; когда строились города-остроги и распахивались первые пашни. Так, в 1604 г. был построен Томский городок, и в 1605 г. были распаханы первые пашни на территории современного г. Томска, а в 20-е гг. XVII в. было распаханно «государево поле» в районе с. Спасское (ныне с. Коларово), освоен для земледелия бассейн р. Басандайки и др. Во второй половине XVII в. появились первые деревни – Лучаново, Корнилово, Аксенова, Магадава, Ипатово и др. [4; 5].

Таким образом, с началом освоения Сибири и развития земледелия произошло антропогенное воздействие на почвы. Наиболее крупные массивы пашни в бассейне р. Басандайки были распаханы в середине XX в. Вследствие значительного расчленения территории бассейна распахивались в основном выровненные поверхности и верхние участки склонов междуречий. В настоящее время пашня в бассейне р. Басандайки занимает около 27% его общей площади. Увеличение площадей полей, применение тяжелой сельскохозяйственной техники, химическое воздействие, развитие эрозии и дефляции почв привели к их деградации. Для защиты почв от эрозии в 1960-е гг. в исследуемом районе были заложены лесополосы из сосны и березы.

Одним из наиболее важных методов изучения скорости седиментации являются непосредственные наблюдения и измерения мощности материала, отложившегося за единицу времени. Авторами данной работы проведены исследования по определению интенсивности накопления эолового материала в лесополосе, расположенной на южном склоне Томь-Басандайского междуречья в районе с. Лучаново.

Здесь поле площадью около 14 га с восточной стороны окаймляется лесополосой, заложеной в середине 60-х гг. XX в. Длина лесополосы 450 м, ширина изменяется от 6,25 м в северной части до

12 м в южной части. Древостой высотой около 10–15 м представлен в основном сосной, встречается береза, а в южной части – лиственница. В северной части склона лесополоса двухрядная, в южной – трехрядная. В лесополосе встречаются две прогалины без деревьев и кустарников, но с густым травостоем. В лесополосе нами заложены четыре поперечных почвенно-геоморфологических профиля (всего 11 полуям и 1 разрез) в пределах разных ее участков; определен механический состав почв пашни и в лесополосе; проанализированы литературные источники по ветровому режиму территории и истории ее сельскохозяйственного освоения.

Результаты и их обсуждение

Как известно, развитие эоловых процессов зависит от ряда факторов, к главным из них относятся отсутствие и разреженность растительного покрова, наличие дисперсных пород и сильных ветров. Кроме того, на развитие вышеперечисленных процессов оказывают влияние микрорельеф пашни, механический состав почв, размер поля и др. Рассмотрим перечисленные факторы в пределах бассейна р. Басандайки.

Режим ветра исследуемой территории охарактеризован по данным наблюдений метеостанции Томск и авиаметрической станции Томск (АМСГ Томск), расположенной на открытой поверхности правобережья р. Басандайки в районе с. Богашево (рис. 1). Средняя месячная скорость ветра в Томске – 4,1 м/с [17], но в развитии эоловых процессов на территории большое значение имеют сильные или бурные ветры (≥ 15 м/с), порывистость ветра, шквалы. Бурные ветры – одно из наиболее часто и ежегодно повторяющихся опасных явлений погоды на юго-востоке Западно-Сибирской равнины, их количество по сравнению с 1961–1980 гг. увеличилось примерно на 30–35% [10]. Среднее число дней с бурным ветром в Томске составляет 20–23 дня [1; 11]. Но по годам число случаев бурного ветра сильно изменяется: за период с 2005 по 2009 г. их насчитывалось 171; максимум отмечался в 2007 г. (50), а минимум – в 2005 г. (14) [2]. Продолжительность бурных ветров в Томске достигает 58 час, составляя в среднем 7,3 час. Чаще всего бурные ветры дуют с юга и юго-запада.

Ветер исследуемого района характеризуется порывистостью. Порывы ветра фиксируются при средней скорости 5 м/с, если они превышают ее на 5 м/с [21]. Исследования режима порывистого ветра по данным АМСГ Томск за 1996–2003 гг. показали, что среднее число дней с порывистым ветром составляет 41,3 дня при максимуме 55 дней. Анализ зависимости частоты порывов ветра от его средней скорости показал, что она выше при средней скорости 7–10 м/с (табл. 1). Средняя максимальная скорость ветра при порывах достигает 22 м/с [19]. Непрерывная продолжительность порывов ветра в 60–80% случаев не превышает одного часа, но в зимние и переходные периоды она достигает 10 час. и более.

Помимо бурных ветров, порывистого ветра на исследуемой территории имеет место образование шквалов – внезапного и резкого усиления ветра на 8 м/с и более за короткий промежуток времени не более 2 мин. Скорость ветра при шквале более 10 м/с нередко превышает 25 м/с.

Таблица 1

Повторяемость порывов при различной скорости ветра [18]

Скорость ветра, м/с	5–6	7–8	9–10	11–12	13–14	15–16	17–18
Повторяемость порывов, %	7,8	36,7	38,4	12,1	2,6	1,1	1,5

Продолжительность шквалов – от 4–5 до 30 мин. Средняя скорость ветра при шквалах за 1991–2010 гг. составила 16 м/с, но 5 июля 1997 г. она достигла 30 м/с [1]. В целом исследуемая территория относится к районам развития сильного ветра, а один раз в 6–10 лет здесь возможно возникновение смерчей [19].

Особенности циркуляции атмосферы на юго-востоке Западно-Сибирской равнины обуславливают преобладание юго-западных ветров. В районе г. Томска под влиянием местных физико-географических условий увеличивается повторяемость южных ветров (рис. 3). Особенно велика повторяемость южных ветров зимой (в среднем 47%), а к концу зимы она возрастает до 51% [15].

Анализ скоростей ветра показывает, что они могут вызывать дефляцию почв на незадернованных площадях, каковыми являются пашни. Полевые наблюдения авторов в течение 1988–2015 гг. показали, что на пашне бассейна р. Басандайки эоловые процессы развиваются наиболее интенсивно в холодный период года и весной, о чем свидетельствуют наличие грязных прослоек снега в шурфах и эоловые наносы в лесополосах. Для оценки средней скорости аккумуляции эоловых отложений в

лесополосах были проведены наблюдения на ключевом участке «Лучаново» (рис. 1), где распахан поверхность и верхние части склонов Томь-Басандайского междуречья.

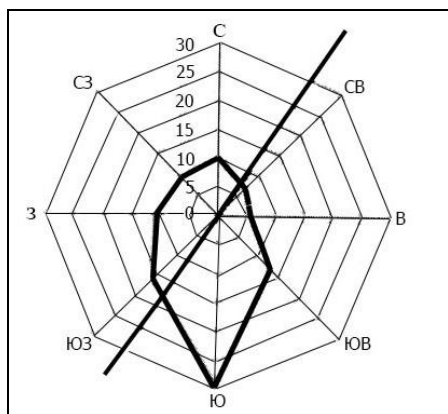


Рис. 3. Среднегодовая повторяемость направления ветра АМСГ Томск, 2001–2010 гг. [12]

почвы наблюдается на верхних частях склонов, в результате наветренные склоны, особенно их верхние части, наиболее дефлированы.

М.И. Долгилевич отмечал, что почвы Сибири уязвимы к сильным ветрам, они характеризуются высокой распыленностью: содержание агрегатов менее 1 мм в них, например, в степи и лесостепи достигает 40–88% [7]. Высокая распыленность отмечается и в почвах подтайги Западно-Сибирской равнины, в том числе и в бассейне р. Басандайки (содержание пыли в почве 44–68%). На исследуемом участке в агропроизводство вовлечены в основном серые лесные почвы и их подтипы суглинистого состава.

Н. Ланкастер отмечал [26], что показатели ветровой эрозии широко варьируют и для данной скорости ветра зависят от текстуры почв и степени цементирования почвенной корки. Самые высокие показатели эрозии имеют место на почвах глинистого состава, особенно там, где их поверхность нарушена движением транспортных средств или животных. Обзор основных факторов развития эоловых процессов показывает, что условия для развития дефляции почв в агроландшафтах бассейна р. Басандайки благоприятны, и она имеет место. Как отмечалось ранее, основные места скопления выдутых из очага дефляции почвенных частиц приурочены на пашне к лесополосам, опушкам и отдельным массивам леса. При защите почв от дефляции важное значение имеет правильная ориентировка лесных полос, дающих положительный эффект уже с первого года. К.С. Кальянов, проанализировав работы исследователей по влиянию ориентировки лесных полос на защиту почв от дефляции, отмечал, что при перпендикулярном расположении лесных полос к преобладающему направлению активных эрозионных ветров культуры значительно меньше страдают от выдувания [14]. Противодефляционная деятельность полос значительно снижается при отклонении ветра от перпендикулярного более чем на 30°. Подобные выводы сделаны исследователями при изучении дефляции легких почв Нижнеднепровья, Северного Казахстана, Нижнего Дона.

И.Г. Грингоф и др. [6], Г.А. Ларионов [18] приводят данные о формах аккумуляции эоловых образований в зависимости от конструкции лесной полосы (рис. 4 А, Б). При перпендикулярном расположении к направлению ветра у плотных лесополос с подлеском из кустарника и непосредственно за ними образуются высокие валы с покатым наветренным и крутым подветренным склоном. С подветренной стороны плотной лесополосы валы выдвигаются в сторону поля на 20–30 см. В самой лесополосе по прогалинам образуются ложбины, выложенные более крупными фракциями наносов. У продуваемых лесополос поперечный профиль валов имеет плавные симметричные очертания, а их высота сравнительно невелика. В пределах лесополосы наносы отлагаются преимущественно за стволами деревьев и случайными кустами в виде кос.

Лесополоса на пашне ключевого участка «Лучаново» ориентирована по основному направлению господствующих южных ветров и под углом к юго-западным и юго-восточным. Как отмечалось ранее, наиболее часто бурные ветры дуют с юга и юго-запада. Г.А. Ларионов отмечает, что в районах сильной дефляции значительное количество эоловых наносов в форме валов отлагается и в продольных (по отношению к направлению ветра) лесополосах [18]. Высота таких валов с уплотненной вершиной достигает 2–3 м, а в прогалинах лесополос мощность наносов меньше, чем в

Ширина полей между лесополосами – 400–450 м. Микрорельеф пашни достаточно сложный: здесь наблюдаются суффозионно-просадочные депрессии, распаханые и нераспаханые балки глубиной до 10–12 м, ложбины глубиной 2–5 м, потяжины (до 1–1,5 м). Ориентировки ложбины и лесополосы в пределах ключевого участка в целом совпадают и имеют направление с севера на юг. Неровности рельефа способствуют возрастанию скоростей ветра и его несущей способности при движении воздушного потока вверх по склону, а вниз по склону – снижаются. Особенно сильное дефлирующее воздействие ветрового потока на

неизреженных их частях. Выводы Г.А. Ларионова в основном подтверждаются и данными наших наблюдений (рис. 5), но имеются и различия, связанные с особенностями ветрового режима и ширины лесополосы:

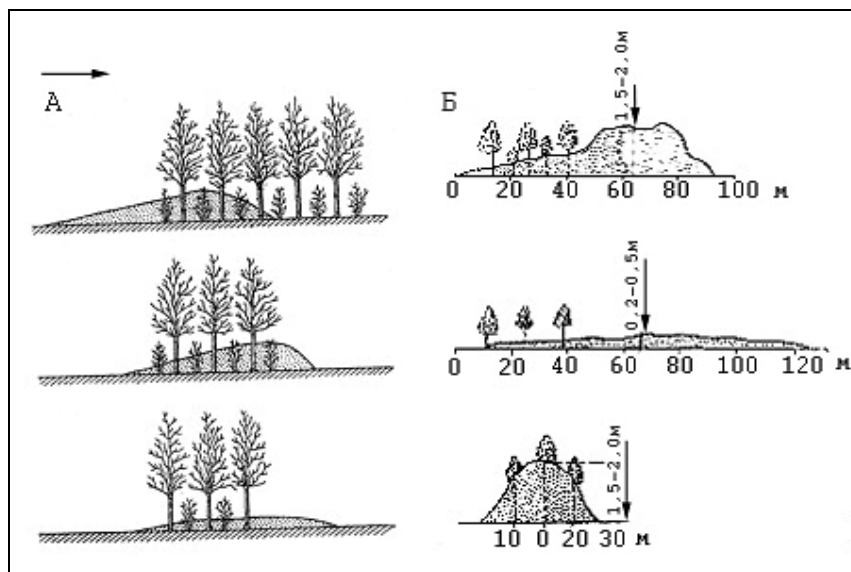


Рис. 4. Типичные формы аккумуляции эоловых образований в полезащитных лесных полосах в зависимости от их конструкции и расположения относительно дефляционноопасных ветров: А - по [6]; Б – по [18]

- ширина лесополос на ключевом участке «Лучаново» невелика – 6–12 м; против 40 м;
- валы в лесополосе при продольном ее расположении к господствующим бурным ветрам образовывались в двух случаях: в двухрядной ее части в северной половине лесополосы, где доминирует сосна и нет подроста и кустарников. Ширина лесополосы здесь 6,25 м. Высота вала в центральной части составляет 0,44 м (рис. 5, I профиль). Второй вал образовался в южной части трехрядной непродуваемой лесополосы из сосны, лиственницы, березы с хорошо выраженным подростом из сосны, высотой до 2 м. Вал высотой до 0,34 м имеет достаточно пологие склоны (рис. 5, IV профиль);
- в двухрядной лесополосе из сосны с кустарником и подростом сосны в центральной ее части наибольшая мощность наносов отмечается в подветренной по отношению к юго-западным ветрам стороне и составляет 0,53 м (рис. 5, III профиль). Возможно, что на накопление наносов оказывают влияние как южные, так и юго-восточные ветры;

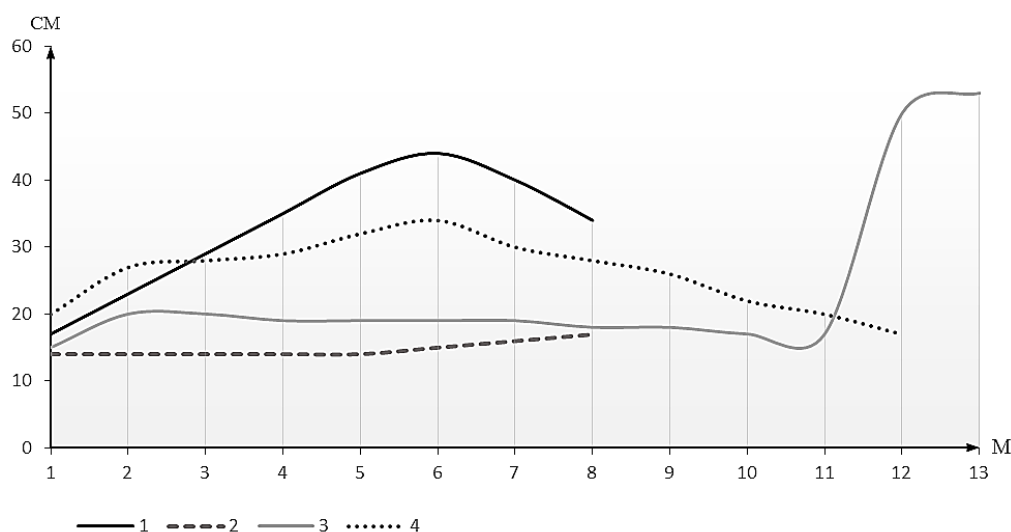


Рис. 5. Мощность эоловых отложений в пределах почвенно-геоморфологических профилей через лесополосу Лучановского ключевого участка: 1 – I профиль: лесополоса двухрядная; 2 – II профиль: прогалина; 3 – III профиль: лесополоса двухрядная; 4 – IV профиль: лесополоса трехрядная

– в прогалине лесополосы (рис. 5, II профиль) осадков накопилось в 2–3 раза меньше, что объясняется хорошей продуваемостью. Наносы уносятся ветрами дальше по полю к кромке кедрового леса.

Анализ гранулометрического состава почв плакоров и почв лесополосы показывает, что в эоловых наносах в лесополосе выше содержание мелкого песка, достигающее 48,4%, у почв на плакоре пашни – 26,4% (табл. 2). М.И. Долгилевич отмечает, что для почв тяжелого механического состава обеднение гумусом в результате удаления эолового материала не происходит, так как последний содержит меньше гумуса, чем почва, не затронутая эрозией [7].

Наблюдения показали, что в эоловых отложениях лесополосы в ряде случаев накапливается больше органического углерода и гумуса. Подобное характерно для лесонасаждений степи и лесостепи России и США, что установлено Ю.Г. Чендевым и др. [24]. J.P. Martin [цит. по 7] выявил, что в эоловых наносах гумуса содержится в 3–8 раз больше, чем в почве, из которой образовался нанос.

Таблица 2

Гранулометрический состав почвы

Горизонт	Глубина, см	Размер частиц, мм							
		1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	< 0,001	физ. глина	физ. песок
		Содержание фракций, %							
Темно-серая лесная (пашня) плакор									
Апах	020	0,22	25,38	34,80	10,40	23,20	6,00	39,60	60,40
Ап/пах	23-33	0,22	26,18	36,0	10,40	14,00	13,20	37,60	62,40
А1А2	37-47	0,20	22,60	44,80	6,80	14,80	10,80	32,40	67,60
А2В	50-60	0,13	30,67	39,60	7,60	10,80	11,20	29,60	70,40
В1	68-78	0,05	23,55	42,00	1,20	11,20	22,00	34,40	65,60
Темно-серая лесная темногумусовая типичная (лесополоса)									
А	5-15	0,42	47,98	32,80	5,2	9,6	4,0	51,60	48,40
А	10-20	0,44	47,16	33,2	8,6	7,4	3,2	52,40	47,6
А	30-40	0,39	48,81	34,0	7,2	6,8	2,8	50,80	49,20
АВ	60-70	0,3	12,9	67,6	2,4	8,0	8,8	86,80	13,20
В1	90-100	0,2	52,2	19,6	5,6	5,2	5,2	47,60	52,40

На ключевом участке «Лучаново» в верхнем 40-сантиметровом слое почвы в лесополосе содержание органического углерода – до 4,9–5,5%, а гумуса – до 8,5–9,6% по сравнению с 1,6–3,9% и 2,8–6,8% в почвах пашни, соответственно. Необходимо отметить, что уменьшению мощности гумусового горизонта и содержания его в почве, помимо дефляции почв, способствуют смыв и размыв почв.

Анализ полученных материалов позволяет оценить среднюю скорость накопления эоловых отложений в лесополосе за 50–60-летний период, но она не одинакова по профилю в разные части:

- в пределах I профиля – от 2,8–3,1 мм/год до 7,3–8,0 мм/год;
- в пределах II профиля – от 2,3–2,5 мм/год до 2,8–3,1 мм/год;
- пределах III профиля – от 2,3–3,6 мм/год до 8,8–9,6 мм/год;
- в пределах IV профиля – от 2,8–3,4 мм/год до 5,7–6,2 мм/год.

Выводы

1. Природные условия юго-востока зоны подтайги Западно-Сибирской равнины благоприятны для развития эоловых процессов, но в естественных условиях растительный покров препятствует их возникновению.

2. Вырубка лесов и распашка земель привели к дефляции почв и аккумуляции эоловых наносов в лесополосах, у кромок леса и других препятствий.

3. Средние скорости аккумуляции эоловых отложений в лесополосе за полувековой период составили 4,34,8 мм/год. Средние величины скорости седиментации эоловой пыли в лесополосе агроландшафтов юго-востока подтайги Западно-Сибирской равнины в целом сравнимы с таковыми для зон степей, полупустынь и пустынь, где они изменяются от 0,1 до 3 см/год [3], а также

сопоставимы с выводом З. Кукала [16] о том, что континентальные лессы могут формироваться со скоростью более 100 см/1000 лет, т.е. 1 мм/год и более.

4. Данные результаты свидетельствуют о том, что антропогенное вмешательство человека в природу без учета природных процессов приводит к негативным результатам. С целью рационального природопользования, познания процессов рельефообразования, обусловленных хозяйственной деятельностью человека, возникла необходимость более глубокого изучения современного эолового морфолитогенеза в естественных и антропогенно нарушенных ландшафтах суши, в том числе в зонах подтайги и тайги.

Библиографический список

1. *Ананова Л.Г.* Метеорологические и аэросиноптические условия возникновения шквалов на юго-востоке Западной Сибири: автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Томск, 2011. 20 с.
2. *Ананова П.Г., Зяблицкая К.Н.* Сильный ветер в районе г. Томска // Контроль окружающей среды и климата «КОСК-2010»: мат. VII Всерос. симпозиума. Томск: Аграф-Пресс, 2010. С. 202–204.
3. *Аристархова Л.Б.* Эоловые процессы и морфолитогенез // Динамическая геоморфология. М.: Изд-во МГУ, 1992. С. 323–351.
4. *Беликов Д.Н.* Первые русские крестьяне-населенники Томского края и разные особенности в условиях их жизни и быта за XVII–XVIII столетия // Научные очерки Томского края. Томск, 1898. С. 1–138.
5. *Бояришинова З.Я.* К вопросу о развитии русского земледелия в Томском уезде в XVII веке // Вопросы географии Сибири. Томск, 1951. Вып. 2. С. 85–140.
6. *Грингоф И.Г., Клещенко А.Д.* Основы сельскохозяйственной метеорологии. Т. 1. Потребности сельскохозяйственных культур в агрометеорологических условиях и опасные для сельского хозяйственного производства погодные условия. Обнинск: ФГБУ «ВНИИГМИ – МЦД», 2011. 808 с.
7. *Долгилевич М.И.* Особенности ветровой эрозии почв и применение агролесомелиоративных мероприятий в Западной Сибири // Защита почв Сибири от эрозии и дефляции. Новосибирск, 1981. С. 15–22.
8. *Евсеева Н.С.* Современный морфолитогенез юго-востока Западно-Сибирской равнины. Томск: Изд-во НТЛ, 2009. 484 с.
9. *Евсеева Н.С., Квасникова З.Н.* Интенсивность и цикличность проявления эоловых процессов в агроландшафтах зоны подтайги бассейна Нижней Томи (Западная Сибирь) // Вестник Томского государственного университета. 2015. №397. С. 233–239.
10. *Евсеева Н.С., Ромашова Т.В.* Опасные метеорологические явления как составная часть природного риска (на примере юга Томской области) // Вестник Томского государственного университета. 2011. №353. С. 199–204.
11. *Евсеева Н.С., Квасникова З.Н.* Современные эоловые процессы юго-востока Западно-Сибирской равнины // Геоморфология. 2010. №3. С. 40–46.
12. *Иванова М.В., Захарчук Н.В., Максимова Н.Б.* Характеристика ветрового режима по данным метеонаблюдений аэропортов Барнаула, Новосибирска, Томска и Кемерово // География и природопользование Сибири. Барнаул: Изд-во Алтайского гос. ун-та, 2014. Вып. 18. С. 87–97.
13. *Кадастр возможностей* / под ред. Б.В. Лукутина. Томск: Изд-во НТЛ, 2002. 280 с.
14. *Кальянов К.С.* Динамика процессов ветровой эрозии почвы. М.: Наука, 1976. 143 с.
15. *Климат Томска*. Л.: Гидрометеиздат, 1982. 176 с.
16. *Кукал З.* Скорость геологических процессов: пер. с чешск. М.: Мир, 1987. 246 с.
17. *Ландшафты болот Томской области* / под ред. Н.С. Евсеевой. Томск: Изд-во НТЛ, 2012. 400 с.
18. *Ларионов Г.А.* Эрозия и дефляция почв: основные закономерности и количественная оценка. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1993. 200 с.
19. *Природные опасности России. Гидрометеорологические опасности. Т.5* / под ред. Г.С. Голицына, А.А. Васильева. М.: Издательская фирма «КРУК», 2001. 296 с.
20. *Родной край* / под ред. Б.Г. Иоганзена, И.П. Кинева. Томск: Изд-во Том. ун-та, 1974. 400 с.
21. *Рыбина Н.П., Слуцкий В.И.* Порывистость ветра в районе г. Томска // Материалы шестого Сибирского совещания по климато-экологическому мониторингу. Томск, 2005. С. 23–29.
22. *Строкова Л.А.* Состав и свойства покровных отложений Томского Приобья // Обской вестник. 1999. №1–2. С. 122–127.

23. Харитоненков М.А. Мелколиственные леса Западно-Сибирской равнины: история формирования // Современные концепции и методы лесной экологии: мат. Первой всерос. школы-конференции по лесной экологии. Томск: Изд. дом Том. гос. ун-та, 2013. С. 169–176.
24. Чендев Ю.Г., Соэр Т.Д., Геннадиев А.Н., Новых Л.Л. и др. Накопление органического углерода в черноземах (моллисолях) под полейзащитными лесными насаждениями в России и США // Почвоведение. 2015. №1. С. 49–60.
25. Чичагов В.П. Всюдность и уникальность эолового рельефообразования // Проблемы устойчивого развития в современной географической науке и образовании. Томск, 2004. С. 29–40.
26. Lancaster N. Aeolian features and processes // Geological Monitoring / R. Young, L. Norby. Boulder, Colorado, Geological Society of America, 2009. P. 4–25.

References

1. Ananova, L.G. (2011), Meteorological and aerosynoptical conditions for the squall occurrence in the South-East of Western Siberia, Abstract of Cand. sc. diss., Geography, National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia.
2. Ananova, P.G. and Zyablitskaya, K.N. (2010), “Strong wind in the area of Tomsk”, *Kontrol' okruzhajushchhei sredy i klimata "KOSK-2010"* [Environment and climate monitoring], VII Vserossiiskii simpozium [Proceedings of the 7th All-Russian Symp.]. 5-7 July 2010, Agraf-Press, Tomsk, Russia, pp. 202–204.
3. Aristarkhova, L.B. (1992), “Eolian processes and morpholithogenesis”, in Anan'ev, G.S., Simonov, Ju.G. and Spiridonov A.I. (ed.), *Dinamicheskaya geomorfologiya* [Dynamic geomorphology], Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia, pp. 323–351.
4. Belikov, D.N. “The first Russian peasants-inhabitants of the Tomsk region and different features in conditions of their life in the XVII-XVIII century”, in Kashhenko, N.F. (ed.), *Nauchnye ocherki Tomskogo kraya* [Scientific essays of the Tomsk region], Tipo-litografija M.N. Kononova i I.F. Skulimovskogo, Tomsk, Russia, pp. 1–138.
5. Boyarshinova, Z.Ja. (1951), “To the question of the development of Russian agriculture in the Tomsk uyezd in the 17th century”, *Voprosy geografii Sibiri* [Issues of geography of Siberia], vol. 2, pp. 85–140.
6. Gringof, I.G., Kleshchenko, A.D. (2011), *Osnovy sel'skhozajstvennoj meteorologii. Tom 1. Potrebnosti sel'skhozajstvennykh kul'tur v agrometeorologicheskikh usloviyakh i opasnye dlja sel'skhozajstvennogo proizvodstva pogodnye usloviya* [Fundamentals of agricultural meteorology. Vol. 1. Needs of crops in agro-meteorological conditions and dangers of weather conditions for agricultural production], All-Russian Research Institute of Hydrometeorological Information- World Data Centre, Obninsk, Russia.
7. Dolgilevich, M.I. (1981), “Features of wind erosion and the use of agroforestry in Western Siberia”, in Kashtanov, A.N. (ed.), *Zashhita pochv Sibiri ot jerozii i defljacii* [Protection of Siberian soils from erosion and deflation], Nauka, Novosibirsk, Russia, pp. 15–22.
8. Evseeva, N.S. (2009), “*Sovremennij morfolitogenez jugo-vostoka Zapadno-Sibirskoj ravniny*” [Modern morpholithogenesis in the southeast part of West Siberian plain], Scientific and Technical Literature Publishing House, Tomsk, Russia.
9. Evseeva, N.S., Kvasnikova, Z.N. (2015), “The intensity and cyclic occurrence of aeolian processes in agricultural landscapes of the sub-boreal zone in the basin of the Lower Tom (Western Siberia)”, *Tomsk State University Journal*, vol. 397, pp. 233–239.
10. Evseeva, N.S., Romashova, T.V. (2011), “Dangerous meteorological phenomena as part of natural risk (a case study of the South of Tomsk region)”, *Tomsk State University Journal*, vol. 353, pp. 199–204.
11. Evseeva, N.S., Kvasnikova, Z.N. (2010), “Recent eolian processes in the south-eastern West Siberia”, *Geomorfologiya* [Geomorphology RAS], no. 3, pp. 40–46.
12. Ivanova, M.V., Zakharchuk, N.V., Maksimova, N.B. (2014), “Characteristics of the wind regime according to the data of meteorological observations of the airports of Barnaul, Novosibirsk, Tomsk and Kemerovo”, *Geografija i prirodopol'zovanie Sibiri* [Geography and natural resources of Siberia], vol. 18, pp. 87–97.
13. Lukutin, B.V. (ed.) (2002), *Kadastr vozmozhnostey* [The cadastre of possibilities], Scientific and Technical Literature Publ. House, Tomsk, Russia.
14. Kal'yanov, K.S. (1976), *Dinamika protsessov vetrovoy erozii pochvy* [Dynamics of wind erosion of soil], Nauka, Moscow, Russia.

15. Koshinsky, S.D. (ed.) (1982), *Klimat Tomsk* [The climate of Tomsk], Gidrometeoizdat, Leningrad, Russia.
16. Kukal, Z. (1987), *Skorost' geologicheskikh processov* [The speed of geological processes], Nikonova, K.I., in Leonov, Ju.G. (ed.), Mir, Moscow, Russia.
17. Evseeva, N.S. (ed.) (2012), *Landshafty bolot Tomskoj oblasti* [The landscape of bogs in the Tomsk region], Scientific and Technical Literature Publ. House, Tomsk, Russia.
18. Larionov, G.A. (1993), *Eroziya i deflyatsiya pochv: osnovnye zakonomernosti, kolichestvennaya ocenka* [Erosion and deflation of soils: the main regularities and quantitative estimation], Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia.
19. Golitsyn, G.S., Vasil'ev, A.A. (ed.) (2001), *Prirodnye opasnosti Rossii. Tom 5. Gidrometeorologicheskie opasnosti* [Natural hazards of Russia. Vol. 5. Hydro-meteorological hazards], Kruk, Moscow, Russia.
20. Johansen, B.G., Kinev, I.P. (ed.) (1974), "Rodnoj kraj" [Homeland], *Tomsk State University Journal*, Tomsk, Russia.
21. Rybina, N.P. and Slutsky, V.I. (2005), "The gustiness of wind near the city of Tomsk", *Materialy shestogo Sibirskogo soveshchaniya po klimato-ekologicheskomu monitoring* [Proceedings of the 6th Siberian meeting on climate-environmental monitoring], 14-16 September 2005, Tomsk, Russia, pp. 23–29.
22. Strokova, L.A. (1999), "The composition and properties of surface sediments of Tomsk Priobie", *Obzskoj vestnik* [The Ob Bulletin], no. 1-2, pp. 122–127.
23. Kharitononkov, M.A. (2013), "Small-leaved forests of the West Siberian plain: the history of formation", *Sovremennye kontseptsii i metody lesnoy ekologii* [Modern concepts and methods in forest ecology], *I Vserossiyskaya shkola-konferentsiya po lesnoy ekologii* [Proceedings of the 1st All-Russian school-conf. on forest ecology], 25-30 August 2013, Tomsk, Russia, pp. 169–176.
24. Chendev, Ju.G., Sauer, T.D., Gennadiev, A.N. Novykh, L.L., Petin, A.N., Petina, V.I., Zazdravnykh, E.A. and Burras, S.L (2015), "The accumulation of organic carbon in chernozems (mollisol) under field-protective forest plantations in Russia and the United States", *Pochvovedenie* [Eurasian Soil Science], no. 1, pp. 49–60.
25. Chichagov, V.P. (2004), "The ubiquity and uniqueness of eolian morphogenesis", *Problemy ustoychivogo razvitiya v sovremennoy geograficheskoy nauke i obrazovanii* [Problems of sustainable development in contemporary geographical science and education], *Vserossiyskaya molodezhnaya shkola-seminar* [All-Russian youth school-seminar], 20-22 April 2004, Tomsk, Russia, pp.29–40.
26. Lancaster, N. (2009), "Aeolian features and processes", in Young, R., Norby, L. (ed.), *Geological Monitoring*, Geological Society of America, Boulder, Colorado, USA, pp. 4–25.

Поступила в редакцию: 08.02.2016

Сведения об авторах

Евсеева Нина Степановна

доктор географических наук, профессор, заведующий кафедрой географии Национального исследовательского Томского государственного университета; Россия, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36; e-mail: geography@ggf.tsu.ru

Квасникова Зоя Николаевна

кандидат географических наук, доцент кафедры географии Национального исследовательского Томского государственного университета; Россия, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36; e-mail: zojkwas@rambler.ru

Батманова Антонина Сергеевна

аспирант 1 года обучения кафедры географии Национального исследовательского Томского государственного университета; Россия, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36; e-mail: Tonu6ka@yandex.ru

About the authors

Nina S. Evseyeva

Doctor of Geographical Sciences, Professor, Head of the Department of Geography, National Research Tomsk State University; 36, prospekt Lenina, Tomsk, 634050, Russia; e-mail: geography@ggf.tsu.ru

Zoia N. Kvasnikova

Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Department of Geography, National Research Tomsk State University; 36, prospekt Lenina, Tomsk, 634050, Russia; e-mail: zojkwas@rambler.ru

Antonina S. Batmanova

Postgraduate Student, Department of Geography, National Research Tomsk State University; 36, prospekt Lenina, Tomsk, 634050, Russia; e-mail: Tonu6ka@yandex.ru

Каширо Маргарита Александровна

кандидат географических наук, доцент кафедры географии Национального исследовательского Томского государственного университета; Россия, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36; e-mail: mkashiro@yandex.ru

Margarita A. Kashiro

Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Department of Geography, National Research Tomsk State University; 36, prospekt Lenina, Tomsk, 634050, Russia; e-mail: mkashiro@yandex.ru

Назаров Владислав Викторович

магистрант 1 года обучения кафедры почвоведения Национального исследовательского Томского государственного университета; Россия, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36; e-mail: vladislavdragos@gmail.com

Vladislav V. Nazarov

Master Student, Department of Soil Science and Soil Ecology, National Research Tomsk State University; 36, prospekt Lenina, Tomsk, 634050, Russia; e-mail: vladislavdragos@gmail.com

Мерзляков Олег Эдуардович

кандидат биологических наук, доцент кафедры почвоведения Национального исследовательского Томского государственного университета; Россия, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36; e-mail: molege@mail.ru

Oleg E. Merzlyakov

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Department of Soil Science and Soil Ecology, National Research Tomsk State University; 36, prospekt Lenina, Tomsk, 634050, Russia; e-mail: molege@mail.ru

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:

Евсеева Н.С., Квасникова З.Н., Каширо М.А., Батманова А.С., Назаров В.В., Мерзляков О.Э. Скорости седиментации эоловой пыли в лесополосах на пашне подтайги юго-востока Западно-Сибирской равнины // Географический вестник = Geographical bulletin. 2016. №3(38). С. 5–15. doi 10.17072/2079-7877-2016-3-5-15

Please cite this article in English as:

Evseyeva N.S., Kvasnikova Z.N., Kashiro M.A., Batmanova A.S., Nazarov V.V., Merzlyakov O.E. Sedimentation rate of aeolian dust in woodland belts on arable land of the sub-boreal forest in the southeast part of the West Siberian plain // Geographical bulletin. 2016. № 3(38). P. 5–15. doi 10.17072/2079-7877-2016-3-5-15

УДК 551.435.1

**Н.Н. Назаров¹, С.В. Копытов¹, А.В. Чернов²
К ВОПРОСУ О ВОЗРАСТЕ ПОЙМ ПРЕРЫВИСТО-ДИНАМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ
(НА ПРИМЕРЕ ВЕРХНЕЙ КАМЫ)¹**

¹ Пермский государственный национальный исследовательский университет, г. Пермь

² Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва

Изучение разрезов пойменных генераций верхней Камы позволило установить по особенностям расположения в них почв, торфа, пойменного, старичного и руслового аллювия возраст пойменных геосистем – время возникновения их инвариантного начала. Возраст геосистем может колебаться от первых сотен лет у второй и третьей генераций до 6 тыс. лет у четвертой и пятой, причем для древних генераций в зависимости от их современного расположения в речной долине (удаленности от русла) и принадлежности к той или иной пойменной зоне в период формирования разброс этих значений, по-видимому, может быть достаточно большим (сотни – тысячи лет). Причиной возникновения таких

© Назаров Н.Н., Копытов С.В., Чернов А.В., 2016

¹ Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ (№ 16-05-00356)

различий в пределах отдельной генерации может являться изменчивость относительных высот геоморфологических элементов поверхности, определяющая их попадание или, напротив, непопадание в зону затопления в период половодий, начиная с момента ее функционирования в качестве самостоятельной геоморфологической единицы пойменного массива.

Ключевые слова: пойма, геосистема, возраст геосистемы, пойменная генерация, голоцен, радиоуглеродный анализ, почва, седиментация, аллювий, русловая фация, *in situ*.

N.N. Nazarov¹, S.V. Kopytov¹, A.V. Chernov²

**ON THE AGE OF FLOODPLAINS OF DISCONTINUOUS AND DYNAMIC DEVELOPMENT
(A CASE STUDY OF THE UPPER KAMA)**

¹ Perm State University, Perm

² Lomonosov Moscow State University, Moscow

Study of the upper Kama's floodplain generation sections showed particular location of soils, peat, and floodplain, oxbow and channel alluviums. These features allow us to assess the age of floodplain geosystems (the occurrence time of their invariant beginning). The age of geosystems changes from the first hundreds years for the second and third generations to six thousand years for the fourth and fifth ones. The spread in age values for old generation geosystems can be large enough (hundreds or even thousands of years). The age of geosystems changes depending on the modern location in the river valley (distance from the channel) and belonging to different floodplain zones in the period of formation. Such differences can be caused by the variability of relative heights of surface geomorphologic elements, determining their getting or not getting into the flooding area during floods. It is characterized from the start of functioning as an independent geomorphological unit of a floodplain massif.

Key words: floodplain, geosystem, age of the geosystem, floodplain generation, Holocene, radiocarbon analysis, soil, sedimentation, alluvium, channel facies, *in situ*.

doi 10.17072/2079-7877-2016-3-15-27

Вопрос о возрасте пойм относится к сложным и пока еще не имеющим однозначного решения вопросам теории развития геосистем речных долин. Общеизвестный факт их преимущественно голоценового возраста, безусловно, не может полностью удовлетворить интерес исследователей и практиков к пространственно-временной дифференциации поверхностей пойменных террас, знания о которой являются «ключом» к научно обоснованному прогнозированию развития пойменных геосистем и речных долин в целом. Решение проблемы их возраста могло бы сыграть немаловажную роль и для понимания механизмов развития флювиального рельефа в различные периоды голоцена.

Известные сегодня примеры влияния внешних условий (смена климата, антропогенное освоение водоразделов и др.) на поймогенез, а также их изменчивость в ходе формирования речных долин [6; 16; 17] дают основания предположить, что в пределах «единой» поймы *зарождение* и *развитие* ее геосистем приходится на разные периоды голоцена. Перерыв во времени между образованием аккумулятивных тел, представляющих собой на начальном этапе лишь скопления минеральных частиц (наносов), и дальнейшее постепенное превращение их в сложные поликомпонентные природно-территориальные комплексы без установления точного времени окончания каждой из этих стадий обуславливают вопрос о возрасте пойм достаточно неопределенным.

Наличие возрастных различий между отдельными частями речных пойм косвенно выражается в существовании таких понятий, как *низкая* и *высокая* пойма, отражая тем самым процесс локализованного в пространстве роста поймы в высоту с разной скоростью и как следствие последовательного увеличения временного разрыва по возрасту отдельных частей (зон) поймы.

Примером пространственно-временной дифференциации пойменного массива в соответствии с активностью, продолжительностью и частотой воздействия на него водного потока является и выделение *прирусловой*, *центральной* и *притеррасной (тыловой)* пойменных зон [4]. Различия в мощности и скорости накопления наилка, наличии или отсутствии половодных форм пойменного рельефа в разных частях поймы по своей функциональной направленности являются регуляторами продолжительности моделировки пойменных геосистем во времени.

Наиболее четко признаки разновременности формирования пойменных геосистем прямо или косвенно используются в геоморфологических классификациях пойм. Так, в классификации Р.А.

Еленевского [5] упоминаются песчано-гравистые, ступенчато-гравистые, осередковые, болотные и некоторые другие поймы. Автор, возможно, интуитивно (на тот период еще не существовало четких представлений о генезисе поймы в результате руслоформирующей деятельности реки) вычленил некоторое подобие ряда стадий формирования речных пойм. В классификации Е.В. Шанцера [24] выделены две большие группы пойм: сегментные поймы меандрирующих рек и обвалованные поймы слабоизвилистых рек вместе с переходным типом параллельно-гравистых рек с прямолинейными руслами. Классификация построена на законе прогрессивного ослабления аккумуляции на пойме по мере удаления от русла реки. Решение проблемы отражения в классификации связи рельефа пойм с динамикой русла И.В. Попов [19] реализовал путем дополнения типизации Р.А. Еленевского генетическим «русовым» содержанием, в результате чего были выделены группы современных и унаследованных пойм.

Попытка увязать геоморфологическую классификацию пойм со временем формирования и направленностью развития пойменных массивов была предпринята И.Б. Петровым [18]. На примере Обь-Иртышской поймы им была проведена типизация по геоморфологическому признаку (морфодинамическому типу русла), возрасту пойменных массивов, структуре первичного рельефа и конфигурации пойменного массива.

Генетическая классификация, в основе признаков которой, так или иначе, лежит происхождение различных форм и элементов рельефа пойм, была предложена А.В. Черновым и Р.С. Чаловым [20; 22]. В ней сделан акцент на генетическое единство русел и пойм, декларируется роль русловых процессов как важнейшего фактора поймообразования. Не рассматривая всю достаточно сложную структуру данной классификации, отметим, что в одном из ее блоков, на которых аккумулятивное влияние потока половодья достаточно велико, поймы разделены по особенностям расположения пойменных зон относительно их русел. Узким фрагментарным поймам врезанных рек и относительно узким поймам в ящикообразных долинах свойственно устойчивое положение пойменных зон относительно почти не меняющего своего положения русла. В отдельный вид выделяются поймы извилистых и разветвлено-извилистых широкопойменных рек *с постоянно меняющимся в ходе русловых деформаций расположением пойменных зон*, в конечном итоге не связанным напрямую с современным руслом. В другом блоке авторы классификации учли влияние на морфологию речных пойм вертикальных русловых деформаций. У широкопойменных рек выделены поймы врезавшихся, аккумулярующих наносы, и поймы рек с *периодической* сменой врезания аккумуляцией наносов [21]. На врезавшихся реках образуются ступенчатые поймы, на аккумулярующих наносы – одноярусные (при незначительных темпах аккумуляции наилка) и обвалованные (при повышенных темпах аккумуляции). При периодической смене врезания аккумуляцией из бывших первых надпойменных террас формируются наложенные поймы.

В настоящее время среди геоморфологов сложилось некоторое понимание о разновременности формирования *пойменных генераций* (ПГ). Основными признаками, используемыми при их выделении, определены морфологические и морфометрические особенности элементов микрорельефа (грав, ложбин, старичных понижений и др.), а также ситуационный рисунок расположения систем флювиальных форм между собой (при контактировании двух или нескольких пойменных сегментов более молодыми являются те, чьи гривы, ложбины или старицы секут элементы первичного рельефа соседнего сегмента) [12; 23; 26].

Как правило, установление возраста ПГ осуществляется с применением палеогеографических методов, включающих радиоуглеродный, палинологический, карпологический и исторический (археологический) анализы [8] с различной степенью их комплексирования между собой. Диапазон временных дат формирования ПГ в долинах средних и крупных рек составляет от первых сотен лет до 8–10 тысяч лет. В большинстве случаев органический материал для определения абсолютного возраста пойменных отложений исследователями обычно отбирается из слоев торфа или ила, выполняющих межгравные понижения и старичные ложбины. Отбор проб для определения возраста ПГ с помощью радиоуглеродного анализа, как правило, осуществляется из самых низких частей слоя органогенных отложений в разрезах поймы – по возможности максимально близко расположенных к русловой фации.

Особое место и роль в вопросах о возрасте ландшафта, а также времени, с которого возникает их инвариантное начало, безусловно, занимают почвы. По мнению почвоведов и ландшафтоведов, почва является одним из важнейших индикаторов возраста геосистем вообще и пойменных геосистем в частности. Принято считать, что возраст разных типов пойм соответствует возрасту дневной почвы или при ее отсутствии максимально близок возрасту самой верхней из погребенных почв. Наличие

сегодня множества примеров присутствия стратиграфически выдержанных уровней погребенных почв в различных регионах Земли свидетельствует о крупных региональных перерывах в формировании пойменных геосистем, в которых по мере формирования *новой* почвы происходит естественное «омоложение» возраста данного природно-территориального комплекса (или его части) относительно возраста лежащей ниже погребенной почвы или при ее отсутствии возраста минеральной основы (первичного аккумулятивного тела) ПГ.

Соответствие возраста пойм прерывисто-динамического развития возрасту дневной почвы или ее самому верхнему «этажу» в системе погребенных почв подтверждается уже установленными соотношениями скорости и продолжительности накопления аллювия (наилка) со скоростью и продолжительностью формирования почвы [2]. Исследователями определено, что при относительно близких по своим значениям мощностей почвенных горизонтов и слоев аллювия (наилка) продолжительность формирования первых в разы превышает эти же показатели для вторых, а скорость, напротив, уменьшается практически на порядок.

Важную роль для наиболее точного оценивания продолжительности «строительства» пойм и/или определения времени начала отсчета, с которого следует исчислять их возраст, могут играть результаты расчетов влияния скорости накопления пойменного аллювия на формирование почв. По данным изучения погребенных почв и поверхностных разновозрастных почв в пойме Москвы-реки [1], типичные пойменные аллювиальные почвы – дерновые слоистые (кумулятивные) развиваются при умеренных скоростях осадконакопления – 3–10 см/век; а при скоростях 1–3 см/век – хорошо развитые дерновые и луговые почвы. При скорости более 25 см/век почвообразование не успевает прорабатывать аллювий; при скорости 10–25 см/век формируется аллювий поймы со слабовыраженными признаками педогенеза. Из этого следует вывод о том, что минимальная возможная скорость накопления аллювия без заметных признаков почвообразования составляет 10 см/век, а максимальная длительность накопления слоя аллювия мощностью, например, 50 см не может быть более 500 лет. В случае формирования слоистого аллювия той же мощности, скорость накопления которого выше 25 см/век, предполагается, что интервалы времени седиментации могут быть еще короче – менее 200 лет [3].

Учитывая представленные выше результаты исследований почвоведов о взаимосвязи интенсивности накопления аллювия с почвообразованием, правомерно сделать заключение о возможности и целесообразности использования почвы в качестве одного из основных природных компонентов в идентификации *структурных элементов* поймы (фаций, урочищ, подурочищ). В этом случае процесс выявления и типизации пойменных почв и седиментов может стать ключевым методом для установления возраста пойменных геосистем.

Изучение возраста структурных элементов поймы на верхней Каме было проведено в 2013–2014 гг. на участке от с. Бондюг до устья р. Вишеры. Район исследований находится на восточной окраине Русской равнины в подзоне средней тайги [10]. Кама здесь – река с широкопойменной долиной, занятой двухсторонней (ближе к концу участка односторонней, чередующейся в шахматном порядке) поймой, представленной мозаикой гривистых сегментов, старичными ложбинами и старичными озерами. Современное русло не вполне соответствует рельефу поймы – оно преимущественно прямолинейное с отдельными (или парными) свободными или вынужденными излучинами. Ширина русла составляет 300–500 м, ширина поймы (с руслом) – 2,0–3,5 км в начале и середине участка и 1,5–1,7 км в его нижней части. Аллювий в русле и фации аллювия на пойме представлены в основном песком, в пойменных разрезах при вскрытии рекой стариц и ложбин встречаются слои торфа и иловых отложений.

В качестве территориальной операционной единицы для изучения пойменных геосистем использовались выделенные ранее ПГ [13]. Как будет показано ниже, данные морфологические части «единой» поймы в ландшафтном отношении представляют собой сложные урочища, набор фаций которых определяется литологическим, почвенным и растительным разнообразием повторяющихся в пространстве грив, межгривных понижений, старичных ложбин и озер.

Всего на верхней Каме выделено шесть ПГ [13; 14]. Относительный возраст каждой из ПГ определялся ее местом (номером) в ряду разновозрастных генераций – от самой молодой первой до более древних – второй, третьей, четвертой и т.д.

Анализ крупномасштабных топографических карт показал, что различия ПГ по их средней высоте относительно небольшие и если не брать в расчет формирующуюся в настоящее время ПГ¹, то они составляют всего 0,8 м. При этом разница между минимальными и максимальными значениями высотных отметок даже внутри одной ПГ в отдельных случаях может достигать 7–9 м. Причиной

такого большого разброса высот может быть особенность переформирования *пойменного массива* путем его перемещения вниз по течению реки. Ссылаясь на слова Н.Н. Жуковского, называвшего пойменные массивы «побочными высокого уровня», Н.И. Маккавеев [9] отмечал, что в каждом из таких массивов в верхней части преобладает размыв береговой линии, а в низовой – наращивание берега.

Самое высокое положение со средними отметками 6,3 м над меженным уровнем Камы занимают ПГ4 и ПГ6. Отметками в 5,8 м характеризуются ПГ2 и ПГ5. Минимальными значениями средней высоты своих поверхностей отличаются ПГ3 (5,5 м) и ПГ1 (3,8 м) [11]. В половодье уровни воды практически ежегодно продолжительностью от нескольких дней до трех недель превышают четырехметровые отметки высоты поймы. По данным наблюдений на гидропостах Гайны и Бондюг в последние десятилетия участились случаи достижения уровней на отметках 5 и даже 6 м. Если за весь период с 1936 по 1973 г. (37 лет) только 5 суток характеризовались превышением уровня 6 м, то только за последующие 11 лет эта отметка превышалась в течение 50 суток, т.е. процесс ее затопления был в 10 раз продолжительней.

Изучение почв, слоев торфа и аллювия, обнажающихся в береговых уступах ПГ верхней Камы, в сочетании с другими исследованиями по характеристике пойменных геосистем, включая результаты радиоуглеродного анализа, позволили определить возраст образования их инвариантного начала. В качестве примеров рассмотрим некоторые из разрезов ПГ, где временные рубежи *современного* функционирования геосистемы фиксируются особенностями формирования почв и/или седиментов – скоростью и продолжительностью накопления (рис. 1).

Опорный разрез «Кольчуг-1» по своему местоположению соответствует эрозионному уступу ПГ2.



Рис. 1. Местоположение разрезов

Разрезы: 1 – Кольчуг-1; 2 – Печинки; 3 – Мелехина; 4 – Абог

Верхняя часть разреза, начиная с бровки уступа и до глубины 2 м, представлена песчаным наилком (1,1 м), ниже переходящим в толщу из слоев песка, и пятью четко выраженными дерновыми горизонтами почв (по 10–15 см). Нижняя часть разреза до уровня воды сложена русловой фацией – переслаивающимися песками и алевритами прирусловой отмели и стречневыми песками. Время формирования минеральной основы ПГ по данным радиоуглеродного анализа древесного фрагмента, обнаруженного *in situ* в верхней части русловой фации, – 1423 ± 35 л.н. (СПб-1011) (рис. 2).

Для определения времени формирования самого верхнего почвенного горизонта, с которого можно отсчитывать период возникновения инвариантного урочища, в качестве расчетной величины была использована скорость седиментации дерновых слоистых почв – 3–10 см/век (для вычислений выбрано среднее значение – 6 см/век). При суммарной величине всех почвенных горизонтов примерно в 60 см

получается, что время, затраченное на их формирование, составляет примерно 1000 лет. Поскольку время окончания накопления минеральной основы ПГ немногим менее 1400 л.н., можно предположить, что период функционирования современной геосистемы в качестве инварианта составляет не более 400 лет. Некоторая неопределенность в оценке «не более» объясняется очень высокими скоростями накопления наила, установленными на других опорных разрезах ПГ2. Например, мощность пойменного аллювия, расположенного выше погребенных под ним деревьев, возраст которых по данным радиоуглеродного анализа определен как «современный» (примерно 60-е гг. прошлого века) (СПб-992, СПб-993), составила 1,0 и 1,5 м, что соответствует скоростям соответственно 200 см/век и 300 см/век.

Особенности формирования ПГЗ хорошо видны в обнажении старичной ложбины (опорный разрез «Абог»), выполненной отложениями старичной и пойменной фаций (рис. 3).

В правой части снимка хорошо опознается фрагмент русловой фации, погружающийся под урез реки. Выше русловых песков располагается слой красно-коричневого алеврита, представляющего, по-видимому, древний наилок, который сформировался сразу же после образования минеральной основы ПГ. Заполнение ложбины, на первом этапе относительно неширокий и неглубокий водоем, сначала осуществлялось только илами, позднее – илами с плавником из древесной и кустарниковой растительности. Судя по датам радиоуглеродного анализа древесины из разных слоев этих отложений (785 ± 80 л.н. – СПб-1009 и 1277 ± 35 л.н. – СПб-1699), процесс ее первичного заполнения продолжался немногим более пятисот лет (по времени совпадает со средневековым климатическим оптимумом) и закончился в XIII–XIV вв. с наступлением малого ледникового периода (МЛП).

Современный наилок, представленный чередованием песчано-алевритовых слоев без признаков почвообразования, окончательно заполняет ложбину, тем самым упрощая геосистемное строение поверхности ПГЗ по сравнению с периодом существования здесь старицы. Мощность его колеблется от 0,6 м (вне пределов бывших ложбин) до 2,0 м (в бывших понижениях рельефа). Принимая во внимание скорости накопления пойменного аллювия «без заметных признаков почвообразования» 10–25 см/век, можно рассчитать примерное время накопления наилка и, соответственно, определить примерный возраст пойменной геосистемы в пределах ПГЗ на данном участке камской поймы. Используя для расчета мощность наилка в 0,6 м – возраст пойменного урочища, сформировавшегося после исчезновения ложбины (в морфоструктурном отношении, по-видимому, ранее исполнявшую роль подурочища), с высокой степенью вероятности можно утверждать, что он не превышает 250 лет и поэтому может характеризоваться как *современный*.

Разрез поймы в пределах ПГ4 (опорный разрез «Мелехина») вскрывает толщу отложений, выполняющих старичную ложбину (межгивное понижение?), на левом берегу Камы в 2 км ниже поселения Пянтег (рис. 4). В левой части снимка хорошо опознается четкий переход светло-желтых песков русловой фации в красно-коричневые осадки алевритовой толщи, постепенно замещающиеся в направлении наиболее глубокой части старицы илами темной окраски. Выше алевритово-иловых отложений располагается полуметровый слой слаборазложившегося торфа с включениями древесных остатков.

Торфяная линза выклинивается в направлении краевых частей ложбины, не выходя на дневную поверхность. Частицы древесины, отобранные на радиоуглеродный анализ (СПб-1008) из торфяных отложений, фиксируют возраст данного слоя старичной фации, как сформировавшегося 2435 ± 100 л.н. В центральной части ложбины слой торфа перекрывается песчаным наилком, выше переходящим в слоистые отложения (седименты) с признаками почвообразования. Применив для расчета продолжительности формирования наилка значения скорости осадконакопления 10–25 см/век, мы получаем время возникновения инвариантного начала данного урочища порядка 2 тыс. лет назад.

Определение местоположения опорного разреза «Печинки» в качестве одного из примеров формирования пойменного урочища в пределах ПГ5 обусловлено довольно редким для данной практики выбором места взятия пробы на радиоуглеродный анализ. Все известные факты отбора таких проб из пойменных отложений [6; 8; 23; 26] обычно связаны с получением материала из старичных и пойменных фаций – носителей органического вещества (торф, оторфованные илы, погребенные почвы и др.). Как правило, это бывают отложения, заполняющие понижения рельефа (ложбины, староречья и др.), сформировавшегося на поверхности русловых фаций в результате эрозионных, мерзлотных, карстовых и некоторых других экзогенных процессов. В случае с опорным разрезом «Печинки» проба была отобрана непосредственно из русловой фации. В результате зачистки эрозионного уступа удалось обнаружить древесный фрагмент *in situ* в средней части минерального основания ПГ5 (рис. 5). Располагался он в 2 м выше контакта стрежневой (песчаной) фации (нижний «этаж» ПГ) с алевритово-песчаной толщей фации прирусловой отмели, перекрытой полуметровым слоем косослоистых песков и почвой мощностью 0,1–0,2 м. Возраст обнаруженной «палочки» по данным радиоуглеродных исследований составил 6676 ± 80 л.н. (СПб-1005).

С учетом скорости формирования почв (3 см/век) и скорости накопления пойменного аллювия «без заметных признаков почвообразования» (10–25 см/век), выбранных нами для установления времени развития ПГ5 как поликомпонентной геосистемы, омоложение возраста последней относительно возраста радиоуглеродной датировки составило 700 лет. Исходя из принятых для расчета параметров возраст пойменного урочища, сформировавшегося в пределах ПГ5 в этой части камской долины, по нашим расчетам составляет около 6 тыс. лет.



Рис. 2. Опорный разрез «Кольчуг-1»

Литолого-фациальное строение: 1 – песчаная толща пристрежневой фации руслового аллювия; 2 – песок фации прирусловой отмели; 3 – серия дерновых горизонтов погребенных почв; 4 – наилок пойменной фации; 5 – местоположение отбора образца на радиоуглеродный анализ (древесина)

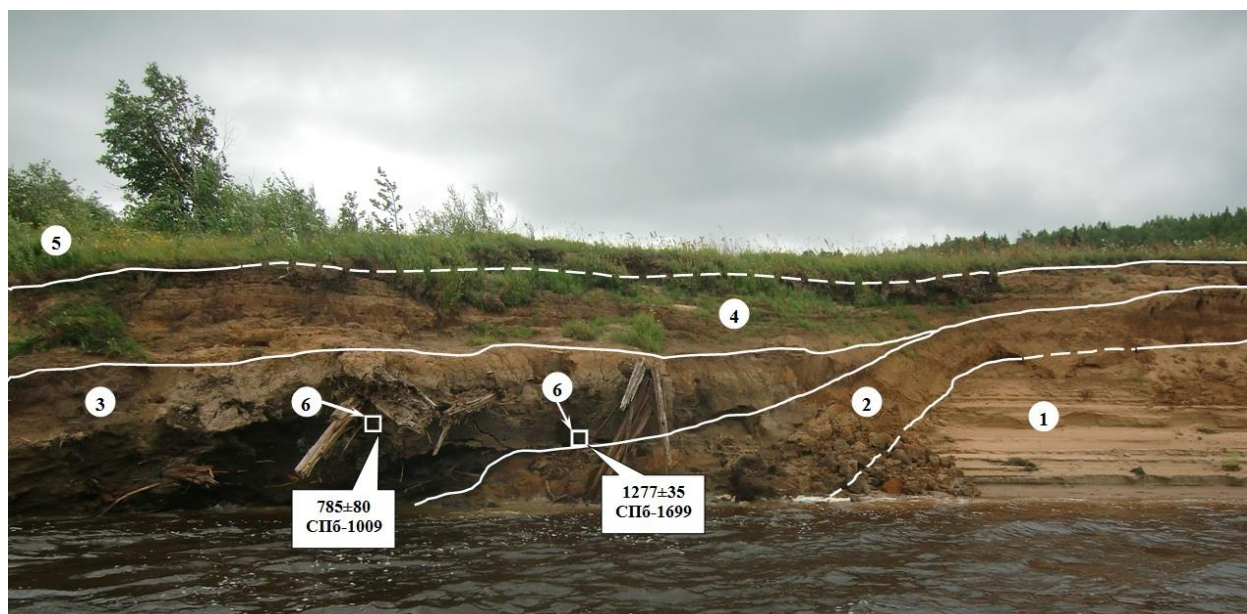


Рис. 3. Опорный разрез «Абог»

Литолого-фациальное строение: 1 – песчаная толща пристрежневой фации руслового аллювия; 2 – песок фации прирусловой отмели (слабопроточного рукава); 3 – ил старичной фации; 4 – наилок пойменной фации; 5 – дернина; 6 – местоположение отбора образца на радиоуглеродный анализ (древесина)

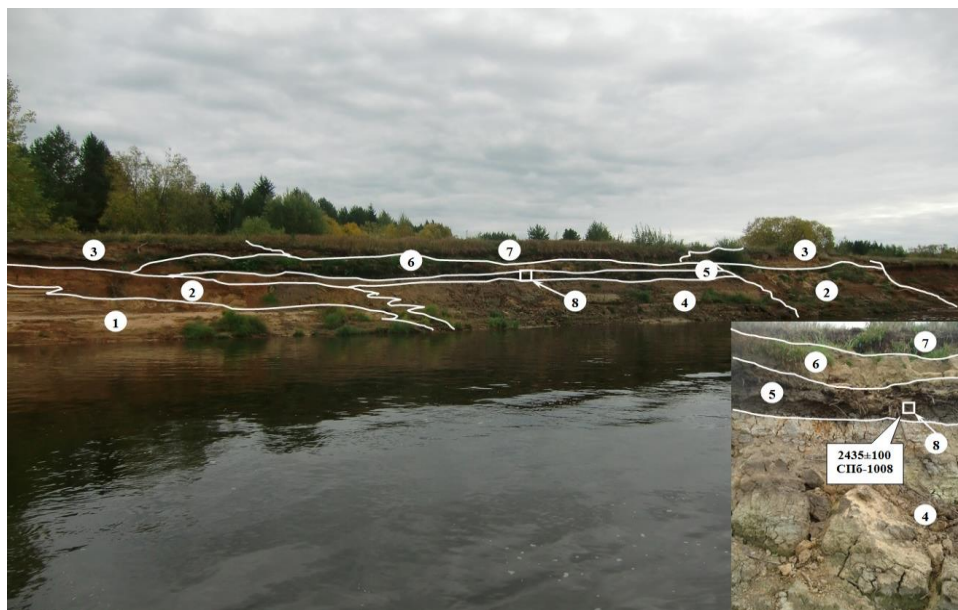


Рис. 4. Опорный разрез «Мелехина»

Литолого-фациальное строение: 1 – песчаная толща пристрежневой фации руслового аллювия; 2 – песчано-алевритистая толща фации прирусловой отмели; 3 – наилок пойменной фации (в верхней части подвергался почвообразованию); 4 – ил старичной фации; 5 – торф с полуразложившимися древесными остатками; 6 – песок (al+eol?); 7 – дерновые слоистые почвы (седименты с признаками почвообразования); 8 – местоположение отбора образца на радиоуглеродный анализ (древесина)



Рис. 5. Опорный разрез «Печинки»

Литолого-фациальное строение: 1 – песчаная толща пристрежневой фации руслового аллювия; 2 – песчано-алевритистая толща фации прирусловой отмели; 3 – золотые пески (перевеянный аллювий); 4 – местоположение отбора образца на радиоуглеродный анализ (древесина)

В 20 м от опорного разреза выше по течению была получена еще одна проба на радиоуглеродный анализ. Боковой эрозией в пойменном массиве была вскрыта V-образная древняя эрозионная форма (долина ручья, овраг) шириной в своей верхней части около 7–8 м. Днище вреза находилось на уровне стрежневой (песчаной) фации и было заполнено мелким песком серо-сизой окраски, в котором *in situ* обнаружен крупный фрагмент дерева (рис. 6). Выше по разрезу эрозионная форма была выполнена переувлажненным песком и алевритом, что послужило причиной локального оплывания здесь берегового уступа. Возраст древесины определен как 2543 ± 80 л.н. (СПб-1004).



Рис. 6. Опорный разрез «Печинки». Остатки древесины в днище эрозионного вреза

Сравнительный анализ возраста отложений из русловых и старичных фаций показал, что полученные в конце 2015 г. три датировки органических остатков из минеральных толщ ПГ4, ПГ5 и ПГ6 характеризуются довольно значительным удревнением относительно возраста проб из старичных отложений этих же генераций.

Подводя промежуточный итог изучению возраста пойменных геосистем*, разделяющих пойму – «единую геоморфологическую поверхность» на структурные элементы – урочища (подурочища), следует отметить имеющиеся различия между возрастом геосистем и возрастом ПГ,

устанавливаемым, как правило, отталкиваясь от самых древних дат формирования аккумулятивного тела. При детальном исследовании пойменных разрезов выяснилось, что во многих случаях чередование динамических фаз аллювиальной аккумуляции (в первую очередь перстративной и констративной) в среднем и позднем голоцене приводит к существенному омоложению пойменных геосистем относительно возраста пойменных генераций. Особенно это отличает самые древние из генераций, у которых самые низкие уровни поверхности могли неоднократно подвергаться сначала занесению наилом, а затем формированию на них почвенных и торфяных горизонтов, причем процесс почвообразования мог неоднократно прерываться новым циклом аккумуляции наносов.

Вопросом, который неожиданно возник перед авторами после получения результатов радиоуглеродного анализа органических остатков из руслового аллювия ПГ4 ПГ5, ПГ6, явилось увеличение возраста минерального основания этих генераций относительно возраста, установленного для этих же генераций на камской пойме ниже впадения р. Вишеры (район д. Чашкино) [8]. Для проб из четвертой и пятой генераций удревнение возраста составило соответственно около 200 и 1500 лет, шестой – более 2 тыс. лет. Причиной такого несовпадения периодов повышенной активности русловых процессов в долинах верхней Камы и Вишеры, по всей видимости, могут являться различия в характере (продолжительности, активности и т. д.) развития русловых процессов в бассейне типичной равнинной реки (Камы) и в бассейне предгорной (Вишеры). Косвенно на это указывает сохранившаяся до настоящего времени высокая степень меандрированности нижних течений Вишеры и ее крупнейших притоков Колвы и Язьвы. Другой причиной увеличения возраста ПГ ниже устья Вишеры могут стать различия в местоположениях отбора проб в разрезах пойменных отложений – над минеральной основой генерации (обычно из старичной фации в районе Чашкино) и из русловой фации (выше устья Вишеры).

Выявление локальных особенностей развития ландшафтогенеза в пределах пойм, имеющих длительную историю своего развития, показало, что поиск объяснений пространственной дифференциации возраста пойменных геосистем верхней Камы и, как правило, его несоответствия возрасту пойменных генераций, равно как и понимания причин рассогласованного развития русловых процессов у двух самых крупных рек Пермского края, по-видимому, может не состояться без изучения вопроса о наличии связи между голоценовыми изменениями речных русел и внутри- и межбассейновыми перестройками флювиальных систем в позднем плейстоцене [7; 15; 25]. Вполне возможно, что фиксируемые в течение всего голоцена масштабные и практически одномоментные перестройки русла Камы в границах современной долины не только являются следствием изменений

* В настоящее время еще несколько проб третьей – шестой генераций находятся в стадии подготовки к проведению радиоуглеродного анализа

климата в последние тысячелетия, но и обусловлены геолого-геоморфологическими особенностями строения речной долины на разных ее участках.

Таким образом, изучение разрезов пойменных генераций верхней Камы позволило по особенностям расположения в них почв, торфа, пойменного, старичного и руслового аллювия установить возраст пойменных геосистем – время возникновения их инвариантного начала. Возраст геосистем может колебаться от первых сотен лет у ПГ2, ПГ3 до 6 тыс. лет у ПГ4, ПГ5, причем для древних генераций в зависимости от их современного расположения в речной долине (удаленности от русла) и принадлежности к той или иной пойменной зоне в период формирования разброс этих значений, по-видимому, может быть достаточно большим (сотни – тысячи лет). Причиной возникновения таких различий в пределах отдельной генерации может являться достаточно ощутимая изменчивость относительных высот геоморфологических элементов поверхности, определяющая их попадание или, напротив, непопадание в зону затопления в период половодий, начиная с момента ее функционирования в качестве самостоятельной геоморфологической единицы пойменного массива.

Библиографический список

1. Александровский А.Л. Этапы и скорости развития почв в поймах рек Русской равнины // Почвоведение. 2004. № 11. С. 1285–1295.
2. Александровский А.Л., Гласко М.П. Взаимодействие аллювиальных и почвообразовательных процессов на разных этапах формирования пойм равнинных рек в голоцене (на примере рек центральной части Восточно-Европейской равнины) // Геоморфология. 2014. № 4. С. 3–17.
3. Александровский А.Л., Кренке Н.А., Низовцев В.А. и др. Предварительные результаты изучения погребенных почв и археологических памятников в пойме Москвы-реки // Звенигородская земля. Звенигород: Изд-во Звенигородского музея, 2001. С. 99–116.
4. Вильямс В.Р. Почвоведение. Земледелие с основами почвоведения. М.: Сельхозгиз, 1949. 448 с.
5. Еленевский Р.А. Вопросы изучения и освоения пойм. М.: Сельхозиздат, 1936. 100 с.
6. Зарецкая Н.Е., Панин А.В., Голубева Ю.В., Чернов А.В. Седиментационные обстановки и геохронология перехода от позднего плейстоцена к голоцену в долине р. Вычегда // Доклады Академии наук. 2014. Т. 455. №1. С. 52–57.
7. Лавров А.С., Потапенко Л.М. Неоплейстоцен Печерской низменности и Западного Притиманья (стратиграфия, палеогеография, хронология). М.: Можайский полиграфический комбинат, 2012. 191 с.
8. Лычагина Е.Л., Чернов А.В., Зарецкая Н.Е., Лаптева Е.Г., Трофимова С.С. Чашкинское озеро и древний человек в голоцене // Неолитические культуры восточной Европы: хронология, палеоэкология, традиции: мат. межд. науч. конф. СПб.: Изд-во ИИМК РАН, 2015. С. 183–188.
9. Маккавеев Н.И. Руслевой режим рек и трассирование прорезей: переизд. кн./ Моск. ун-т. М., 2013. 179 с.
10. Назаров Н.Н. Классификация ландшафтов Пермской области // Вопросы физической географии и геоэкологии Урала. Пермь: Изд-во Перм. гос. ун-та, 1996. С. 4–10.
11. Назаров Н.Н., Копытов С.В. Оценка морфометрических параметров рельефа поймы для выделения ее разновозрастных генераций (на примере верхней Камы) // Геоморфология. 2015. № 4. С. 79–85.
12. Назаров Н.Н., Копытов С.В., Чернов А.В. Пойменные генерации как объекты геоморфологической дифференциации долин широкопойменных рек (на примере верхней Камы) // Вестник Удмуртского университета. Серия Биология. Науки о Земле. 2015. Т. 25. Вып. 3. С. 108–114.
13. Назаров Н.Н., Копытов С.В., Чернов А.В. Пространственно-временные особенности формирования разновозрастных генераций поймы верхней Камы // Географический вестник. 2014. № 4. С. 4–7.
14. Назаров Н.Н., Чернов А.В., Зарецкая Н.Е., Копытов С.В. Эволюция пойменно-руслевых комплексов верхней Камы и Вишеры и их освоение человеком в позднеледниковье и голоцене // Геоморфологические ресурсы и геоморфологическая безопасность: от теории к практике: мат. всерос. конф. «VII Щукинские чтения». М.: МАКС Пресс, 2015. С. 476–479.
15. Назаров Н.Н., Чернов А.В., Копытов С.В. Перестройки речной сети Северного Предуралья в позднем плейстоцене и голоцене // Географический вестник. 2015. № 3. С. 26–34.

16. Панин А.В. Флювиальное рельефообразование на равнинах умеренного пояса Евразии в позднем плейстоцене – голоцене: автореф. дис. ... докт. геогр. наук. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2015. 46 с.
17. Панин А.В., Сидорчук А.Ю. Макроизлучины («большие меандры»): проблемы происхождения и интерпретации // Вестник Московского университета. Сер. 5. География. 2006. № 6. С. 14–22.
18. Петров И.Б. Обь-Иртышская пойма. Новосибирск: Наука, 1979. 136 с.
19. Попов И.В. Деформации речных русел и гидротехническое строительство. Л.: Гидрометеиздат, 1969. 362 с.
20. Чалов Р.С., Чернов А.В. Геоморфологическая классификация пойм равнинных рек // Геоморфология. 1985. № 3. С. 3–11.
21. Чернов А.В. География и геоэкологическое состояние русел и пойм рек Северной Евразии. М.: Корона, 2009. 684 с.
22. Чернов А.В. Геоморфология пойм равнинных рек. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1983. 198 с.
23. Чернов А.В., Зарецкая Н.Е., Карманов В.Н., Панин А.В. История развития средней Вычегды в позднеледниковье и голоцене // Древние и современные долины и реки: история формирования, эрозионные и русловые процессы. Волгоград: Перемена, 2010. С. 181–190.
24. Шанцер Е.В. Аллювий равнинных рек умеренного пояса и его значение для познания закономерностей строения и формирования аллювиальных свит // Тр. Геол. ин-та АН СССР. Сер. геол., 1951. Вып. 135. 275 с.
25. Grosswald M.G. Late Weichselian Ice Sheets of Northern Eurasia // Quaternary Research. 1980. Vol. 13. P. 1–32.
26. Karmanov V.N., Zaretskaya N.E., Panin A.V., Chernov A.V. Reconstruction of local environments of ancient population in a changeable river valley landscape (the middle Vichегда river, Northern Russia) // Geochronometria. 2011. Vol. 38. № 2. P. 128–137.

References

1. Alexandrovsky, A.L. (2004), “Phases and rates of soil evolution within river floodplains in the center of the Russian plain”, *Eurasian Soil Science*, vol. 37, no. 11, pp. 1137–1146.
2. Glasko, M.P., Alexandrovsky, A.L. (2014), “Interaction of alluvial and soil formation processes at different stages of the flood plains development during the Holocene (a case study of the rivers of the central part of the East European plain)”, *Geomorfologiya (Geomorphology RAS)*, no. 4, pp. 3–16.
3. Aleksandrovskiy, A.L., Krenke, N.A., Nizovtsev, V.A. et al. (2001), “Predvaritel'nye rezul'taty izucheniya pogrebennykh pochv i arheologicheskikh pamyatnikov v poyme Moskvyy-reki” [Preliminary results of the study of buried soils and archaeological sites in floodplain of the Moscow river], *Zvenigorodskaya zemlja* [Zvenigorod land], Zvenigorod museum, Zvenigorod, Russia, pp. 99–116.
4. Williams, V.R. (1949), *Pochvovedenie. Zemledelie s osnovami pochvovedeniya* [Soil science. Agriculture with the basics of soil science], Sel'khozgiz, Moscow, Russia, 448 p.
5. Elenevsky, R.A. (1936), *Voprosy izucheniya i osvoeniya poym* [Issues of the study and reclamation of floodplains], Sel'khozizdat, Moscow, Russia, 100 p.
6. Zaretskaya, N.E., Panin, A.V., Chernov, A.V., Golubeva, Yu.V. (2014), “Sedimentation settings and geochronology of transition of the late Pleistocene to Holocene in the Vychегда river valley”, *Proceedings of the Russian Academy of Sciences*, Vol. 455, No. 1, pp. 223–228.
7. Lavrov, A.S., Potapenko, L.M. (2012), *Neopleystotsen Pecherskoy nizmennosti i Zapadnogo Pritiman'ja (stratigrafija, paleogeografija, khronologija)* [Neo Pleistocene of the Pechora lowland and West Timan region (stratigraphy, paleogeography, chronology)], Mozhajskiy poligraficheskij kombinat, Moscow, Russia, 191 p.
8. Lychagina, E.L., Chernov, A.V., Zaretskaya, N.E., Lapteva, E.G., Trofimova, S.S (2015), “Chashkinskoe ozero i drevniy chelovek v golotsene” [Chashkinskoe lake and the ancient man in the Holocene], *Neolithic cultures of Eastern Europe: chronology, paleoecology and cultural traditions*, Institute for History of Material Culture of Russian Academy of Sciences, Saint Petersburg, Russia, pp. 183–188.
9. Makkaveev, N.I. (2013), *Ruslovoy rezhim rek i trassirovanie prorezey. Pereizdanie knigi 1949 g.* [Rivers' channel regime and tracing slots. Reprint of 1949], Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia, 179 p.

10. Nazarov, N.N. (1996), "Klassifikatsiya landshaftov Permskoy oblasti" [Landscape classification of the Perm region], *Issues of physical geography and geoecology of the Urals*, Perm State University, Perm, Russia, pp. 4–10.
11. Nazarov, N.N., Kopytov, S.V. (2015), "Evaluation of the morphometric parameters of the floodplain for distinguishing its different-age generations (a case study of the Upper Kama)", *Geomorfologiya (Geomorphology RAS)*, no. 4, pp. 79–85.
12. Nazarov, N.N., Kopytov, S.V., Chernov, A.V. (2015), "Floodplain generations as objects of geomorphologic differentiation of broad floodplain rivers' valleys (a case study of the Upper Kama)", *Bulletin of Udmurt University. Biology and Earth Sciences*, Vol. 25, no. 3, pp. 108–114.
13. Nazarov, N.N., Kopytov, S.V., Chernov, A.V. (2014), "Spatiotemporal features of formation of different-age generations of the Upper Kama floodplain", *Gograficheskiy vestnik [Geophysical Bulletin]*, no. 4, pp. 4–7.
14. Nazarov, N.N., Chernov, A.V., Zaretskaya, N.E., Kopytov, S.V. (2015), "Evoljutsiya poymenno-ruslovykh kompleksov verkhney Kamy i Vishery i ikh osvoenie chelovekom v pozdnelednikov'e i golocene" [Evolution of floodplain-channel complexes of the Upper Kama and Vishera and their human exploration in the Late Glacial and Holocene], *Geomorphological resources and geomorphological safety: from theory to practice. VII Shchukin Conference*, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia, pp. 476–479.
15. Nazarov, N.N., Chernov, A.V., Kopytov, S.V. (2015), "Rearrangements of the river system of the northern Pre-Urals in the late Pleistocene and Holocene", *Gograficheskiy vestnik [Geophysical Bulletin]*, no. 3, pp. 26–34.
16. Panin, A.V. (2015), "Flyuvial'noe rel'efoobrazovanie na ravninakh umerennogo poyasa Evrazii v pozdnem pleystocene – golocene" [Fluvial relief formation in the plains of the temperate zone of Eurasia in the late Pleistocene and Holocene], Abstract of Dr. sc. diss., Geography, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia, 46 p.
17. Panin, A.V., Sidorchuk, A.Yu. (2006), "Macromeanders («barge meanders»): problems of origin and interpretation", *Moscow University Vestnik. Series 5. Geography*, no. 6, pp. 14–22.
18. Petrov, I.B. (1979), *Ob'-Irtyskaya poyma [Ob-Irtys floodplain]*, Nauka, Novosibirsk, Russia, 136 p.
19. Popov, I.V. (1965), *Deformatsii rechnykh rusel i gidrotehnicheskoe stroitel'stvo* (Deformation of river channels and hydraulic engineering), Gidrometeoizdat, Leningrad, Russia, 328 p.
20. Chalov, R.S., Chernov, A.V. (1985), "Geomorphologic classification of floodplains of lowland rivers", *Geomorfologiya (Geomorphology RAS)*, no. 3, pp. 3–11.
21. Chernov, A.V. (2009), *Geografiya i geoekologicheskoe sostoyanie rusel i poym rek Severnoy Evrazii* [Geography and geoecological condition of channels and floodplains of rivers in Northern Eurasia], Krona, Moscow, Russia, 684 p.
22. Chernov, A.V. (1983), "Geomorfologiya poym ravninnykh rek" [Geomorphology of floodplains of lowland rivers], Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia, 198 p.
23. Chernov, A.V., Zaretskaya, N.E., Karmanov, V.N., Panin, A.V. (2010), "Istoriya razvitiya sredney Vychegdy v pozdnelednikov'e i golotsene" [The history of the middle Vychegda development in the Lateglacial and Holocene], *Old and modern valleys and rivers: formation history, erosion and channel processes*, Peremena, Volgograd, Russia, pp. 181–190.
24. Schanzer, E.V. (1951), "Allyuviiy ravninnykh rek umerennogo poyasa i ego znachenie dlya poznaniya zakonomernostey stroeniya i formirovaniya allyuvial'nykh svit" [Alluvium of lowland's rivers in the temperate zone and its meaning for studying the patterns and laws of structure and formation of alluvial measures], *Proceedings of the Geological Institute of USSR Academy of Sciences. Geology series*, Vol. 135, 275 p.
25. Grosswald M.G. (1980), "Late Weichselian Ice Sheets of Northern Eurasia", *Quaternary Research*, Vol. 13, pp. 1–32.
26. Karmanov, V.N., Zaretskaya, N.E., Panin, A.V., Chernov, A.V. (2011), "Reconstruction of local environments of ancient population in the changeable river valley landscape (the middle Vichegda river, Northern Russia)", *Geochronometria*, Vol. 38, no 2, pp. 128–137.

Поступила в редакцию: 01.02.2016

Сведения об авторах**Назаров Николай Николаевич**

доктор географических наук, профессор,
заведующий кафедрой физической географии и
ландшафтной экологии Пермского
государственного национального
исследовательского университета;
Россия, 614990, Пермь, ул. Букирева, 15;
e-mail: nazarov@psu.ru

Копытов Сергей Владимирович

аспирант кафедры физической географии и
ландшафтной экологии Пермского
государственного национального
исследовательского университета;
Россия, 614990, Пермь, ул. Букирева, 15;
e-mail: kopytov@psu.ru

Чернов Алексей Владимирович

доктор географических наук, профессор,
ведущий научный сотрудник научно-
исследовательской лаборатории эрозии почв и
русловых процессов Московского
государственного университета им. М.В.
Ломоносова; Россия, 119991, Москва, Ленинские
горы, МГУ; e-mail: alexey.chernov@inbox.ru

About the authors**Nikolay N. Nazarov**

Doctor of Geographical Science, Professor, Head of
the Department of Physical Geography and
Landscape Ecology, Perm State University;
15, Bukireva st., Perm, 614990, Russia;
e-mail: nazarov@psu.ru

Sergey V. Kopytov

Postgraduate Student of Department of Physical
Geography and Landscape Ecology, Perm State
University;
15, Bukireva Str., Perm, 614990, Russia;
e-mail: kopytov@psu.ru

Alexey V. Chernov

Doctor of Geographical Sciences, Professor, Leading
Researcher at the Research Laboratory for Soil
Erosion and Channel Processes, Lomonosov
Moscow State University;
Leninskie Gory, MSU, Moscow, 119991, Russia;
e-mail: alexey.chernov@inbox.ru

Пробьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:

Назаров Н.Н., Копытов С.В., Чернов А.В. К вопросу о возрасте пойм прерывисто-динамического развития (на примере верхней Камы) // Географический вестник = Geographical bulletin. 2016. №3(38). С. 15–27. doi 10.17072/2079-7877-2016-3-15-27

Please cite this article in English as:

Nazarov N.N., Kopytov S.V., Chernov A.V. On the age of floodplains of discontinuous and dynamic development (a case study of the upper Kama) // Geographical bulletin. 2016. № 3(38). P. 15–27. doi 10.17072/2079-7877-2016-3-15-27

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ, СОЦИАЛЬНАЯ И ПОЛИТИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ

УДК 332.1

Е.Г. Анимитца, Н.Ю. Власова**ЭВОЛЮЦИЯ И ОСНОВНЫЕ СОСТАВЛЯЮЩИЕ ОБРАЗА УРАЛА***Уральский государственный экономический университет, г. Екатеринбург*

Формирование образа Урала, как одного из ключевых регионов страны, имеет длительную эволюцию. В настоящее время его определяют несколько концептуальных и смысловых блоков, связанных с экономико-географическим положением региона, наличием природных богатств и с этапами его экономического освоения. На основе метода ситуационного анализа изучается процесс формирования образа Уральского региона, выявляются основные, фундаментальные составляющие образа Урала. Формулируются проблемы, обусловленные тем, что образ Урала, в настоящее время представляющий собой стихийное и дискретное восприятие региона, постепенно распадается на отдельные образы субъектов РФ, входящих в Уральский федеральный округ. Многочисленность уральских образов вызывает необходимость их обобщения и интерпретации в контексте условий современного позиционирования и маркетинга территории. Задача сегодняшнего дня – используя маркетинговые технологии, интегрировать во многом взаимопересекающиеся образы в единый целостный и позитивный образ Урала.

Ключевые слова: образ региона, имидж региона, срединный регион, старопромышленный регион, Урал, маркетинг территории.

E.G. Animitsa, N.Yu. Vlasova**EVOLUTION AND MAIN COMPONENTS OF THE IMAGE OF THE URALS***Ural State University of Economics, Yekaterinburg*

The formation of the image of the Urals as one of the country's key regions has a long evolution and nowadays it is defined by several conceptual and semantic units related to the economic-geographical position of the region, availability of natural resources and stages of its economic development. Situational analysis has been applied to study the process of the Urals image formation. The fundamental components of the image of the Urals have been identified and the key problems have been formulated, these being connected with the fact that nowadays the Urals image is perceived erratically and discreetly as it is gradually falling into separate images of subjects of the Russian Federation constituting the Ural Federal district. The multiplicity of the Urals images creates the need for their generalization and interpretation in the context of the region's development strategy and regional marketing. The current task is integration of the overlapping images into a united holistic and positive image of the Urals with the use of marketing technologies.

Key words: image of the region, middle region, old-industrial region, Urals, marketing of the territory

doi 10.17072/2079-7877-2016-3-28-35

Усиливающаяся региональная конкуренция выдвинула на первый план дискуссии об имидже и образе региона, побудила к разработке и широкому использованию технологий маркетинга территории [3; 4; 6; 15; 17].

В дискуссиях о сущности понятий «имидж территории (региона)» и «образ территории» пока нет единого мнения. Но можно согласиться с утверждением, что образ (имидж) территории – это набор устойчивых ощущений и образных, эмоционально окрашенных представлений, которые возникают по поводу природно-климатических, исторических, культурных, этнографических, социально-экономических, политических и других особенностей данной территории [4; 24].

Важно подчеркнуть, что во многих исследованиях проводится четкая грань между образом территории и образом пространства. Понятие «образ территории» можно применить к практическим

аспектам создания имиджа (искусственного образа, формируемого целенаправленно) определенных территорий, а «образ пространства» – к историческому региону без четких границ, чей образ складывался на протяжении столетий [24].

Имидж и образ территории являются важным и значимым нематериальным активом, влияющим на экономическое развитие территории. Благоприятный имидж позволяет привлекать инвестиции и потоки туристов в регион, что в определенной степени влияет на положительное сальдо миграции.

Региональная идентичность, являющаяся основой самосознания населения региона [2; 16], предопределяет формирование регионального патриотизма, чувства малой родины, составляя важнейший элемент воспитания и образования молодежи начиная с дошкольного возраста [14].

Как верно отмечает А.И. Зырянов: «Возможности места связаны с его явными свойствами, а отсюда с понятиями “уникальность” и “типичность”. Географическая уникальность места всегда привлекает» [7].

Образ России интегрируется из образов важнейших макрорегионов и мегаполисов. Урал, Сибирь, Дальний Восток, Москва и Санкт-Петербург – вот те основные «кирпичики», которые формируют целостный, сложный и многоаспектный образ страны.

В связи с этим важно проследить, как складывается образ и имидж той или иной территории, изучить важнейшие элементы этого имиджа, что может стать основой для разработки соответствующей маркетинговой стратегии территории.

Для исследования многочисленных проблем, связанных с образом конкретного региона, важное значение приобретает метод ситуационного анализа, позволяющий пристально изучить отдельный реальный процесс, явление, объект в определенное время и в данном месте. Исследуемый объект рассматривается как уникальный, со своими собственными специфическими чертами и характеристиками, ибо он размещается (локализуется) только в данном конкретном пространстве и не может быть полностью воспроизведен, повторим на других территориях, в иных условиях.

Кроме того, метод ситуационного анализа позволяет определить, каким образом данный уникальный объект (процесс, явление) можно «вписать» в один ряд с другими аналогичными объектами, придавая ему и всем им в некотором смысле всеобщее значение.

Для установления образа региона важную роль играет хорологическая концепция (от древнегреческого – *χώρα* – место), уделяющая первостепенное влияние специфическим, неповторимым, уникальным чертам территории. Специфические образы пространства, которые репрезентируют конкретное место, конкретное поселение или иной регион, формируют региональную идентичность. Образы экономического пространства в определенных четко очерченных границах региона (в частности, в границах субъекта РФ) формируют системы устоявшихся взаимодействующих, взаимосвязанных и пересекающихся наиболее ярких, явно выраженных общественных, исторических, экономических, социально-культурных, политических, экономико-географических и иных явлений, событий, процессов, в результате которых в конкретном регионе аккумулируются наиболее характерные обобщающие черты и складываются ключевые представления об экономическом районе.

Образ экономического региона в качестве целостного образования в этом случае может вполне адекватно восприниматься как наиболее обобщающее объективное представление о нем в пределах определенной исторической эпохи и в рамках данной культуры и традиций.

Названия «Уральский регион», «Урал» издавна получили широкое распространение в нашей стране и во всем мире и прочно вошли в научный оборот. Однако образ данного региона прошел определенную эволюцию и каждый этап внес немалый вклад в сегодняшнее восприятие Урала как сложного, многокомпонентного и противоречивого явления.

Исторически образ Урала воспринимался в нескольких ключевых ипостасях. **Во-первых**, это путь на восток, но в то же время – место пересечения Европы и Азии, своеобразная граница-фронтир, отделяющая староосвоенную европейскую часть России от регионов пионерного освоения Сибири и Дальнего Востока. Выражение «перевалить за Камень» подчёркивает значение Урала как транзитного перевала. Урал выполняет важную географическую функцию, образуя условную границу двух частей света – Европы и Азии.

Один из основоположников евразийства историк и географ П.Н. Савицкий в 1928 г. писал: «...Урал вовсе не играет той определяющей и разделяющей роли, которую ему приписывала (и продолжает приписывать) географическая “вампика”. Урал, благодаря своим орографическим и геологическим особенностям, не только не разъединяет, а, наоборот, теснейшим образом связывает

“Доуральскую Зауральскую Россию”, лишней раз доказывая, что географически обе они в совокупности составляют один нераздельный континент Евразии» [21].

Уникальное положение Урала определяет его характеристику как исторического перекрестка и места встречи многих народов разных цивилизаций. Уралу, расположенному на стыке (границе) двух частей света — Европы и Азии, было суждено стать зоной этнокультурных контактов, перекрестком путей, взаимодействий в разных сферах материальной и духовной культуры, превратиться в своеобразный «плавильный котел» народов и культур.

А.В. Головин пишет, что на Урале сходятся «...как Запад с Востоком, так и Юг с Севером, образуя замысловатую “розу путей”». На таких территориях сочетаются и чередуются качества центр — периферия, метрополия — колония, перевал — очаг, превращая их в полигоны межкультурного взаимодействия и культурного обмена» [5].

И.В. Побережников подчеркивает, что история формирования Уральского региона, его населения и культуры неразрывно связана с миграционными процессами, освоением новых территорий, складыванием здесь многоэтнического по составу населения, с формированием единого историко-культурного ареала [18].

Этим определяются образы ворот и путей: Урал — ворота в Сибирь; Урал — рубеж между Европой и Азией. Не случайно один из девизов и брендов Екатеринбурга — одного из крупнейших городов Урала — город на границе Европы и Азии.

Во-вторых, Урал — это срединный регион, своеобразный скреп, хребет страны [1; 8; 9; 13; 23]. Целостность Урала обеспечивается единым географическим пространством. Урал словно шов, «стягивающий» к себе равнинные части страны. Центральное положение Уральского хребта обуславливает описание Урала в роли «стержня» государства, «хребта России» или «объединителя равнин». Эта «внутренность» отнюдь не гарантирует развитость. В.Л. Каганский говорит об Урале как о внутренней периферии, специфичность которой заключается в том, что она лежит внутри освоенной территории, окружена ею со всех сторон. Внешняя периферия характеризуется удаленностью от центра, внутренняя же периферия возникает внутри каждого большого контура транспортных магистралей [10]. Не случайно крупный телевизионный и литературный проект Л. Парфенова и А. Иванова получил название «Хребет России».

В-третьих, Урал — это регион с богатейшими и разнообразными минерально-сырьевыми ресурсами. Очевидная доминанта горной системы в организации географического пространства Урала повлияла на возникновение таких устойчивых образов, как «Горная страна», «Каменный пояс» или просто «Камень», «Уральские самоцветы». Уральский хребет, как позвоночник или ось, определяет природно-географические особенности региона. Устоявшиеся географические образы Урала связаны с образом богатых природных месторождений и гор — «кладовая России»; Седой Урал; Батюшка Урал; Уральские горы; Урал — Каменный пояс и др. [25]. Минерально-сырьевой комплекс Урала остается одним из важнейших конкурентных преимуществ Урала, составляет основу его экономического развития [29].

Вот как красноречиво описывалась многогранная роль Урала на одном из съездов уральских горнопромышленников: «Исторические заслуги Урала всем известны. В течение двухсот лет вся Россия пахала и жала, ковала, копала и рубила изделиями его заводов. Она носила на груди кресты из уральской меди, ездила на уральских осях, стреляла из ружей уральской стали, пекла блины на уральских сковородках, брэнчала уральскими пятаками в кармане. Урал удовлетворял потребности всего русского народа, изготовляя продукты применительно к его надобностям и вкусу. Он щедро расточал свои природные богатства, не гонясь за модой ...» [30].

В-четвертых, напрямую связанный и вытекающий из предыдущего образ Урала как индустриального региона, старопромышленного региона, имеющего длительную индустриальную историю, вправе называться горнозаводской цивилизацией. Урал рассматривается как сосредоточие передовых производств и высококвалифицированных кадров. Еще протоиндустриальная модернизация XVIII в. сопровождалась интенсивной диффузией технологического и организационного западноевропейского опыта, связанного с приглашением на Урал иностранных специалистов [18].

Многие ученые рассматривают Урал как горнозаводской тип или горнозаводскую цивилизацию, формирование которой связано с именами государственных деятелей В.Н. Татищева и В. де Геннина; промышленников Демидовых, Строгановых, Голицыных, Яковлевых, Баташевых и др.; целой плеяды великих русских металлургов и горных инженеров, среди которых: П.П. Аносов, Н.В. Воронцов, В.Е. Грум-Гржимайло, С.И. Бадаев, П.М. Обухов, К.П. Поленов, И.Ф. Макаров, Л.И.

Брусницын; талантливых первооткрывателей, выдающихся изобретателей, в их числе И.И. Ползунов, отец и сын Е.А. и М.Е. Черепановы, А.С. Попов, Н.Г. Славянов, И.Е. Сафонов, П.Н. Тиунов и др. [12].

Заметный след в формировании Уральской горнозаводской цивилизации внесли художественные творения А.К. Денисова-Уральского, А.И. Корзухина, уральских камнерезов и ювелиров; литературные произведения П.П. Бажова и Д.Н. Мамина-Сибиряка. Творчество П.П. Бажова наполнило географическое пространство художественными образами и мифологическими смыслами («малахитовая шкатулка», «горный мастер», «каменный цветок», «медной горы хозяйка» и др.), в результате чего территория перестала восприниматься только с позиций промышленной истории страны и сформировался геокультурный образ Урала.

Зарождение концепции горнозаводской цивилизации начинается с трудов В.П. Семенова-Тян-Шанского, который выделил горнозаводской тип территориального расселения, и П.С. Богословского, предложившего понятие «горнозаводская цивилизация» [8].

В начале XX в. В.П. Семенов-Тян-Шанский писал, что Урал занимает «почетное в экономике и культурном отношении место в Российской империи, которое Уралу предназначено по праву самой судьбой» [20].

Этот образ индустриального Урала был поддержан и логически продолжен социалистической индустриализацией. Урал как «Опорный край державы» и «Оборонный щит страны» был призван стать второй индустриальной и первой оборонной базой страны. На формирование индустриального, промышленного образа Урала оказало определяющее влияние массовое строительство крупнейших предприятий – Магнитогорского комбината, Уралмаша, Челябинского тракторного завода, Березниковского химкомбината, Краснокамского бумкомбината, Уралвагонзавода и др. Всего в 1930-е гг. на Урале было построено свыше 250 крупных промышленных объектов.

К середине XX в. Урал осмыслялся как «мощный сложный и разнообразный по своей структуре народнохозяйственный комплекс», «мощный индустриальный очаг страны», в котором широко были представлены шесть из восьми основных энергопроизводственных циклов, выделяемых Н.Н. Колосовским [13].

Формирование промышленного образа Урала стало «центром тяжести» в процессе исторического развития региона. Урал, как «горнозаводская цивилизация», становится мощным собирательным образом, в который включается обширная сеть смежных образов и смыслов.

Р.Ю. Федоров подчеркивает, что цивилизационный ландшафт может обладать разными структурными и территориальными масштабами, а пространство отдельно взятого государства может складываться из целого ряда региональных цивилизационных ландшафтов. В своих исследованиях он выделяет несколько типов цивилизаций: соледобывающую, пушную, нефтегазодобывающую и горнозаводскую. В отличие от «пушной цивилизации», наметившей линейный маршрут простираения России на Восток, горнозаводская цивилизация способствовала формированию внутренних опорных каркасов освоения, воплощавших организационно-коммуникативную структуру уже достаточно сложных производственно-поселенческих комплексов, послуживших основой для ряда более поздних волн индустриализации Урала [26].

Все это позволяет говорить о так называемой Уральской матрице, обладающей сложными качественными характеристиками и мифологическими образами.

Современный облик Урала остается индустриальным. Задача сегодняшнего дня – укрепить статус Урала как базы новой индустриализации российской экономики, сформировать мощную научно-технологическую основу, отвечающую мировым стандартам [19].

Дальнейший анализ дает возможность выявить еще несколько исторических событий, связанных с властью, которые наложили отпечаток на общее впечатление об Урале: убийство царской семьи и место рождения первого президента РФ Б.Н. Ельцина.

Современные границы Урала ассоциируются с политико-административным и административно-территориальным делением. Уральский федеральный округ составляют 6 субъектов РФ: Свердловская, Челябинская, Курганская, Тюменская области и два автономных округа: Ханты-Мансийский и Ямало-Ненецкий. Однако административные и экономические границы не всегда совпадают (Уральский экономический район включает 7 субъектов РФ: Пермский край, Свердловскую, Челябинскую, Курганскую и Оренбургскую области, а также две республики – Башкортостан и Удмуртию). В настоящее время образ Урала все больше связывается с Уральским федеральным округом, политика которого направлена на формирование регионального бренда. В качестве примера можно назвать проект «Хребет России», который включал в себя конкурс на лучшее название мультимедийного проекта (среди представленных вариантов – «Урал

самоцветный», «Кладовая России», «Урал: сюда стремится солнце Азии, Европа здесь встречает утро»), конкурс медиа-проектов «Бренд Урала» и конкурс СМИ «Бренды Уральского федерального округа» [22].

С каждым годом укрепляется имидж Урала как туристского края, имеющего разнообразные рекреационные ресурсы: красивые природные ландшафты Уральских гор и предгорий, горные реки, многочисленные озера, пещеры, архитектурные, исторические и культурные памятники и т.п. [28].

Одна из проблем заключается в том, что единый образ Урала постепенно распадается на отдельные осколки – образы субъектов РФ, входящих в Уральский федеральный округ (УрФО), представляя собой стихийное и дискретное восприятие региона, поскольку региональные власти озабочены формированием собственного имиджа [27]. В топ 25 самых цитируемых в средствах массовой информации губернаторов из УрФО вошли только губернатор Тюменской области В.В. Якушев (15-е место) и губернатор Свердловской области Е.В. Куйвашев (24-е место). Как справедливо отмечают К.В. Киселев и А.Ю. Щербаков, образ Урала редко присутствует в региональной идентичности уральских регионов [11].

Уральскому региону необходима согласованная и единая политика формирования нового имиджа, базирующаяся на тщательном изучении позитивных ассоциаций и смыслов, связанных с Уралом, ориентирующая на поступательное экономическое и социально-культурное развитие.

Образ Урала постоянно обогащался и трансформировался за всю свою многовековую историю. В начале XXI в. Урал снова находится в процессе трансформации образа и осознания своей идентичности. Урал в экономическом пространстве России может стать регионом «технологического прорыва» XXI в., основывающем свою деятельность на новых и новейших технологиях и производствах, на привлечении новых финансовых потоков, на новой региональной экономической политике, ориентированной на максимальное использование накопленного потенциала, на создание новых точек роста, применении новых идей, вокруг которых должна закипеть новая экономическая жизнь.

В целом можно констатировать, что многочисленность уральских образов порождает необходимость их обобщения и интерпретации в контексте условий современного позиционирования и маркетинга территории.

Библиографический список

1. Анимациа Е.Г. Города Среднего Урала: Прошлое, настоящее, будущее. Свердловск: Ср.-Ур. кн. изд-во, 1983. 288 с.
2. Анкаримова Е.Ю. Урал в XVIII – начале XX в.: поиски региональной идентичности // Уральский исторический вестник. 2007. №15. С. 56–66.
3. Важенина И.С. Имидж, репутация и бренд территории. Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2013. 408 с.
4. Визгалов Д.В. Маркетинг города. М.: Фонд «Институт экономики города», 2008. 144 с.
5. Головнев А.В. Этничность и идентичность на Урале // Уральский исторический вестник. 2011. №2(31). С. 40–49.
6. Грани имиджа региона. М.: Спутник +, 2015. 240 с.
7. Зырянов А.И. Формула места // Региональные исследования. 2013. №2(40). С. 20–24.
8. Иванов А.В. Горнозаводская цивилизация. М.: АСТ, 2014. 283 с.
9. Иофа Л.Е. Города Урала. М.: Географгиз, 1951. 421 с.
10. Каганский В.Л. Внутренний Урал // Отечественные записки. 2003. №3. С. 427–437. URL: <http://www.strana-oz.ru/2003/3/vnutrenniy-ural> (дата обращения: 05.04.2016).
11. Киселев К.В., Щербаков А.Ю. Урал: к вопросу об идентификационной динамике бренда // Вестник Пермского университета. Политология. 2013. №1. С. 138–150.
12. Козлов А.Г. Творцы науки и техники на Урале XVII – начале XX века. Свердловск: Сред.-Урал. кн. изд-во, 1981. 224 с.
13. Комар И.В. Урал. М.: АН СССР, 1959. С. 185.
14. Коротяева Е.В. Программа «Грани Урала»: формирование у дошкольников ценностного отношения к малой родине // Педагогическое образование в России. 2014. №3. С. 108–111.
15. Котлер Ф., Асплунд К., Рейн И., Хайдер Д. Маркетинг мест. СПб.: Стокгольмская школа экономики, 2005. 390 с.
16. Назукина М.В. Уральский макрорегион в системе территориальных идентичностей современной России // Изв. РАН. Сер. географ. 2015. №6. С. 37–47.

17. Панкрухин А.П. Маркетинг территорий. СПб.: Питер, 2010. 416 с.
18. Побережников И.В. Урал в контексте Евразийской цивилизации: становление образа // Уральский исторический вестник. 2009. №4(25). С. 23–31.
19. Романова О.А., Сиротин Д.В. Новый технологический облик Урала: экономический аспект // Вестник Забайкальского государственного университета. 2014. №7(110). С. 105–112.
20. Россия. Полное географическое описание нашего отечества. Т. V. Урал и Приуралье. СПб.: Издание А.Ф. Девриена, 1914. 669 с.
21. Савицкий П.Н. Географические и геополитические основы евразийства. URL: <http://gumilevica.kulichki.net/SPN/spn05.htm> (дата обращения: 01.04.2016).
22. Сайт Уральского федерального округа. URL: http://www.uralfo.ru/russian_ridge_proj_konkursname_itog.html (дата обращения: 05.03.2016).
23. Срединный регион: теория, методология, анализ / Е.Г. Анимица, А.А. Глумов, Е.Б. Дворядкина, Е.М. Кочкина, Н.В. Новикова. Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. экон. ун-та, 2009. 508 с.
24. Татаркин А.И., Сухих В.В., Важенин С.Г., Важенина И.С. Образ пространства как фактор экономического освоения Полярного Урала в XVI– начале XX в. // Пространственная экономика. 2010. №4. С. 71 – 81.
25. Тюленева Н.И. К вопросу о концепции культурного ландшафта: географическое пространство и образы Урала // Вестник Костромского государственного университета им. Н.А. Некрасова. 2014. №7. С. 273–276.
26. Федоров Р.Ю. Региональные цивилизационные ландшафты: введение в понятие и опыт реконструкции // Исторические, философские, политические и юридические науки, культурология и искусствоведение. Вопросы теории и практики. Тамбов: Грамота, 2012. № 5(19). Ч. II. С. 193–200.
27. Шарыгин М.Д. Позиционирование Пермского края в социально-экономическом пространстве Российской Федерации // Географический вестник. 2014. № 4(31). С. 22–28.
28. Шарыгин М.Д. Уральский регион: пространственный анализ и диагностика социально-экономического развития. Пермь: Западно-Уральский Институт экономики и права, 2008. 274 с.
29. Шеломенцев А.Г., Беляев В.Н., Дорошенко С.В. Бурый О.В. Минерально-сырьевой комплекс как основа социально-экономического развития Урала // Известия Коми научного центра УрО РАН. 2012. Вып. 3(11). С. 115–122.
30. Штейнфельд Н. Итоги горнопромышленных съездов на Урале // Вестник финансов, промышленности и торговли. 1897. Т.2. С. 224–225.

References

1. Animitsa, E.G. (1983), *Goroda Srednego Urala: proshloe, nastoyashee, budushee* [Towns of the Middle Urals: past, present, future], Sredne-Uralskoe knizhnoe izdatelstvo, Sverdlovsk, USSR.
2. Akerimova, E.Ju. (2007), "The Urals in the XVIII – early XX century: search for regional identity", *Ural Historical Journal*, vol. 15, pp. 56–66.
3. Vazhenina, I.S. (2013), *Imidzh, reputatsiya i brend territorii* [Image, reputation and brand of a territory], Institute of Economics of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia.
4. Vizgalov, D.V. (2008), "Marketing goroda" [City marketing], Institute for Urban Economics, Moscow, Russia.
5. Golovnev, A.V. (2011), "Ethnicity and identity in the Urals", *Ural Historical Journal*, vol. 2, no. 31, pp. 40–49.
6. Tsoi, L.N. (ed.) (2015), *Grani imidzha regiona* [Faces of the region's image]. "Sputnik +", Moscow, Russia.
7. Zyryanov, A.V. (2013), "Formula of the place", *Regional Studies*, vol. 2, no. 40, pp. 20–24.
8. Ivanov, A.V. (2014), "Gornozavodskaya tsivilizatsiya" [The mining civilization], AST, Moscow, Russia.
9. Iofa, L.E. (1951), "Goroda Urala" [Cities of the Urals], Geografiz, Moscow, Russia.
10. Kagansky, V.L. (2003), "The Internal Urals", *Patriotic Notes*, vol. 3, pp. 427–437, available at: <http://www.strana-oz.ru/2003/3/vnutrenniy-ural> (Accessed 05.04 2016).
11. Kiselev, K.V., Shcherbakov A.Yu. (2013), "The Urals: to the question of the dynamics of brand identity", *Review of Political Science*, vol. 1, pp. 138–150.

12. Kozlov, A.G. (1981), "Tvortsy nauki i tekhniki na Urale XVII – nachale XX veka" [Creators of science and technology in the Urals, XVII – early XX century], Sredne-Uralskoe knizhnoe izdatelstvo, Sverdlovsk, USSR.
13. Komar, I.V. (1959), "Ural" [The Urals], Academy of Sciences of the USSR, Moscow, USSR.
14. Korotaeva, E.V. (2014), "The Program "Faces of the Urals": formation of the value-oriented attitude of preschoolers to their Homeland", *Pedagogical Education in Russia*, vol. 3, pp. 108–111.
15. Kotler, Ph., Haider, D. and Rein, I. (2005), *Marketing mest* [Marketing Places], Stockholm School of Economics, St. Petersburg, Russia.
16. Nazukina, M.V. (2015), "The Ural macro-region in the system of territorial identities of modern Russia", *Izvestiya RAN. Seriya Geograficheskaya* [Proceedings of the Russian Academy of Sciences. Series Geography], vol. 6, pp. 37–47.
17. Pankrukhin, A.P. (2010), *Marketing territoriy* [Marketing of territories], Piter, St. Petersburg, Russia.
18. Poberezhnikov, I.V. (2009), "The Urals in the context of Eurasian civilization: formation of the image", *Ural Historical Journal*, vol. 4, no. 25, pp. 23–31.
19. Romanova, O.A., Sirotin, D.V. (2014), "New technological image of the Urals: economic aspect", *Transbaikalian State University Journal*, vol. 7, no. 110, pp. 105–112.
20. Rossiya (1914), *Polnoe geograficheskoe opisanie nashego otechestva, tom V. Ural* [Russia. Full geographic description of our Fatherland, vol. V. Urals], Izdanie A. F. Devriena, SPb, Russia.
21. Savitsky, P.N. "Geographical and geopolitical foundations of Eurasianism", available at: <http://gumilevica.kulichki.net/SPN/spn05.htm> (Accessed 01.04.2016).
22. The website of the Ural Federal district, available at: http://www.uralfo.ru/russian_ridge_proj_konkursname_itog.html, (Accessed 05.03.2016).
23. Animitsa, E.G., Glumov, A.A., Dvoryadkina E.B., Kochkina, E.M., Novikova, N.V. (2009), *Sredinnyi region: teoriya, metodologiya, analiz* [The middle region: theory, methodology, analysis], Ural State University of Economics, Ekaterinburg, Russia.
24. Tatarkin, A.I., Sukhikh, V.V., Vazhenin S.G., Vazhenina, I.S. (2010), "Image of space as a factor of economic development of the Polar Urals in the XVI– early XX century", *Spatial Economics*, vol. 4, pp. 7–81.
25. Tuleneva, N.I. (2014), "The concept of cultural landscape: geographical space and images of the Urals", *Vestnik of Nekrasov Kostroma State University*, vol. 7, pp. 273–276.
26. Fedorov, R.Yu. (2012), "Regional civilizational landscapes: introduction to the concept and experience of reconstruction", *Historical, philosophical, political and legal sciences, cultural studies and study of art. Issues of theory and practice*. Gramota, Tambov, vol. 5 no.19, pp. 193–200.
27. Sharygin, M.D. (2014), "Positioning of the Perm region in the socio-economic space of the Russian Federation", *Geograficheskii vestnik* [Geophysical Bulletin], vol. 4, no 31, pp. 22–28.
28. Sharygin M.D. (2008), *Uralskiy region: prostranstvennyi analiz i diagnostika socialno-ekonomicheskogo razvitiya* [The Ural region: spatial analysis and diagnosis of the socio-economic development], West-Ural Institute of Economics and Law, Perm, Russia.
29. Shelomentsev, A.G., Belyaev, V.N., Doroshenko S.V., Buryi, O.V. (2012), "The mineral resources sector as a basis for socio-economic development of the Urals", *Proceedings of the Komi science center of the Ural Division of the Russian Academy of Sciences*, vol.3, no. 11, pp. 115–122.
30. Steinfeld, N. (1897) "The results of mining congresses in the Urals", *Bulletin of Finance, industry and trade*, vol. 2, p. 224–225.

Поступила в редакцию: 14.04.2016

Сведения об авторах

Анимица Евгений Георгиевич

доктор географических наук, профессор, главный научный советник, заведующий кафедрой региональной и муниципальной экономики и управления Уральского государственного экономического университета, заслуженный деятель науки РФ; Россия, 620144, Екатеринбург, 8 Марта/Народной Воли, 62/45, УрГЭУ; e-mail: ega@usue.ru

About the authors

Evgey G. Animitsa

Doctor of Geographical Sciences, Professor, Chief Scientific Adviser, Honored Scientist of the Russian Federation, Head of the Department of Regional and Municipal Economics and Governance, Ural State University of Economics; 62/45, 8 Marta/Narodnoy Voli st., Ekaterinburg, 620144, Russia; e-mail: ega@usue.ru

Власова Наталья Юрьевна

доктор экономических наук, профессор кафедры региональной и муниципальной экономики и управления Уральского государственного экономического университета;
Россия, 620144, Екатеринбург, 8 Марта / Народной Воли, 62/45, УрГЭУ.
e-mail: nat-vlasova@yandex.ru

Natalia Yu. Vlasova

Doctor of Economic Sciences, Professor, Department of Regional and Municipal Economics and Governance, Ural State University of Economics; 62/45, 8 Marta/Narodnoy Voli st., Ekaterinburg, 620144, Russia;
e-mail: nat-vlasova@yandex.ru

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:

Анимица Е.Г., Власова Н.Ю. Эволюция и основные составляющие образа Урала // Географический вестник = Geographical bulletin. 2016. №3(38). С. 28–35. doi 10.17072/2079-7877-2016-3-28-35

Please cite this article in English as:

Animitsa E.G., Vlasova N.Yu. Evolution and main components of the image of the Urals // Geographical bulletin. 2016. № 3(38). P. 28–35. doi 10.17072/2079-7877-2016-3-28-35

УДК 553.3/9(985)(045)

Н.А. Кондратов**ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ И ДОБЫЧИ МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ В РОССИЙСКОМ СЕКТОРЕ АРКТИКИ**

*Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова,
г. Архангельск*

С точки зрения долговременных тенденций одним из факторов, определяющих расстановку и взаимодействие международных политических и экономических сил в XXI веке, будет борьба за ресурсы.

Российская Арктика – часть Крайнего Севера, включающая, кроме сухопутной части, акваторию и континентальный шельф морей Северного Ледовитого океана. Глобальная роль этой географической области связана, прежде всего, с перспективами эксплуатации ее минеральных ресурсов. Континентальный шельф Северного Ледовитого океана содержит около 25% всех шельфовых запасов углеводородов в мире, значительная часть которых относится к потенциальным. Освоение природных ресурсов, связанное с суровыми природно-климатическими условиями, нехватка инвестиций, требуют развития специальных технологий, создания и модернизации морской и береговой инфраструктур. Наиболее благоприятные географические, геологические и экономические условия для разведки и добычи минерального сырья и топлива в российской Арктике сложились в западном секторе: на суше Кольского полуострова, Ненецкого автономного округа, Западной Сибири, шельфе Баренцева и Карского морей.

Цель статьи – проанализировать пространственные особенности размещения и добычи минеральных ресурсов в российском секторе Арктики.

Ключевые слова: Российская Арктика, шельф Арктики, минеральные ресурсы, углеводороды

N.A. Kondratov**TERRITORIAL PECULIARITIES OF LOCATION AND EXTRACTIONS OF MINERAL RESOURCES DEPOSITS IN RUSSIAN SECTOR OF THE ARCTIC REGION**

Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk

Throughout the centuries, Russia has been profoundly interested in territory development of the North, including the Arctic region. Priorities in this field have been constantly changing but nowadays everybody

understands that the geopolitical status and recognized boundaries of the Arctic region are becoming the main means of the territory's development and strengthening of public security.

Taking into consideration long-term trends of our modern world, the competition for resources is going to be one of the main factors determining global political and economic balance in the 21st century.

The Russian Arctic is a part of the Far North including the land, water areas and the coastal shelf of the seas of the Arctic Ocean. The key role of this geographical region is primarily connected with prospects of exploitation of its mineral resources. The coastal shelf of the Arctic Ocean contains 25% of all world offshore hydrocarbon resources, the best part of which are prospective ones. Development of natural resources is blocked by severe climatic and natural conditions and the lack of investment, need for special technologies development, marine and coast infrastructure upgrading. Most favorable geographical, geological and economic conditions for exploration and production of mineral raw materials and fuel are situated in the west sector: on the shore of the Kola Peninsula, the Nenets Autonomous Region, Western Siberia and the shelf of the Barents and Kara Seas.

The purpose of the article is to analyze territorial peculiarities of location and extractions of mineral resources deposits in the Russian Arctic.

Key words: Russian Arctic, Arctic shelf, mineral resources, hydrocarbons.

doi 10.17072/2079-7877-2016-3-35-48

Российский арктический сектор¹ – самый большой среди приарктических государств. Если принимать за южную границу Арктики Северный полярный круг, он охватывает площадь свыше 9 млн км², из которых почти 7 млн км² приходится на водное пространство, что составляет 45% площади Северного Ледовитого океана [1]. Указом Президента России № 296 от 2 мая 2014 г. определен состав арктической зоны РФ (АЗРФ) [11].

Значительный вклад в открытие и изучение территории суши и акватории морей Северного Ледовитого океана внесли российские (советские) и зарубежные ученые и путешественники. Не умоляя вклада иностранцев в открытие земель российской Арктики, необходимо подчеркнуть, что за исключением берегов Скандинавского и Кольского полуостровов практически весь российский Север и Арктика (сухопутная часть, в т.ч. острова и акватория Северного Ледовитого океана) были открыты русскими. Они первыми свободно плавали в Белом и Баренцевом морях, одними из первых в XI–XII вв. достигли архипелага Грумант (Шпицберген). Это произошло за сотни лет до того, как в эти районы проникли англичане и голландцы, претендующие на открытие этих территорий [5].

В российской Арктике соседствуют крупнейшие освоенные человеком территории за Полярным кругом и вблизи него и крупнейшие резерваты нетронутой природы. Здесь сосредоточен природно-ресурсный (стоимостью в несколько триллионов долларов США), научно-производственный и технологический потенциалы, которые участвуют в производстве 12% ВВП России и обеспечивают почти 30% национального экспорта [1].

Необходимость освоения минеральных ресурсов в АЗРФ определяется их особым социально-экономическим и геополитическим значением. В последние 80 лет в этом регионе нашей страны масштабы хозяйственной деятельности значительно превосходят показатели других приарктических государств. Согласно Стратегии освоения российской Арктики до 2020 г. [12], первое место в структуре хозяйства занимает газовый комплекс (добывается свыше 80% российского газа), второе – горнопромышленный (прежде всего, предприятия цветной металлургии) (рис. 1).

Назовем несколько общих географических признаков размещения запасов и добычи минерального сырья и топлива в АЗРФ. Во-первых, все месторождения полезных ископаемых, как разрабатываемые, так и планируемые к разработке, расположены в районах с суровыми природно-климатическими условиями, вблизи Полярного круга или за ним. Сложные ледовые условия на большей части акватории российской Арктики обуславливают сезонный характер работ – в среднем 2–5 месяцев в году. Это сказывается на низком уровне их освоенности по сравнению с зарубежными акваториями.

Необходимо отметить, что за последнюю четверть века в Арктике изменились климатические условия, что выразилось в повышении среднегодовых температур и беспрецедентном сокращении площади морских льдов, замеряемых в сентябре (с 7,3 в 1979 г. до 4,13–5 млн км² с абсолютным

¹ Арктический сектор, арктический регион, арктическая зона, арктическое пространство в статье рассматриваются как равнозначные понятия.

минимумом, зарегистрированном NASA в 2007 г.). В результате потепления климата улучшаются условия (удлиняются сроки работ) разведки и добычи полезных ископаемых на суше и на шельфе, становятся доступнее транспортные пути, прежде всего Северный морской путь (СМП).

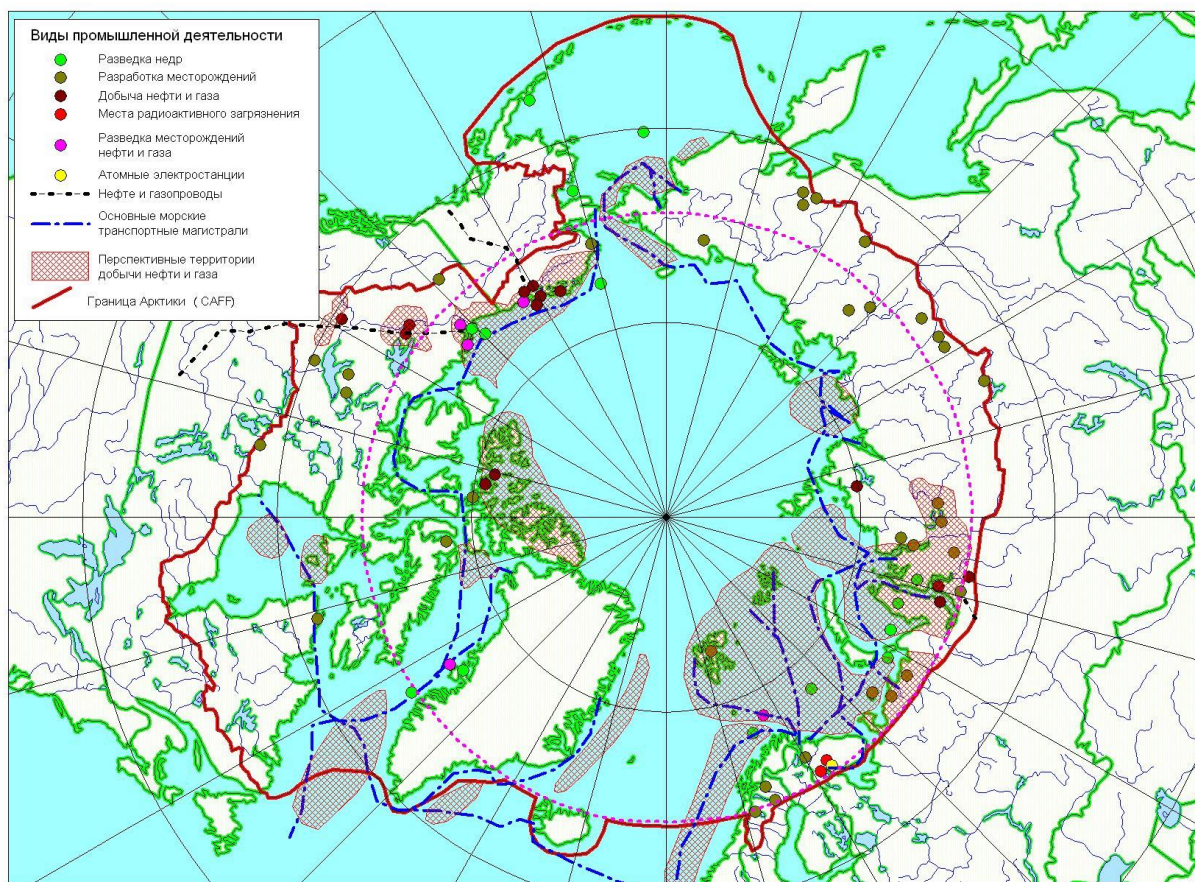


Рис. 1. Виды промышленной деятельности в Арктике

Во-вторых, месторождения чрезвычайно рассредоточены на суше и в акваториях морей, удалены от береговых баз снабжения и обслуживания, национальных и зарубежных промышленных центров и рынков сбыта. Морские магистрали, прежде всего Северный морской путь, и морской транспорт являются безальтернативным способом освоения арктических месторождений, в т.ч. новых (например, Бованенково, Приразломное), доставки сырья из мест добычи и переработки потребителя, расположенным как внутри АЗРФ, так и за ее пределами.

В-третьих, в настоящее время по объективным причинам географическая и геологическая изученность арктических регионов неравномерна и недостаточна для масштабного вовлечения их минерально-сырьевой базы в хозяйственный оборот. При оценке многих видов полезных ископаемых в АЗРФ эксперты исходят из того, что их запасы (особенно углеводородов) относятся к забалансовым, а их роль может возрасти гораздо позднее.

В разведке и добыче минерального сырья и топлива доминируют территории субъектов и акватории морей западного сектора АЗРФ (рис. 2).

В значительной степени это определяется региональными геологическими особенностями, большой площадью акваторий (около 50% арктического шельфа РФ) и относительно хорошей геолого-геофизической изученностью. Средняя плотность сейсморазведки континентального шельфа методом общей глубинной точки (МОГТ) 2D в Баренцевом и Карском морях составляет соответственно 0,41 (в ряде мест превышает 1 пог. км\км²) и 0,13–0,14 пог. км\км². На многих месторождениях выполнены работы 3D (Штокмановское, Приразломное, Долгинское, Медыньское–море, Каменномысское–море). Средняя глубина скважин в западной Арктике – 2940 м, а в Карском море – 1790 м. При этом в Мексиканском заливе в 2009 г. компания British Petroleum (BP) открыла нефтяное месторождение Tiber на глубине свыше 10 км [3].

Наименее изученными остаются шельфовые области морей восточного сектора Арктики – Лаптевых, Восточно-Сибирского и Чукотского. По данным [3], средняя плотность сейсмических исследований МОГТ 2D составляет в этих акваториях соответственно 0,034, 0,012 и 0,032 пог. км \ кв. км, что в 12-40 раз меньше, чем в акваториях на западе российской Арктики и более чем в 60 раз ниже, чем в акваториях южных морей. На шельфе морей востока российской Арктики в настоящее время не пробурено ни одной поисково-разведочной скважины. В запасах углеводородов преобладают низшие категории D₁ и D₂ (свыше 90%), что позволяет говорить о невысокой надежности оценок углеводородного потенциала морей на востоке Арктики.

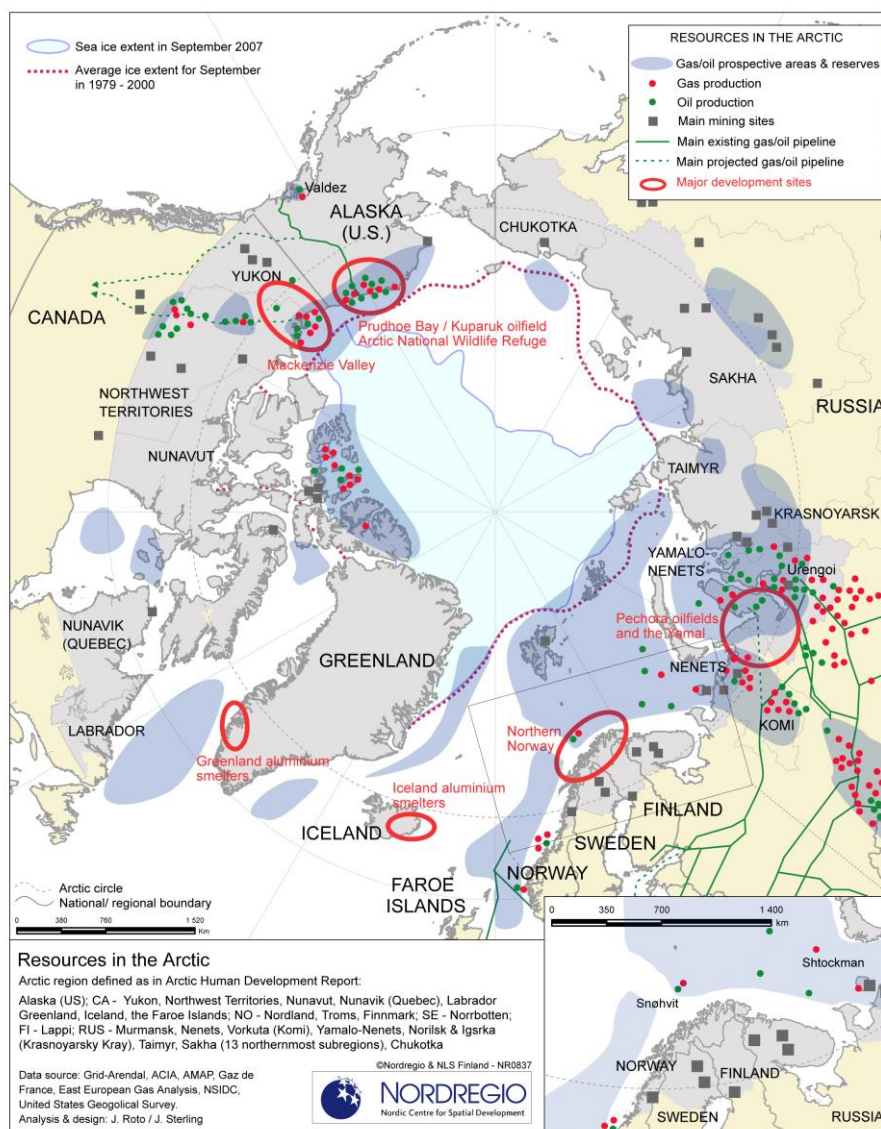


Рис. 2. Размещение ресурсов минерального сырья и топлива в Арктике

В-четвертых, потенциальные запасы нефти и природного газа находятся в спорных районах Северного Ледовитого океана, вблизи хребта Ломоносова и поднятия Менделеева в зоне сочленения шельфов моря Лаптевых и Восточно-Сибирского. Действуя в соответствии с нормами международного права, в 2007–2016 гг. Россия представила в Комиссию ООН по морскому шельфу несколько заявок с набором геофизических, батиметрических и других обоснований, позволяющих с высокой степенью уверенности утверждать, что данные геологические образования составляют единой целое с Сибирской платформой. Аналогичные шаги в соответствии с национальными арктическими приоритетами предприняли США, Канада, Дания и Норвегия. Закрепление принадлежности хребта Ломоносова и поднятия Менделеева позволит нашей стране «отодвинуть» внешнюю границу континентального шельфа и «прирастить» хозяйственную территорию на 1,2–1,5 млн км² с прогнозируемыми запасами 15–20 млрд т условного топлива (у.т.).

В минерально-сырьевой базе российской Арктики выделяются две основные группы полезных ископаемых: углеводороды (нефть, природный газ и газовый конденсат) – главная в ресурсно-экономическом отношении группа, включающая каменный уголь, и твердые (металлические и неметаллические), включающие уран.

Металлические и неметаллические полезные ископаемые АЗРФ. По представлениям специалистов, арктический регион представляет собой крупнейший в мире циркумполярный зональный минерагенический пояс, насыщенный рудными месторождениями-гигантами. В АЗРФ добывается почти 100% российских алмазов, столько же сурьмы, апатита, барита, вермикулита, редких металлов, свыше 95% металлов платиновой группы, никеля, платины и кобальта, более 60% меди и других цветных металлов [2; 9].

По запасам и добыче медно-никелевых руд Россия занимает первые места в мире благодаря месторождениям, сконцентрированным в Норильском промышленном районе на полуострове Таймыр, разработку которых проводит предприятие «Норильский никель». Группа платиноидно-медно-никелево-кобальтовых месторождений представлена Норильском-1, Талнахом и Октябрьским. Суммарно они обеспечивают 85% разведанных запасов никеля в АЗРФ. Около 15% запасов приходится на Карело-Кольскую группу месторождений, отработку которых обеспечивает «Печенганикель». Попутно здесь добывают иридий, селен, теллур, рутений, золото, серебро, серу, палладий.

Запасы редкоземельных металлов (циркония, лития, ниобия, иттрия, бериллия, церия, самария, стронция) осваиваются наряду с другими полезными ископаемыми в Мурманской области. Ловозерское месторождение содержит треть российских запасов тантала. Комплексные апатит-нефелиновые руды и кианиты в Хибинах, открытые в 1930-х гг. советскими геологами под руководством А.Е. Ферсмана, служат источниками алюминиевого сырья.

Месторождения коренного и россыпного золота в российской Арктике обнаружены на полуострове Таймыр и архипелаге Северная Земля (Таймыро-Североземельская золотonosная провинция), а также в Мурманской области. По современным представлениям наиболее перспективные золотonosные месторождения имеются в полярной Якутии, в Яно-Колымской и Колымско-Магаданской провинциях, а также в Чукотском автономном округе. Однако практически на всех месторождениях восточной Арктики добыча золота сокращается, что обусловлено нерентабельностью его отработки и отсутствием инвестиций [2].

Среди месторождений полиметаллов в российской Арктике интерес представляют Павловское, Северное и Перевальное месторождения на Новой Земле. Здесь выявлены сочетания марганца, свинца, цинка, серебра, германия, таллия, ниобия, церия, самария, висмута, галлия, индия, иттрия, иттербия.

Ресурсы олова и вольфрама в АЗРФ разрабатываются в Республике Коми на Полярном Урале (месторождения Лимпопо и Холодное), на Чукотке (Валькумейское и Иультинское месторождение) и в Якутии (Депутатское месторождение). В арктической зоне Якутии расположено уникальное магнетитовое месторождение Томтор, руды которого характеризуются высоким содержанием ниобия, фосфора и скандия. В Карело-Кольском районе и на Полярном Урале выявлены месторождения хромитовых руд (Сопчеозерское, Большая Варака, Аганозерское). В Республике Коми на Полярном Урале (Парнокское месторождение) и на Новой Земле обнаружены железомарганцевые проявления. Оленегорское и Ковдорское месторождения в Мурманской области служат источниками железных руд. Железные руды болотного происхождения обнаружены и в Архангельской области, однако они не имеют промышленной ценности и не разрабатываются.

Промышленная алмазonosность установлена в приморских районах Западноарктической (Беломорско-Баренцевоморский бассейн) и Южнолаптевской шельфовых областей. Их потенциальные ресурсы оцениваются: для шельфов Белого и Баренцева морей в 6,5 млн карат, для Лаптевоморского шельфа в 38,6 млн карат. Еще одним районом с не полностью изученными перспективами алмазonosности является северо-восточная оконечность Чукотского полуострова, где в прибрежной зоне Берингова моря (залив Лаврентия) обнаружены единичные алмазы и минералы-спутники [8].

На суше Арктики месторождения алмазов разрабатываются в Архангельской области и Республике Саха (Якутия). В Архангельской провинции выявлены четыре кимберлитовых поля – Золотницкое (трубки имени М.В. Ломоносова, «Карпинского-1» и «Карпинского-2», «Пионерская»), Кепинское, Мельское и Верхотинское (имени В. Гриба). На востоке российской

Арктики, в Якутской алмазоносной провинции, разрабатывается супергигантское месторождение трубки «Удачная», которое обеспечивает более половины российской добычи алмазов [2; 8; 9].

В последние десятилетия выявилась промышленная ценность нового вида сырья – шельфовых железомарганцевых конкреций. На шельфах российских арктических морей также встречаются проявления фосфорита, глауконита, ракуши и органо-минеральных илов. Уникальные проявления ископаемой мамонтовой кости – бивней сибирского мамонта (*Mammuthus primigenius*), представляющий собой органогенный материал из группы камнесамоцветного сырья, обнаружены в Североякутской костеносной провинции, охватывающей приморскую низменность Яно-Колымского междуречья, Новосибирские острова и прилегающую мелководную часть восточноарктических морей на площади свыше 1 млн км². Оцененные в 1980-х гг. запасы (около 200 т) в этих районах давно выработаны, однако отдельными предприятиями ежегодно добывается от 20 до 50 т сырья [8].

Месторождения урана выявлены на Таймыре (Каменское месторождение) и в Мурманской области (Лицевское и Ловозерское месторождения).

Топливные полезные ископаемые АЗРФ. В последнее десятилетие наблюдаются серьезные изменения устоявшегося мирового энергетического баланса. В ряде старых нефтегазоносных бассейнов суши и акваторий происходит снижение добычи углеводородного сырья, особенно на мелководье Мексиканского залива (США и Мексика) и в Северном море (все страны). Активно и успешно развиваются поиск и разработка месторождений нефти и газа в районах нового освоения, в «нетрадиционных» комплексах пород (низкопроницаемые, угольные и сланцевые коллекторы), в кристаллических массивах горных пород, на глубоководье Мирового океана, на больших глубинах осадочной толщи в условиях высоких давлений и температур.

Добыча угля в российской Арктике сохраняет свое народнохозяйственное значение. Угленосные месторождения широко распространены на территории АЗРФ, их общие прогнозные ресурсы превышают 780 млрд т. В основном они сконцентрированы в Печорском и Сосьвинско-Салехардском угленосных бассейнах. Печорский бассейн в Республике Коми и Ненецком автономном округе (НАО) является наиболее изученным. Его прогнозные ресурсы превышают 190 млрд т угля – это самый большой показатель в европейской части России [9].

Арктика, пожалуй, единственная из остающихся на Земле географических областей, перспективных на нефть, природный газ и газовый конденсат. Россия длительное время является одним из лидеров по производству и экспорту углеводородов. В планетарном масштабе резерв ресурсов нефти и газа оценивается в 20–25% мировых ресурсов. По современным представлениям АЗРФ представляет собой осадочный супербассейн, прогнозные запасы углеводородов в котором оцениваются в диапазоне от 100 до 150 млрд т у.т. [1]. Существенным обстоятельством является то, что среди этих запасов на долю газа и конденсата приходится примерно 84%, в то время как на долю нефти – не более 15%. К выводам о преобладании природного газа в ресурсах углеводородов осадочных бассейнов континентального шельфа Северного Ледовитого океана пришли специалисты ВНИИ Океанологии имени И.С. Грамберга и независимо от них эксперты Геологической службы США [8].

Наиболее выдающимися событиями в развитии минерально-сырьевой базы российской Арктики во второй половине XX в. стали открытия Тимано-Печорской (1930–1957 гг.) (ТПНПП) и Западно-Сибирской (1958–1968 гг.) нефтегазовых провинций. Их продолжением на шельфе Баренцева и Карского морей стало открытие в 1970-х гг. Баренцево-Карской нефтегазовой провинции (рис. 3).

Ресурсы углеводородов сухопутной части российской Арктики. Первая добыча газа на суше российской Арктики началась в 1969 г. на севере Красноярского края на Мессояхском месторождении. В 1972 г. на нефтегазоконденсатном месторождении (НГКМ) Медвежье началась добыча газа, транспортируемого с 1974 г. в европейскую часть России. Таким образом, нефтегазотранспортная система в российской Арктике начала функционировать раньше, чем в Аляске, где в 1977 г. был построен Трансаляскинский нефтепровод для переброски нефти из месторождений Северного склона Аляски (зона Прадхо-Бей) до порта Валдиз.

Арктические районы Западно-Сибирской провинции по запасам нефти (свыше 70% запасов России) и природного газа (около 80%) занимают внеконкурентное первое место в Арктике. Из недр этой провинции к началу XXI в. извлечено свыше 7,5 млрд т нефти, из них 2 млрд т – из Самотлорского месторождения (Ханты-Мансийский автономный округ, ХМАО) [5]. На Севере Сибири открыты уникальные по запасам Уренгойское, Ямбургское, Заполярное, Харасавэйское, Южно-Тамбейское и Бованенковское месторождения природного газа, Русское, Новопортовское, Суторминское, Тарасовское, Северо-Комсомольское, Харампурское месторождения нефти.

Производство нефти и природного газа является основой экономического развития Ямало-Ненецкого автономного округа (ЯНАО) и НАО, составляя здесь соответственно 83 и 89% ВРП (2012 г.). Добыча газа в ЯНАО в 2014 г. составила 80% общероссийской (516 млрд м³), а в нефтяном эквиваленте примерно в 3,5 раза превышает суммарный объем добычи газа на Северном склоне Аляски, в Норвегии и Канаде. Газовые супергиганты – Большой Уренгой и Северо-Уренгойское (совместные запасы более 11 трлн м³), Ямбургско-Харвутинское (запасы свыше 6 трлн м³), Медвежье (2 трлн м³) и другие являются основой газовой промышленности не только России, но и мира. За последние четыре десятилетия в ЯНАО добыто и транспортировано в западном направлении свыше 16 трлн м³ природного газа, из которых более половины добыто за Полярным кругом [4].

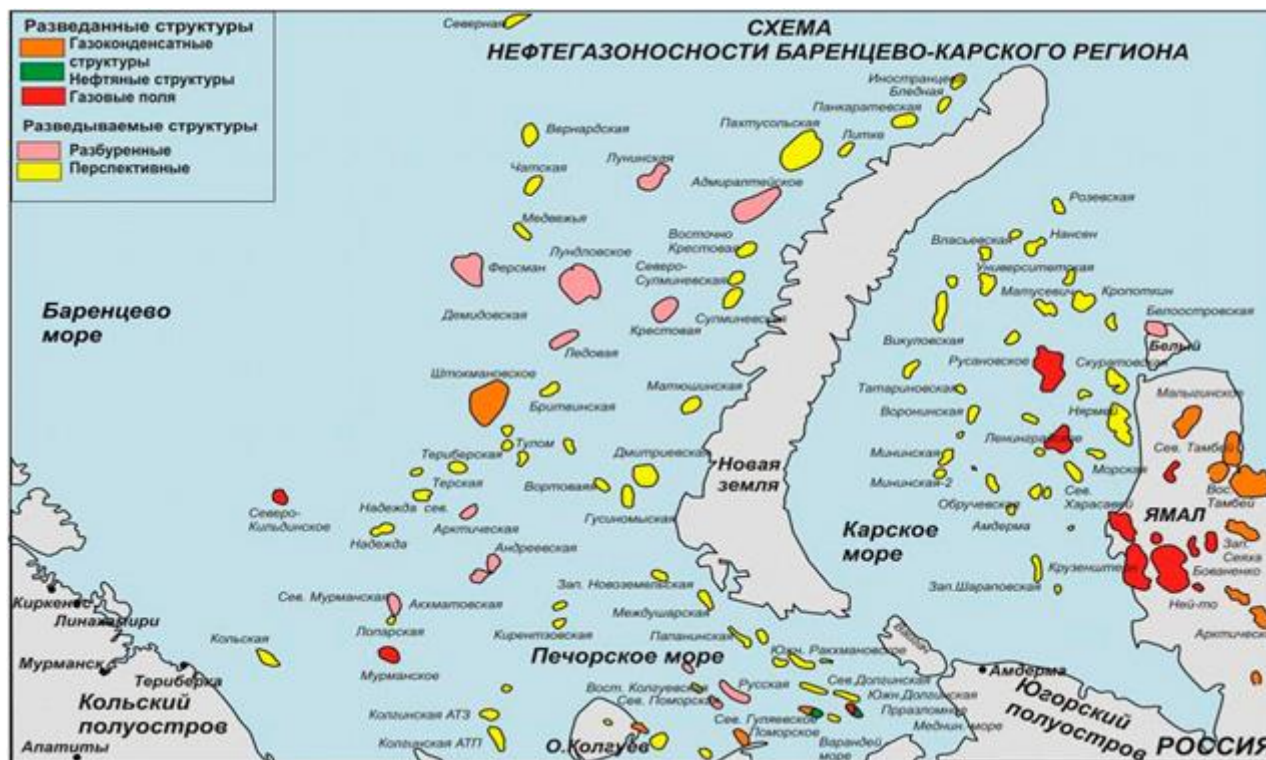


Рис. 3. Схема нефтегазоносности Баренцево-Карского региона

В 2012 г. ОАО «Газпром» приступил к разработке Бованенковского НГКМ – первого и самого большого (запасы газа составляют 4,9 трлн м³) на полуострове Ямал, причем себестоимость добычи здесь в несколько раз ниже, чем на Штокмановском газоконденсатном месторождении (ГКМ) – самом большом на шельфе Арктики (запасы газа 3,9 трлн м³ и 56 млн т конденсата). В том же году началась транспортировка газа из этого месторождения по новому газопроводу «Ямал-Ухта» длиной свыше 1100 км. Максимальный проектный уровень добычи достигнет 115–140 млрд м³. Планируется, что к 2020 г. к инфраструктуре Бованенковского НГКМ присоединятся Крузенштернское и Харасавэйское НГКМ. Общие запасы трех месторождений превышают 10 трлн м³. В целом новый газодобывающий регион в ЯНАО к 2030 г. должен обеспечить годовую добычу и отгрузку до 360 трлн м³ природного газа [4].

В начале XXI в. ОАО «Газпром» в Южно-Карском регионе открыл ряд крупных месторождений с суммарными запасами газа свыше 1,5 трлн м³, разработка которых в ближайшем будущем пополнит добычу на старых месторождениях-гигантах (Уренгойское, Ямбургское, Медвежье). Месторождения Обской и Тазовской губ (Каменномыское море, Северо-Каменномыское), добыча газа на которых запланирована на 2020-е гг., позволят компенсировать падение добычи на Ямбургском НГКМ. Для транспортировки сырья потребителям имеется возможность закачки нефти в магистральный трубопровод Ямбургского месторождения [4].

Для экспорта нефти из ТПНГП ПАО «Лукойл» в 2008 г. ввело в эксплуатацию стационарный морской ледостойкий отгрузочный терминал (СМЛОП) «Варандей». СММЛОП – уникальный объект, действующий круглогодично в суровых природно-климатических условиях. Это самый северный нефтяной терминал в мире (69°05' с.ш.), что зафиксировано в Книге рекордов Гиннеса. Его пропускная способность составляет 12,5 млн т нефти в год, скорость отгрузки – 8 тыс. м³ в час.

Терминал расположен в 22 км от берега, с которым связан двумя нитками подводных трубопроводов. С помощью танкеров-челноков (дедвейтом 70 тыс. т) нефть доставляется в Мурманскую область на рейдовый накопитель «Белокаменка», откуда отправляется на экспорт.

В Заполярье создана система морской транспортировки нефти. Помимо Варандейского терминала она включает в себя межпромысловые трубопроводы протяженностью 158 км, береговой резервуарный парк емкостью 325 тыс. м³, насосную станцию, объекты энергообеспечения, вахтовый поселок, танкерный и вспомогательный флоты, ледокол, буксир и рейдовый перевалочный комплекс вместимостью 250 тыс. т. Таким образом, на этом примере видно, что в российской Арктике создаются новые крупные плацдармы добычи углеводородов. Вместе с тем СМЛОП используется не на полную мощность вследствие резко снизившейся добычи нефти на Южно-Хыльчюсском месторождении (с 7 млн т в 2009 г. до 1,2 млн т в 2013 г.), что обусловлено ошибками в моделировании строения его резервуаров и расчетах запасов, которые оказались в 3,5 раза меньше первоначальной оценки [4].

В 2014 г. в ХМАО «Лукойл» начал разработку одного из крупных нефтяных месторождений Западной Сибири – Имилорского с запасами 190 млн т и прогнозируемой максимальной добычей 3–4 млн т в год к 2018–2019 гг. в течение минимум 20 лет.

Ресурсы углеводородов шельфовой зоны АЗРФ. Извлекаемые ресурсы нефти и природного газа российского шельфа Арктики составляют свыше 83 млрд т у.т., в том числе около 13 млрд т нефти и конденсата и более 70 трлн куб. м природного газа. Это составляет почти 90% от ресурсов всех акваторий страны (таблица) [1; 5].

Оценка потенциальных ресурсов нефти и природного газа акваторий Арктики

<i>Страна, море, регион</i>	<i>Нефть, млрд т</i>	<i>Природный газ, трлн м³</i>
Арктика	20,0–46,0	36,5–83,0
<i>Россия</i>	11,0–24,0	25,5–57,0
Баренцево	3,0–8,0	9,0–13,0
Карское	5,0–6,0	10,0–30,0
Лаптевых	0,5–2,0	1,5–2,0
Восточно-Сибирское	2,0–6,0	3,5–8,0
Чукотское	0,5–2,0	1,5–4,0
<i>Гренландия (Дания)</i>	0,5–1,0	0,5–1,5
<i>Норвегия</i>	5,0–8,5	3,0–4,0
Норвежское и Баренцево	–	–
<i>Канада</i>	3,5–9,5	6,5–18,5
Арктические острова	–	–
Баффина	1,5–3,0	5,0–9,0
Бофорта – дельта р. Маккензи	2,0–6,5	1,5–9,5
<i>США</i>	–	–
Бофорта, Чукотское	1,0–3,0	1,0–2,0

Как уже отмечалось выше, распределение углеводородов по акваториям АЗРФ крайне неравномерно. На основе российских геологоразведочных работ в западной части Арктики прогнозируется около 75% ресурсов углеводородов всех акваторий России, свыше 85% ресурсов ее северных морей, 40% запасов жидких углеводородов и свыше 90% запасов газа шельфа всех приарктических стран (по состоянию на 2012 г.).

В российских морях западной Арктики к 2012 г. пробурено 84 скважины и открыто 20 месторождений, включая уникальные Штокмановское (1989 г.), Русановское (1989 г.) и Ленинградское (1990 г.) с суммарными запасами природного газа свыше 10 трлн м³. В Баренцевом море пробурено 54 скважины и открыто 11 месторождений. В Карском море пробурено 30 скважин, в т.ч. 27 в Обской и Тазовской губах. Предприятиями ОАО «Газпром» открыты газовые и ГКМ (Каменномысское-море, Северо-Каменномысское, Обское и Чугорьяхинское), доказана газоносность морских продолжений Семаковского, Антипаютинского и Тота-Яхинского месторождений, что обеспечило прирост запасов газа более чем на 1,2 трлн м³. Осуществляется поиск морских продолжений Крузенштернского, Харасавэйского и Южно-Тамбейского месторождений. Именно с месторождений вблизи побережья представляется наиболее целесообразным начать добычу в Карском море [3].

Бурение российских скважин на Земле Франца-Иосифа (Нагурская, Северная и Хейса в 1977–1982 гг.), Новой Земле и на острове Колгуев (в 1981–1990 гг.), на островах Белый и Свердруп в Карском море, острове Западный Шпицберген в 1973–1994 гг. выявило возможность обнаружения на суше и прилегающей акватории коммерческих залежей нефти и природного газа [3].

Вместе с тем в последние несколько лет впервые за треть века на российских акваториях Арктики не пробурено ни одной нефтегазопроисковой скважины. Для сравнения, в 2013 г. на акваториях Норвегии пробурено 59 скважин (10 – в Баренцевом море), что на 40% больше, чем в 2012 г. В результате бурения было открыто 20 новых залежей углеводородов. Общий объем сейсморазведки в норвежской акватории составил 600 тыс. пог. км, а средняя плотность ее изученности – 0,61 пог. км/км², что на 50% выше российской. В целом, число бурящихся скважин на шельфе Норвегии в 10–30 раз выше, чем на российском арктическом шельфе [3].

Необходимо отметить, что природно-климатические условия в морях российской Арктики намного более суровые, чем в западной части Баренцева моря, относящегося к территории Норвегии. Норвежская акватория покрывается льдом только в самой северной части вокруг и немного южнее архипелага Шпицберген, а шельф российской Арктики – почти полностью, за исключением юго-западной части Баренцева моря, граничащей с Норвегией.

По состоянию на начало 2015 г. на шельфе России распределено 113 лицензионных участков (67 – в Арктике) общей площадью 1,75 млн км². Согласно действующему в России законодательству владельцами участков являются ОАО «НК «Роснефть» и ОАО «Газпром», обладающие соответственно 40,5 и 34,9% их общего числа (1,64 млн км², или 94% общей площади лицензионных участков) [4].

На российском арктическом шельфе добыча углеводородов ведется на двух месторождениях – Юрхаровском (с 2003 г.) и Приразломном (с 2013 г.) Юрхаровское НГКМ, открытое в 1970-е гг., расположено на акватории Тазовской губы Карского моря. Это месторождение – основной производственный актив ОАО «Новатэк», который обеспечивает свыше 60% добычи газа и около 40% добычи жидких углеводородов компании. Бурение эксплуатационных скважин ведется прогрессивными методами – с берега наклонными скважинами с горизонтальным завершением, что практически исключает негативное воздействие на окружающую среду.

Приразломное нефтяное месторождение было открыто в 1989 г. Оно находится в юго-восточной части Баренцева моря, на шельфе Печорского моря, в 60 км от берега. Запасы нефти здесь превышают 70 млн т. Разработку месторождения проводит ОАО «Газпром» с морской ледостойкой стационарной платформы «Приразломная» (изготовитель – «Северное машиностроительное предприятие», г. Северодвинск), с которой пробурено 40 наклонных скважин. В 2014 г. здесь добыто свыше 300 тыс. т нефти.

Продолжительное время к Штокмановскому ГКМ было приковано повышенное внимание российского государства и иностранных инвесторов. Общая площадь этого месторождения, открытого на глубине свыше 3 км, превышает 1600 км². Оно расположено в центральной части российского сектора Баренцева моря в 550 км от побережья Кольского полуострова. Глубины моря в районе залежи достигают 340 м, диапазон температур – от –50⁰С до + 30⁰С. Отмечается наличие айсбергов весом до 4 млн т, движущихся со скоростью 1–4 км/час. На заключительном этапе разработки месторождения планировалось извлекать свыше 70 млрд м³ газа в год, что сопоставимо с объемом годовой добычи природного газа в Норвегии.

В географическом отношении Штокмановское ГКМ обладает рядом преимуществ по сравнению с другими аналогичными объектами в высоких широтах. Среди них назовем, во-первых, более благоприятные природно-климатические условия, обусловленные прохождением ветви Северо-Атлантического течения (Гольфстрима), что существенно снижает затраты на освоение залежей. Во-вторых, наличие больших запасов газа и его благоприятный для переработки состав с учетом географической близости рынков сбыта (зарубежная Европа, США, Канада) и отсутствие стран-транзитеров (обуславливающих дополнительные риски при транспортировке продукции) обеспечивают долгосрочное производство и реализацию сжиженного природного газа (сжижение газа при температуре – 160⁰ вызывает уменьшение его в объеме до 600 раз). В качестве субподрядчиков при освоении месторождения услуги предлагали Финляндия и Швеция.

По зарубежному опыту изучения и освоения морских лицензионных участков, особенно расположенных в районах с экстремальными природно-климатическими условиями, можно утверждать, что практически на всех работы начинаются в течение десятилетий от момента начала разведки не одиночными компаниями, а консорциумами из нескольких международных компаний.

Такие альянсы включают известных операторов, обладающих хорошей репутацией, значительным опытом, научным обеспечением, технологическими средствами и финансовыми ресурсами для работы в экстремальных условиях Арктики. Значительный опыт разведки и бурения на суше и шельфе арктических морей накоплен в Норвегии, Канаде и США. Опыт Норвегии особенно полезен для России, поскольку основной объем работ по разведке и добыче углеводородов в этой стране осуществляет государственная компания Statoil, что позволяет проанализировать и по возможности использовать ее опыт при освоении месторождений на шельфе северных регионов России.

В 2011–2013 гг. российские компании, допущенные к работе на арктическом шельфе, создали научно-технологические альянсы с зарубежными компаниями для изучения и освоения нефтегазоносности российской Арктики.

В 2008 г. для разработки Штокмановского ГКМ было создано предприятие Stockman Development AG в составе ОАО «Газпром» (51%), Total (24%) и Statoil (25%). Как известно, в 2012 г. после выхода из проекта Statoil разработка месторождения была приостановлена на неопределенную перспективу. В норвежской компании предлагают отказаться от добычной платформы, которую планировалось использовать ранее и сделать добычу полностью подводной, транспортировать сырье на берег по трубопроводам и уже там его сжигать. Также разрабатываются меры по снижению стоимости разработки месторождения (предлагается из трех стадий разработки оставить только одну).

Историческое событие произошло в 2011 г. – российский парламент ратифицировал российско-норвежский договор о разграничении морских пространств и сотрудничестве в Баренцевом море и Северном Ледовитом океане (договор). Несмотря на то, что он вступил в силу, анализ его положений продолжает привлекать к себе внимание российских ученых и экспертов, вызывает неоднозначную реакцию у научной общественности и представителей рыболовной отрасли Северного бассейна России [6].

Согласно договору выполнена делимитация российско-норвежской границы в Баренцевом море, т.е. произведено размежевание «Серой зоны» – спорного района, образованного западной границей полярного сектора России и срединной линией (норвежский вариант границы), проведенной на равном удалении от исходных линий архипелагов Новая Земля, Шпицберген и Земля Франца-Иосифа. Площадь спорного района составляла примерно 175 тыс. км², или около 12% площади Баренцева моря.

Переговоры о разграничении описываемых пространств велись с 1970-х гг. В 1976 г. обе страны в одностороннем порядке фиксировали государственные границы в Баренцевом море. Сложность переговоров объяснялась также тем, что спорный район содержит запасы водных биологических ресурсов, а поднятие Федынского, по предварительным расчетам, содержит около 10 трлн м³ природного газа. При разделе района поровну обе страны будут разрабатывать открываемые месторождения углеводородов совместно, если они пересекаются линией разграничения.

В 2012 г. Statoil, ENI и «Роснефть» договорились совместно вести разведку и освоение залежей поднятия Федынского. Соглашение также предусматривает освоение суммарно 1,8 трлн м³ природного газа и 2 млн т нефти в границах Персеевского участка в российской части Баренцева моря, нескольких залежей в норвежской акватории Баренцева моря и в Охотском море. Total и ОАО «Новатэк» ведут работы по освоению Южно-Тамбейского ГКМ на Ямале. Total в перспективе планирует принять участие в освоении Хвалынского ГКМ, где оператором выступает ПАО «Лукойл».

В 2011–2013 гг. заключены альянсы между ОАО «НК «Роснефть», BP, Exxon Mobil и General Electric по разведке и разработке нескольких Восточно-Прииловоземельских участков в Карском море (суммарные запасы около 4,9 млрд т нефти и 8,3 трлн м³ газа), а также участков в Западной Сибири (рис. 4).

В 2013 г. «Роснефть» и вьетнамская компания VietPetoro подписали соглашение о сотрудничестве по геологическому изучению, разведке и добыче углеводородов в ТПНГП – на суше НАО и шельфе Печорского моря, а также на Востоке Сибири (Иркутская область и Красноярский край). Извлекаемые запасы участков в западной Арктике достигают 115 млн т нефти и 70 млрд м³ природного газа.

С 2014 г. в связи с введенными в отношении российских компаний санкций странами Европейского Союза, Норвегией, США и Канадой межгосударственное взаимодействие в экономической и технологической сферах при освоении ресурсов российского арктического шельфа было фактически свернуто. На этом фоне отмечается растущий интерес Китая, Индии, Вьетнама к совместной разведке и использованию топливных ресурсов российской Арктики, проведению здесь научных исследований, развитию инфраструктуры.

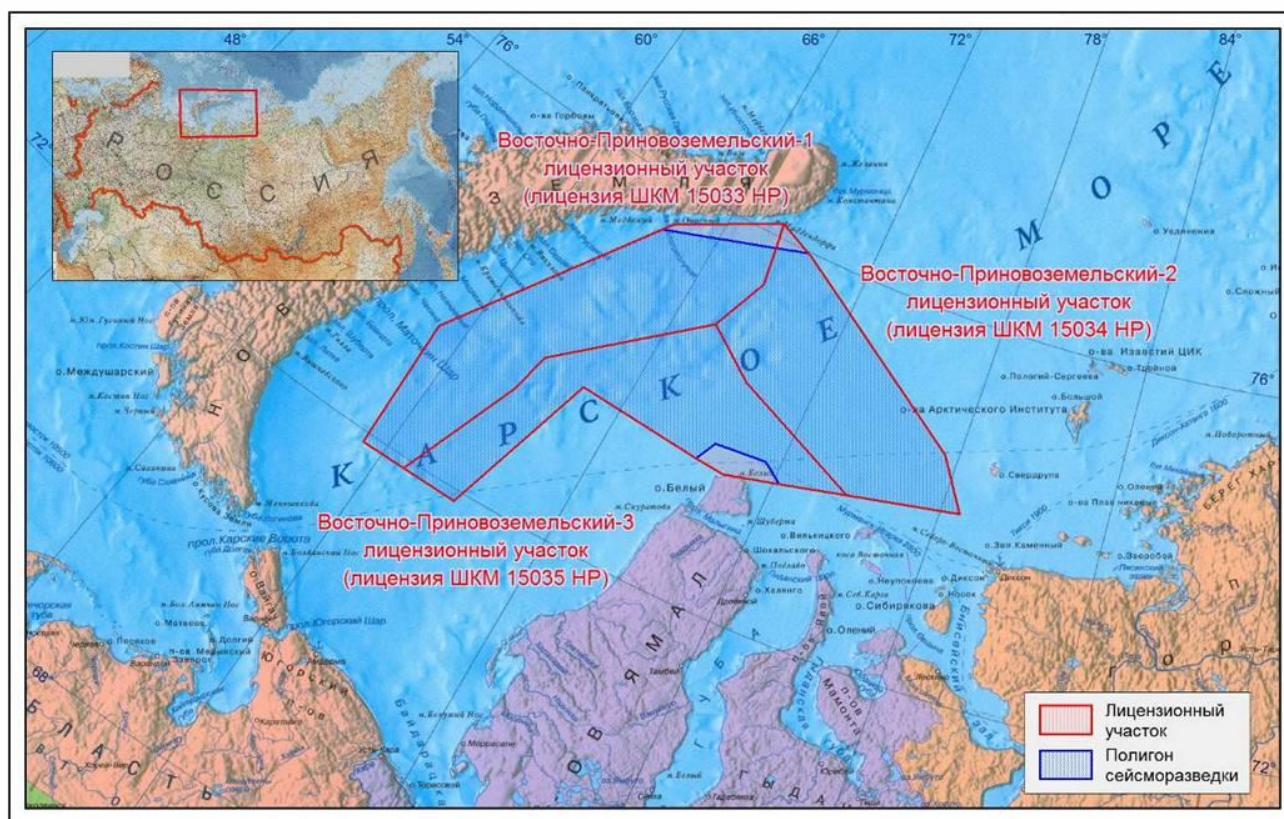


Рис. 4. Схема размещения лицензионных участков «ОАО НК Роснефть» в Карском море

Несмотря на то, что в 1980-х гг. в России был создан мощный флот буровых и геофизических судов, в настоящее время среди проблем освоения ресурсов АЗРФ можно назвать нехватку морских установок, что приводит к передаче большей части буровых работ зарубежным компаниям. В частности, в 2014 г. бурение на Долгингском нефтяном месторождении в Печорском море проводит румынская компания GSP, а предприятие «Карморнефтегаз» в 2014 г. начало бурение самой северной скважины России «Университетская-1» в Карском море с помощью платформы WestAlpha, поставленной норвежской компанией North Atlantic Drilling, с которой «Роснефть» заключила договор о совместном бурении на шельфе.

Несмотря на огромный потенциал нефтегазоносности акваторий Арктики, необходимо отметить, что чрезмерная эйфория и вера в то, что арктический шельф России обеспечит решение всех проблем в долгосрочном обеспечении жидкими углеводородами, способны дезориентировать развитие нефтегазовой отрасли и всей страны. С учетом впервые опубликованного отчета МПР РФ о запасах нефти России доля месторождений шельфа Арктики составляет всего 2%. При оптимистичном прогнозе с учетом возможных новых открытий Баренцево-Карский регион способен обеспечить в 2025–2030 гг. выход на 15–25 млн т в год, что составляет 3–5% от общероссийской добычи и около 0,3–0,5% ее мирового уровня [3].

Заключение

Россия – лидер по запасам и ресурсам нефти и газа, а также объемам их добычи на суше и в море Арктики. Согласно утвержденным Президентом России в 2008 г. «Основ государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 года и дальнейшую перспективу» и другим документам главной целью политики России в Арктике является расширение ресурсной базы, способной в значительной степени обеспечить потребности России в минеральных и углеводородных ресурсах и других видах сырья, что позволит решить стратегические задачи социально-экономического развития страны [10].

В российской Арктике за последние 70–80 лет создан самый мощный индустриальный слой среди всех приарктических государств. Вместе с тем природно-ресурсный потенциал в АЗРФ размещен и используется неравномерно. Добыча минерального сырья и топлива ведется в первую очередь в наиболее обжитом и географически близком к рынкам сбыта и местам с готовой инфраструктурой

западном секторе российской Арктики. К западу от р. Енисей, на суше НАО, ЯНАО, Республики Коми и шельфе Баренцева и, в перспективе, Карского, морей в пределах ТПНГП, Западно-Сибирской и Баренцево-Карской провинций ведется добыча угля, нефти и природного газа. Мурманская область и Крайний Север Красноярского края (Норильский район) являются основными производителями черных и цветных металлов в АЗРФ. В субъектах западного сектора АЗРФ наиболее активно развивается международное сотрудничество в сфере освоения природных ресурсов.

Основными причинами задержки добычи нефти и газа на суше и особенно на шельфе морей АЗРФ являются более сложные природно-климатические условия по сравнению с другими территориями и акваториями России, недостаток опыта освоения морских месторождений в высоких широтах, особенности мировой конъюнктуры и цен на сырье и энергоносители, наличие резерва привлекательных месторождений на суше, ограниченное финансирование работ в сфере арктического недропользования из федерального бюджета и средств компаний-недропользователей. Последнее замечание акцентирует необходимость скорейшего развития в России институтов частно-государственного партнерства при освоении Арктики. Большое значение имеет учет геополитических особенностей размещения перспективных запасов углеводородов в российской Арктике.

В последние годы мы наблюдаем, что вопросы освоения арктического пространства приобретают глобальное значение. Интерес к использованию ресурсов (в широком смысле) проявляют не только собственно приарктические государства (Дания, Исландия, Норвегия, США, Финляндия, Швеция), но и страны, расположенные за пределами Арктики (Германия, Индия, Италия, Китай, Республика Корея, Сингапур, Япония). Усиление роли этого региона в мировой экономике связано с проявлением здесь изменения климата (его потепления), сокращением добычи минерального сырья и топлива в традиционных районах, глобализацией экономики, ростом потребления топлива, развитием межконтинентальных транспортных путей. Поиск приемлемых форм сотрудничества государства и иностранного инвестора, равно как и выстраивание отношений с национальными ресурсными и финансовыми корпорациями, повышение заинтересованности участия зарубежных партнеров в освоении ресурсов российской Арктики являются сложным комплексным процессом.

Вместе с тем промедление с освоением месторождений можно расценивать позитивно, поскольку оно позволяет сохранить крупные запасы углеводородов для будущих поколений в качестве государственного резерва и обеспечить переход стратегически важного региона к устойчивому развитию. Появляется возможность выбора наиболее рациональных и инновационных подходов к освоению нефтегазовых ресурсов Арктики, что позволит избежать повторения ошибок других компаний, минимизировать вредное воздействие на окружающую среду и при этом увеличить объемы извлекаемых углеводородов.

Разведка и освоение месторождений полезных ископаемых коренным образом меняют облик арктических регионов: на карте появляются поселения, аэропорты, морские порты, линии связи, железные дороги и трубопроводы. Происходит обживание огромных арктических пространств. За сравнительно короткий промежуток времени продукция и услуги российских предприятий, предназначенные для организации поиска, добычи и транспортировки углеводородов, стали конкурентоспособными. Продолжается разработка инновационных технологических решений для работы в суровых природных условиях и непростых экономических условиях. Современный пример развития инфраструктуры – проект «Ямал-СПГ». Освоение месторождений и индустриализация арктического региона способствуют модернизации науки (например, развиваются междисциплинарные международные исследования в сфере природопользования) и образования (происходит формирование и развитие специфических арктических компетенций у трудовых ресурсов), приводят к созданию новых высококвалифицированных рабочих мест.

Библиографический список

1. *Арктика: интересы России и международные условия их реализации* / Барсегов Ю.Г., Корзун В.А., Могилевкин И.М. М.: Наука, 2002. 356 с.
2. *Арктика на пороге третьего тысячелетия (ресурсный потенциал и проблемы экологии)* / отв. ред. Д.А. Додин. СПб.: Наука, 2000. 247 с.
3. *Богоявленский В.И.* Изученность и перспективы нефтегазоносности российской и норвежской акваторий Баренцева моря // *Арктика: экология и экономика*. 2011. №2. С. 64–75.
4. *Богоявленский В.И., Богоявленский И.В.* Стратегии, технологии и технические средства поиска, разведки и разработки морских месторождений в Арктике // *Вестник МГТУ*. 2014. Т. 17. №3. С. 437–451.

5. Додин Д.А. Устойчивое развитие Арктики (проблемы и перспективы). СПб.: Наука, 2005. 283 с.
6. Зиланов В.К. Россия теряет Арктику? М.: Алгоритм, 2013. 432 с.
7. Лаверов Н.П., Дмитриевский А.Н., Богоявленский В.И. Фундаментальные аспекты освоения нефтегазовых ресурсов арктического шельфа России // Арктика: экология и экономика. 2011. № . С. 26–37.
8. Каминский В.Д., Супруненко О.И., Смирнов А.Н. Минерально-сырьевые ресурсы арктической континентальной окраины России и перспективы их освоения // Арктика: экология и экономика. 2014. №3(15). С. 52–61.
9. Минерально-сырьевые ресурсы Российской Арктики (состояние, перспективы, направления исследований). СПб.: Наука, 2007. 767 с.
10. Основы государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 года и дальнейшую перспективу. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.rg.ru/2009/03/30/arktika-osnovy-dok.html> (дата обращения: 10.10.2010).
11. О сухопутных территориях Арктической зоны Российской Федерации: указ Президента Российской Федерации. М., 2014. № 296. 2 мая.
12. Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://правительство.рф/docs/22846/> (дата обращения: 22.02.2013).

References

1. Barsegov, Yu.G., Korzun, V.A., Mogilevkin, I.M. (2002), *Arktika: interesy Rossii i mezhdunarodnye usloviya ikh realizatsii* [The Arctic: interests of Russia and international conditions for their implementation], Nauka, Moscow, Russia.
2. Gramberg, I.S., Laverov, N.P. (2000), *Arktika na poroge tret'ego tisjachaletija (resursnyi potentsial i voprosy ekologii)* [The Arctic on the threshold of the third Millennium (resource potential and ecological issues)] in Dodin, D.A. (ed.), Nauka, Saint-Petersburg, Russia
3. Bogojavlenskij, V.I. (2011), "Exploration degree and prospects for oil and gas potential of the Russian and Norwegian sectors of the Barents Sea", *Arctica: ekologija i ekonomika* [The Arctic: ecology and economy], no. 2, pp. 64–75.
4. Bogoyavlensky, V.I. (2011), Bogoyavlensky, I.V. (2014), "Strategies, technologies and technical means for search, exploration and development of offshore deposits in the Arctic", *Vestnik of MSTU*, vol. 17, no. 3, pp.437–451.
5. Dodin, D.A. (2005), *Ustoychivoe razvitie Arktiki (problemy i perspektivy)* [Sustainable development of the Arctic (problems and prospects)], Nauka, Saint-Petersburg, Russia.
6. Zilanov, V.K. (2013), *Rossija terjaet Arktiku?* [Is Russia losing the Arctic?], Algoritm, Moscow, Russia.
7. Laverov, N.P., Dmitrevsky, A.N., Bogoyavlensky, V.I. (2011), "Fundamental aspects of the development of oil and gas resources of the Arctic shelf of Russia", *Arctica: ekologija i ekonomika* [The Arctic: ecology and economy], no. 1, pp. 26–37.
8. Kaminsky, V.D., Suprunenko, O.I., Smirnov, A.N. (2014), "Mineral resources of the Arctic continental periphery of Russia and prospects for its development", *Arctica: ekologija i ekonomika* [The Arctic: ecology and economy], no. 3 (15), pp. 52–61.
9. *Mineral resources of the Russian Arctic (condition, prospects, directions of research)*, (2007), Nauka, Saint-Petersburg, Russia.
10. "Fundamentals of the state policy of the Russian Federation in the Arctic for the period from 2020 and further perspective", available at: <http://www.rg.ru/2009/03/30/arktika-osnovy-dok.html> (Accessed 10.10.2010).
11. "Strategy of development of the Arctic zone of the Russian Federation and national security for the period up to 2020", available at: <http://www.rg.ru/2009/03/30/arktika-osnovy-dok.html> (Accessed 10.10.2010).
12. Decree of the President of the Russian Federation "On land territory of the Arctic zone of the Russian Federation", 02 May 2014, no. 296.

Поступила в редакцию: 12.04.2016

Сведения об авторе**Кондратов Николай Александрович**

кандидат географических наук, доцент кафедры географии и гидрометеорологии ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова»;
Россия, 163002, г. Архангельск, пр. Ломоносова, д. 4;
e-mail: n.kondratov@narfu.ru

About the author**Nikolay A. Kondratov**

Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Department of Geography and Hydrometeorology, Institute of Natural Science and Technology of the Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov;
4, prospekt Lomonosova, Arkhangelsk, 4163000, Russia;
e-mail: n.kondratov@narfu.ru

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:

Кондратов Н.А. Территориальные особенности размещения и добычи минеральных ресурсов в российском секторе Арктики // Географический вестник = Geographical bulletin. 2016. №3(38). С. 35–48. doi 10.17072/2079-7877-2016-3-35-48

Please cite this article in English as:

Kondratov N.A. Territorial peculiarities of location and extractions of mineral resources deposits in russian sector of the Arctic region // Geographical bulletin. 2016. № 3(38). P. 35–48. doi 10.17072/2079-7877-2016-3-35-48

УДК 332.122:711.4:911.3

Ф.З. Мичурина¹, С.Б. Мичурин², В.И. Щербаков³

**ОПТИМИЗАЦИЯ ПОТЕНЦИАЛА УСТОЙЧИВОСТИ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ
НА ОСНОВЕ РАЗВИТИЯ ЭЛЕМЕНТОВ СОЦИАЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ**

¹ Пермская государственная сельскохозяйственная академия, г. Пермь

² Пермский государственный национальный исследовательский университет, г. Пермь

³ Управления продаж и обслуживания в сети ВСП Западно-Уральского банка ПАО Сбербанк, г. Пермь

Представлены результаты изучения проблемы устойчивости состояния сельских территорий, имеющих сочетание заметной деградации и одновременно обновления. Цель автора связана с определением реально сложившегося к настоящему времени уровня устойчивости состояния сельских территорий и необходимостью их развития за счет совершенствования инфраструктуры, создающей благоприятные социальные условия проживания в сельской местности. Методологический подход к исследованию устойчивости состояния и устойчивости тенденции обусловил предметно – объектный выбор расселения в качестве адекватного комплексного показателя современной территориальной организации, определяющей характер и тенденцию устойчивости. Анализ происходящего в течение 50-летнего периода процесса ликвидации одних деревень и жизнеспособности других показал территориальные различия состояния и перспектив развития. В качестве методологического инструмента изучения территориальных различий применено районирование.

Социальная инфраструктура как фактор устойчивости исследована по одному из важных в настоящее время составляющих ее элементов – финансовым услугам населению и сельской экономике. На основе статистической и содержательной аргументации выявлено наличие потенциала устойчивости функционирования, который может быть обогащен путем проведения адекватной политики совершенствования инфраструктуры, что обусловит устойчивость развития сельских территорий.

Ключевые слова: сельские территории, районы расселения, устойчивость, функционирование, развитие, жизнеспособность населенных пунктов, инфраструктура.

F.Z. Michurina, S.B. Michurin, V.I. Shcherbakov
OPTIMIZATION OF RURAL AREAS' STABILITY POTENTIAL BASED ON THE
DEVELOPMENT OF SOCIAL INFRASTRUCTURE ELEMENTS

¹ Perm State Agricultural Academy, Perm

² Perm State University, Perm

³ Management of Sales and Servicing in Network of Branches in Sberbank of Russia, Perm

The paper presents the results of studying the stability problem for rural areas with the combination of a significant degradation and renovation. The purpose of the study is to define the current level of stability of rural areas' condition and to suggest the ways to develop the infrastructure creating favorable living conditions in the countryside. The methodological approach to studying the condition stability and the tendency steadiness has led to the subject-object choice of a settlement as an adequate complex indicator of the modern territorial organization determining the nature and tendency of stability. The analysis of the events during the 50-year period - liquidation of some villages and viability of others - has shown territorial distinctions in the condition and development prospects. Zoning has been applied as a methodological tool to study regional differences.

Social infrastructure as a stability factor has been studied in respect to one of its currently most important elements - financial services for the population and rural economy. On the basis of statistical and substantial argument, the potential of functioning stability has been identified. It can be enriched by means of adequate policy for infrastructure improvement, which will determine sustainable development of rural areas.

Keywords: rural territories, resettlement areas, stability, functioning, development, viability of settlements, infrastructure.

doi 10.17072/2079-7877-2016-3-27-48-61

Идея достижения устойчивости локальных объектов и территориальных систем имеет свою историю формирования и научного осмысления, связанную с тем, что сельские территории в определенные периоды времени подвергаются деградации под воздействием внешних факторов. Данные факторы отражают либо серьезные изменения в социально – экономическом устройстве общества, либо под влиянием политики управления жизнедеятельностью, проводимой на основе ошибочных концепций.

Предваряя исследовательскую оценку степени устойчивости сельских территорий, кратко охарактеризуем ключевое понятие, определяющее концептуальную позицию авторов.

В энциклопедической трактовке понятие «устойчивость» наполняется содержанием посредством дифференциации смысловых значений таких словосочетаний, как устойчивость системы, устойчивость равновесия и устойчивость движения [8, с.1285]. Каждое из этих словосочетаний включает смысловые оттенки, определяющие глубину используемого в научной исследовательской практике понятия «устойчивость сельских территорий». Трактовка смысла «устойчивость системы» обуславливает возможность системы функционирующего и изучаемого объекта восстанавливать исходное состояние под воздействием специальных мер регулирования. Словосочетание «устойчивость равновесия» обогащает представление об устойчивости, отражая способность системы после незначительного отклонения под действием определенных сил возвращаться в положение равновесия. Суть словосочетания «устойчивое движение» определяет способность движущейся под действием приложения сил системы не отклоняться от направления движения при случайных воздействиях. Движение, не обладающее такой способностью, как трактует толковый словарь [9, с.858], является неустойчивым.

В изучении многих сторон общественной практики жизнедеятельности осмысление данных трактовок весьма важно. В случае исследования сельских территорий оно способствует созданию смысловой концептуальной основы видения проблемы, формирующей методологический подход, основывающийся на последовательности выявления имеющейся степени устойчивости изучаемого объекта и на этой основе определяющий регулирующие меры для сохранения степени устойчивости либо, при необходимости, ее повышения.

Кроме того, приведенные трактовки способствуют целесообразности различать устойчивость современного состояния как явления и устойчивость тенденции (реальной или желаемой) как вектора и сохранения направления движения изучаемого объекта. Полагаясь на кратко изложенную понятийную форму, авторы определили немаловажным при анализе состояния любой системы

(точечной или территориальной) различать устойчивость функционирования и устойчивость развития.

Материалы и методы исследования

При изучении сельских территорий появляется целесообразность избрания определенного предметно – объектного выбора, позволяющего с помощью статистического или иного анализа проявить наличие или отсутствие устойчивости функционирования и устойчивости развития. Авторы убеждены, что оценить в этом отношении сельские территории способно изучение степени освоенности и заселенности, а также происходящих в этом отношении изменения. Они, в свою очередь, достаточно хорошо проявляются посредством анализа динамики численности сельского населения в том или ином регионе, а также динамики сети и систем населенных пунктов.

Принятая установка определила авторский методологический подход, опирающийся на выбор последовательности оценки динамики населения и расселения в целях определения степени устойчивости сельских территорий и аргументации необходимости ее повышения на основе улучшения инфраструктурного обеспечения сельских жителей.

Методически использован разноуровневый анализ. Раскрывая вопрос о территориальной дифференциации процесса изменений в сети населенных пунктов, авторы осуществляли районирование исследуемой территории по показателям, характеризующим расселение. Из шести районов избраны для более подробного анализа два района с одинаково высокой степенью освоенности, но различные по уровню рассредоточенности мест жизни населения и преобладающему размеру сел и деревень.

Углубление анализа осуществлено на основе выбора территориальных таксонов меньшего размера в составе районов расселения – муниципальных районов, что дало возможность изучить особенности ликвидации части населенных пунктов, жизнеспособности существующих, а также выявить различия в нормативах устойчивости и перспективах развития по показателю достигнутой людности.

В оценке инфраструктурного обеспечения населения сельских территорий избран один из элементов необходимых современному сельскому жителю – финансовая услуга, осуществляемая с помощью филиальной сети банка, элементы которой размещены в населенных пунктах. Концепция совершенствования размещения элементов сети и создания новых форм обслуживания принята в качестве важной установки в достижении устойчивости функционирования и устойчивости развития сельских территорий.

Методически поиск подходов к проектированию совершенствования размещения офисов банка в целях удовлетворения потребностей населения в его услугах выполнен с использованием экспертной оценки социально – экономической активности территорий, регрессионной модели для определения действия влияющих факторов и на основе создания концептуальной схемы взаимодействия обслуживающей структуры и ее клиентов.

Основными материалами, использованными в исследовании, являются сведения о численности населения каждого населенного пункта по пяти последним переписям населения, статистика о трудозатратах и иные материалы, характеризующие обслуживающую деятельность финансовых структур.

Особенности использованных методик охарактеризованы в тексте.

Результаты исследования и их обсуждение

Исследуя сельские территории Пермского края с помощью группировки населенных пунктов по числу жителей и используя сравнение статистических сведений в периоды с 10–летним временным интервалом, авторы попытались оценить устойчивость функционирования сельских территорий. При этом они имели в виду, что населенные пункты являются местами жизни, а их соотношение по наличию числа в выделенных группах, размеру (числу жителей) и по направлению изменений в их сети является весьма показательным в определении степени устойчивости сельских территорий. Расчеты, представленные в табл. 1, используют статистику трех последних переписей населения.

Выявлено уменьшение общего числа сёл и деревень, а также во всех группах по величине, исключая ту, в которой населенные пункты имеют свыше 1000 жителей. В ней число сёл и деревень, наоборот, увеличилось. Тенденция за весь период является однонаправленной как по численности населения, так и по состоянию сети населенных пунктов.

Тем не менее не следует делать вывод о потере устойчивости сельских территорий, поскольку направление динамики необходимо рассматривать одновременно с оценкой динамики соотношения

населения, проживающего в сельской местности и в городах Пермского края. Это соотношение свидетельствует о повышении роли сельских территорий в его пределах. Если в 2002 г. доля сельского населения в общей численности населения составляла 24,7 %, то в 2010 г. она увеличилась до 25%, в то время как доля городского населения уменьшилось с 75,3 в 2002 г. до 75% в 2010 г. Имеется и ряд других аргументов в пользу наличия определенной устойчивости основного каркаса сельского расселения Прикамья, отражающего в значительной мере степень устойчивости сельских территорий в целом.

Таблица 1

Группировка сельских населенных пунктов Пермского края по численности населения

Год	Всего	Число жителей				
		0	1–100	101–500	501–1000	Свыше 1000
Сельские населенные пункты, ед.						
1989	3953	-	2610	997	239	107
2002	3961	342	2417	896	185	121
2012	3644	244	2331	793	153	123
Население, чел.						
1989	700223	-	78736	232682	165120	223685
2002	697774	-	67707	215146	127645	287276
2012	659206	-	62081	185793	104116	307316

Примечание. Составлена авторами по материалам статических сборников территориального органа федеральной службы государственной статистики по Пермскому краю с итогами переписей 2002 и 2010 гг.

Интересным и немаловажным аспектом в анализе степени устойчивости сельских территорий является выявление интенсивности ликвидации части сельских населенных пунктов. В целях определения территориальных различий данного процесса в пределах изучаемого региона использовано районирование, представленное в [5].

Пермский край по характеру сети населенных пунктов не однороден и включает шесть районов населения. В табл. 2 показан расчет доли ликвидированных деревень от числа существующих в базисном году. Показатель выражен в процентах и выявляет территориальные различия в пределах исследуемой территории. С помощью использования показателя, выраженного в относительных единицах, достигается сопоставимость районов расселения, которые весьма различны по занимаемой площади и характеру расселения, что отражено в названиях районов.

Для определения направления процесса и изменений в его интенсивности использована статистическая база с информацией о населенных пунктах (на основе подробных материалов переписи населения с указанием названия и численности населения каждого села и деревни), специально созданная для сравнения двух периодов. Первый – с 1959 по 1979 г., второй – с 2002 по 2010 г.

Как показали расчеты, в первом из рассматриваемых периодов ликвидация сёл и деревень во всех районах расселения интенсивна, особенно в северной части Пермского края. Второй период характеризуется снижением интенсивности процесса ликвидации, что связано с изменением ситуации в наличии рабочих мест не только в сельской местности, но и в городах.

Оправданно отметить определённое проявление возрождения сети населённых пунктов: образование новых населённых пунктов и возврат жителей в некоторые прежние места проживания. Наряду с этим имеет место не очень масштабная, но всё же заметно проявляющаяся тенденция изменения статуса некоторых населённых пунктов городского типа и введение их в состав сельских в период между последними переписями населения (2002–2010 гг.) В целом, показательно снижение интенсивности процесса ликвидации, сопровождающееся приобретением большей стабильности в состоянии сети сельских населённых пунктов. Это является показателем устойчивости функционирования.

Анализ устойчивости сельских территорий на основе изучения проявляющихся тенденций изменения позволяет выявить некоторые аспекты не только устойчивости функционирования, но и устойчивости развития. В этих целях авторы применили метод «ключей». Его использование оправдано в связи с возможностью более масштабно оперировать подробной статистикой численности населения по каждому населенному пункту. В связи с этим необходимо рассматривать территории, располагающиеся внутри районов расселения и представляющие собой меньшие по

размеру, но типичные для них образования. Наиболее применимыми для такого изучения территориальными таксонами являются муниципальные районы.

Первоначальный этап выбора предусматривал определение для подробного рассмотрения районы расселения. Критерием выбора послужили степень заселенности, число и преобладающие размеры населенных пунктов. Наиболее контрастны в этом отношении Южный крупноселенный равномерного расселения и Западный район дисперсного расселения. Первый имеет более крупные по численности населения населённые пункты, которые являются местом размещения производственных объектов и местом жизни населения, занятого в сельском хозяйстве.

Таблица 2

Ликвидация и образование новых сельских населённых пунктов по двум периодам

Район расселения	Процент ликвидированных в период		Процент вновь образованных и переименованных в период	
	С 1959 по 1979 г.	С 2002 по 2010 г.	С 1959 по 1979 г.	С 2002 по 2010 г.
Северный район выборочного освоения	40	20	0	100
Северо-западный район крупно-очагового расселения	47	6	40	33,4
Восточный редкоселенный	28,7	19	0	25
Западный район дисперсного расселения	45	12	94,1	60
Юго-восточный район неоднородного расселения с преобладанием линейных форм	39	4	91,6	71,4
Южный крупноселенный район равномерного расселения	29	8	83	100

Второй район расселения (Западный дисперсного расселения) отличается многочисленностью населённых пунктов небольшого размера, их большей густотой на единицу площади, в которых проживает значительная часть сельского населения данного района расселения. Эти два района расселения – крупные наиболее освоенные и заселенные территории в составе Пермского края оправданно считать наиболее предпочтительными для сравнительного анализа.

Адекватный выбор районов расселения (идентичных внутри и контрастных в сравнение друг с другом) обуславливает последующий выбор – в их составе более мелкие территориальные образования (муниципальные районы), типичные для районов расселения по характеристикам сети населённых пунктов: Большесосновского – представителя Южного района расселения и Верещагинского – представителя Западного района расселения. В пределах Большесосновского муниципального района, по последней переписи населения 2010 г., в 62 сельских населённых пунктах проживало 14345 чел., в Верещагинском – в 108 населённых пунктах 17689 чел.

Оба муниципальных района одинаково освоены в сельскохозяйственном отношении и имеют высокую степень заселённости, что позволяет их сравнивать на вполне объективной основе. При этом в них отражена специфика, характерная для района расселения: Большесосновский район является представителем территории с сетью населённых пунктов более крупных (средняя людность 231 чел.) и менее многочисленных, Верещагинский – с сетью значительно большего числа мелких деревень (средняя людность 163 чел.). Это свидетельствует о разном уровне мелкоселенности.

Сравнительный анализ изменения численности населения каждого села и деревни позволил определить тенденцию роста или уменьшения населения в существующих в настоящее время населённых пунктах.

Деление 50-летнего периода исследования на два временных этапа дает возможность проследить изменение интенсивности ликвидации, в то время как распределение населённых пунктов по группам людности (величине) – оценить степень устойчивости элементов сети населённых пунктов и выявить направления и особенности её развития в группах населённых пунктов разной величины.

В табл. 3 и 4 представлены результаты сравнительного анализа изменения численности населения населённых пунктов в группах по величине (числу проживающих). Относительные показатели (проценты) характеризуют жизнеспособность сети населённых пунктов, отражая долю тех из них, которые увеличили численность населения. Их оправданно можно отнести к наиболее устойчивым среди существующих населённых пунктов.

Примечательно, что мелкоселенный Верещагинский район имеет более высокую степень устойчивости сети населённых мест, несмотря на большое число мелких среди них в составе сети. Расчеты, представленные в табл. 3 и 4, свидетельствуют о следующем: в классификационных группах, отражающих величину населённых пунктов, в Большесосновском районе в период с 1959 по 1979 г. проявляется большая устойчивость населённых пунктов с численностью населения 500–200 чел. (76,9%: растущих по людности), тогда как в Верещагинском районе жизнеспособными являются и с меньшей численностью населения: 200–50 чел. (72,4% растущих по людности), при определенной устойчивости даже самых мелких, с населением менее 50 чел. (14,9% растущих по людности). Исторически сложившееся дисперсное расселение выступает определённым гарантом устойчивости сети с сохранением большого числа мелких населённых пунктов.

Таблица 3

Развитие сети сельских населённых пунктов Большесосновского района

Показатели	Степень устойчивости сети				
	наиболее устойчивая	устойчивая		менее устойчивая	
	В группах населённых пунктов, чел.				
	Более 1000	1000–500	500–200	200–50	Менее 50
Населенные пункты, шт. в 2010 г.	2	1	13	18	28
Население в 2010 г., чел.	6609	588	4505	1934	709
Доля населенных пунктов, увеличивших численность населения, % (с 1959 по 1979 г.)	50	100	76,9	17,6	–
То же с 1979 по 2010 г.	50	–	7,69	5,5	7,1

Таблица 4

Развитие сети сельских населённых пунктов Верещагинского района

Показатели	Степень устойчивости сети				
	устойчивая				менее устойчивая
	В группах населённых пунктов, чел.				
	Более 1000	1000–500	500–200	200–50	Менее 50
Населенные пункты, шт. в 2010 г.	4	4	4	29	67
Население в 2010 г., чел.	8143	2769	1204	3208	2365
Доля населенных пунктов, увеличивших численность населения, % (с 1959 по 1979 г.)	50	75	50	72,4	14,9
То же с 1979 по 2010 г.	25	25	100	31	11,9

На основании приведенных аналитических толкований оправдан вывод о наличии территориальной дифференциации как устойчивости функционирования, так и устойчивости развития сельского расселения Пермского края. Данный вывод в определенной мере справедлив и для оценки устойчивости сельских территорий, хотя они характеризуются, конечно, многими другими показателями экономики, социума и природной среды жизни населения, осуществляющего разнообразную деятельность и пользующегося при этом определенным набором услуг.

Представленные в кратком изложении результаты выполненного исследования послужили авторам основой для изучения проблемы обеспечения сельских территорий услугами, необходимыми сельскому населению. При этом такое обеспечение определялось в качестве очень важной составляющей оптимизации потенциала устойчивости, придания большей прочности в

функционировании и развитии (последнее авторы понимают как движение развития по прогрессивной линии).

Услуги населению необходимы, как известно, самые различные, относящиеся как к социально-бытовой инфраструктуре, так и к социально-духовной. Возникает необходимость получения образования, медицинской помощи, достойных условий быта с наличием инженерных сетей, а также других услуг, определяющих качество жизни, наряду с наличием доходов. Однако в современном мире все большее значение приобретают элементы социальной инфраструктуры, определяющие возможность осуществления операций финансового характера: получение кредитов, оплата коммунальных услуг, страховые, накопительные и иные операции. Осуществляемые банками они связаны с функционированием филиальной сети, размещенной в населенных пунктах.

В настоящее время признано, что непосредственное присутствие офисов банка в пределах сельских территориальных образований является значимым фактором развития сельской экономики. Однако существует проблема обслуживания глубинных территорий, т.е. она имеет две стороны, отражающих интересы населения и банка. Население заинтересовано в сохранении филиальной сети, а банк озабочен тем, что 53% элементов сети расположено в сельской местности, но приносит только 3% дохода от ее функционирования. Для территориального объекта нашего исследования наиболее значимой структурой, обеспечивающей обслуживание сельского населения и сельской экономики в целом (включая услуги и юридическим лицам – предприятиям), является Западно-Уральский банк – подразделение Сбербанка России. Он работает на территории Пермского края, Удмуртской республики и республики Коми.

Табл. 5 и рис. 1 свидетельствуют о соотношении клиентуры банка в пределах этих трех территорий и о размещении внутренних структурных подразделений (ВСП), составляющих филиальную сеть, в населенных пунктах разных типов (411 расположено в городах, 455 – в поселках городского типа и сельских населенных пунктах).

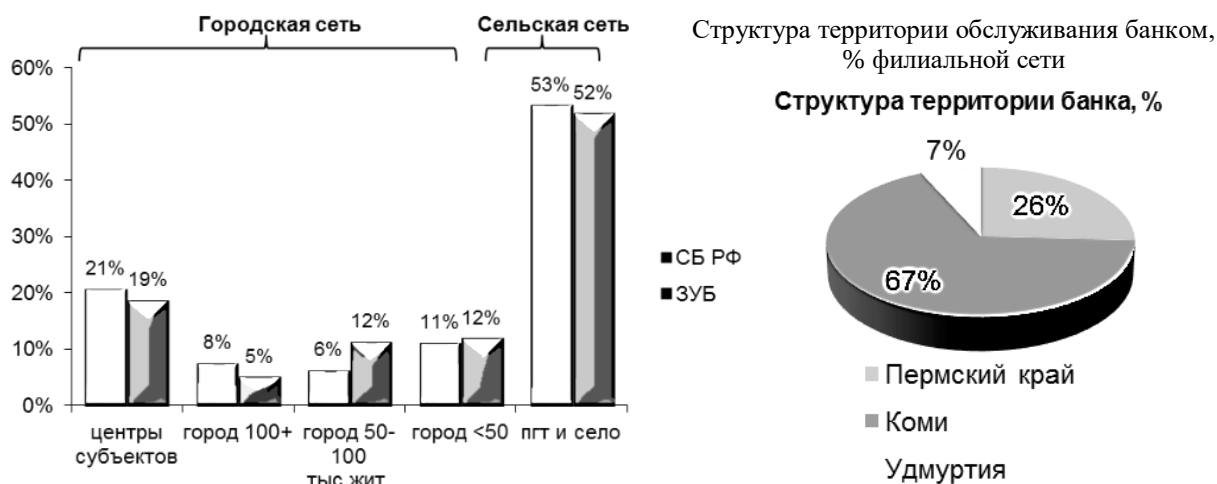


Рис. 1. Структура филиальной сети банка в территориях присутствия

Таблица 5

Структурные компоненты территорий обслуживания Западно-Уральским банком

Субъект федерации	Численность населения		Площадь, км ²	Структурные компоненты построения филиальной сети				
				Количество, шт.			Количество, тыс. шт.	
	тыс. чел.	%		Города	ПГТ	Села	Юр. лица	ИП
Пермский край	2634,461	52%	160 236	25	26	3693	69,7	74,3
Удмуртская республика	1517	30%	42 061	5	5	2119	35, 8	37
Республика Коми	880,6	17%	416 774	10	29	720	21	24
Итого по банку	5032,061	100%	619 071	40	60	6532	90,7	135,3

По мере развития аграрной экономики, что неизбежно при необходимости импортозамещения продовольствием, потребность в банковских услугах будет только возрастать, что подтверждает опыт зарубежных банков. В этой связи, рассматривая устойчивость сельских территорий как цель, формулируем большую важность поиска способов оптимизации потенциала устойчивости сельских территорий за счет совершенствования предоставления все более востребованных банковских услуг.

Для улучшения представления услуг такого рода необходимо, во-первых, изучение тенденции жизнеспособности сельских населенных пунктов. В этой связи рассмотрим трехуровневый анализ сети сельских территорий по численности населения и числу населенных пунктов по Пермскому краю в целом, в районах расселения и ключевых муниципальных образованиях наиболее освоенной и заселенной части территории края. Во-вторых, это возможно путем изучения современной экономической деятельности, сохранения или отсутствия предприятий сельскохозяйственного производства или иных хозяйствующих субъектов.

В-третьих, улучшение финансового обслуживания возможно на основе новых методов взаимодействия банка с сельскими жителями как своими клиентами, поскольку наряду с классической формой обслуживания существуют и другие, активно внедряемые в последние годы, в виде перевода клиентов на удаленные формы обслуживания по типовым процессам, таким как выдача зарплаты, пособий, пенсий, прием регулярных платежей.

По сравнению с другими банками Сбербанк владеет колоссальным количеством ВСП. Ранее это являлось его значимым преимуществом, т.е. увеличение качества обслуживания, скорости совершения операций, уровня сопровождающего банковские продукты сервиса, возможности использования повсеместно мобильного и Интернет-банкинга, тесной интеграции классических банковских услуг со страховыми, депозитарными, транзакционными и новыми инновационными видами услуг.

Для сельской местности появились альтернативные формы обслуживания клиентов банком:

- удалённые каналы обслуживания (интернет-банкинг, устройства самообслуживания – банкоматы и терминалы);
- передвижные пункты кассовых операций (наиболее перспективная форма для обслуживания сёл с низким потенциалом развития);
- автобусы, собирающие клиентов и доставляющие к кустовому ВСП.

Программа развития сельской сети ВСП Западно-Уральского банка, выполнение которой завершается в 2018 г., позволит повысить отдачу от вложенного капитала в ВСП сельской местности и предотвратить массовое закрытие филиалов, от которых зависит финансовое обеспечение локальных сельских экономик.

Безусловно, что реформирование и оптимизация филиальной сети и форм клиентского обслуживания положительно влияют на развитие сельскохозяйственных предприятий всех форм собственности – от агрохолдингов до личных подсобных хозяйств.

Вместе с тем оптимизация форм обслуживания требует необходимости определения «точек роста» – сельских населенных пунктов, благополучных в социально-экономическом плане и имеющих хорошую перспективу развития.

Экспедиционное исследование, проведенное нами в ряде сельских территорий Прикамья, показало, что в большинстве сельских населённых пунктов, где в течение 5 либо более 5 лет уже не существует относительно крупное (более 25 штатных единиц) сельхозпредприятие любой организационной формы, практически отсутствует активная экономическая деятельность, даже если это центр сельского поселения.

Выявлены следующие факторы, непосредственно влияющие на развитие сельского населённого пункта:

- экономические (существование сельхозпредприятия, крупного дачного массива, федеральной трассы, железнодорожной станции, исправительного учреждения – любого крупного для сельского населенного пункта предприятия, служащего трудовым ядром села);
- социальные (приток или отток населения, возрастная структура);
- культурные (ценностные установки сельского населения, мотивация к развитию, обычаи и традиции);
- политические (открытие или закрытие муниципальных учреждений, взаимоотношения местной администрации с районной и соседними административными единицами).

Исследование показало (табл. 6), что наиболее жизнеспособными являются сёла, в которых существует предприятие АПК, имеющее приемлемое качество дорог и телекоммуникационные каналы. Как правило, в таких сёлах невысок отток населения и стабильно функционируют муниципальные учреждения.

Полезно также использование интегральной оценки социально-экономического потенциала сельского населенного пункта для поиска «точек роста» с применением многофакторной модели, позволяющей определять наличие регулярного транспортного сообщения, крупных дачных массивов, сельскохозяйственных предприятий и ряда других составляющих потенциала жизнедеятельности.

Определение «точек роста» с помощью такой оценки может предвещать процесс создания телекоммуникационной инфраструктуры, авторская концептуальная схема которой представлена на рис. 2.

Для того чтобы соответствовать потребностям стимулирования устойчивости в жизнедеятельности и развитию, банку, предоставляющему услуги населению и предприятиям сельских территорий, необходимо изучить возможности использования геоинформационных систем (ГИС) для оптимизации трудозатрат и снижения тем самым собственных издержек по предоставлению услуг.

Таблица 6

Оценка социально-экономической активности в сельских населённых пунктах
Очёрского и Кунгурского районов Пермского края

Населённый пункт	Качество связи	Эквайринг (терминалы для оплаты по картам)	Экономическая активность	Состояние дороги	Заключение
Сабарка	Хорошее	Слабо развит	Работает ООО «Суксунское»	Хорошее	Удовлетворительная
Киприно	Удовлетворительное	Слабо развит	Низкая	Приемлемое	Удовлетворительная
Спешково	Удовлетворительное	Не развит	Совхоз функционирует	Хорошее	Удовлетворительная
Воскресенское	Хорошее	Не развит	Низкая	Хорошее	Неудовлетворительная
Сыра	Хорошее	Не развит	Низкая	Приемлемое	Неудовлетворительная
Медянка	Хорошее	Хорошо развит	Работает колхоз	Хорошее	Удовлетворительная
Дворец	Удовлетворительное	Не развит	Низкая	Плохое	Неудовлетворительная
Михино	Плохое	Не развит	Низкая	Приемлемое	Неудовлетворительная
Дубовое	Удовлетворительное	Слабо развит	Низкая	Плохое	Неудовлетворительная
Чайка	Хорошее	Хорошо развит	Высокая	Хорошее	Удовлетворительная
Таборы	Хорошее	Слабо развит	Высокая	Хорошее	Удовлетворительная

Пример оптимизации трудозатрат персонала банка за 6 месяцев использования ГИС «SAS Планета» приведен в табл. 7.

В нашем исследовании, нацеленном на выявление возможностей увеличить степень устойчивости сельских территорий, данный пример использования новых технологий в структуре подтверждает факт улучшения ситуации при сохранении необходимой в сельской местности филиальной сети в виде ВСП банка, что в настоящее время весьма непросто.

Крупнейшая кредитная организация, являющаяся основным звеном финансовой системы страны, – Сбербанк столкнулась с необходимостью повышения эффективности работы своей филиальной сети. С 2007 г. осуществляемые реформы значительно улучшили качество обслуживания клиентов и экономическую эффективность бизнеса. Однако в 2014–2015 гг. стало очевидно, что следует повышать эффективность бизнеса не только в крупных городах, но и в пределах муниципальных районов.

функционирования ВСП (валовая прибыль по организациям сельскохозяйственной отрасли, численность занятого населения по отраслям экономики района и др.).

Таблица 7

Оптимизация трудозатрат, связанных с работой в ГИС

Операция	Интернет-сервисы и бумажные карты			“SAS. Планета”			Экономия		
	Время операции, мин	Точки (операции)	Временные затраты в год, дн.	Время операции, мин	Точки (операции)	Временные затраты в год, дн.	Время операции, мин	Временные затраты в год, дн.	Оптимизировано затрат на оплату труда, руб.
Планирование командировок	35	1204	88	7	1204	18	28	70	159 621
Планирование аудитов	60	1670	209	10	1670	35	50	174	395 360
Подготовка ответов на запросы и текущая работа	60	950	119	10	950	20	50	99	224 905
Разработка маршрутов МБО (7 шт. в 2014 г.)	69	714	103	25	714	38	43	65	146 894
Оценка качества переформатирования	50	314	33	10	314	7	40	26	59 470
Моделирование целевой сельской сети	60	388	49	10	388	8	50	40	91 856
Оптимизация труда работников с сетями	40	5700	475	10	5700	119	30	356	809 659
ИТОГО ЗА ГОД	X	10 940	1 074	X	10 940	243	X	831	1 887 765

Таблица 8

Результаты оценки наилучшей спецификации регрессионной модели

Переменная	Обозначение	Условные баллы значимости показателей (от 1 до 10)
trans1	Количество тарифицируемых банковских транзакций	1
pop1	Численность обслуживаемого населения, чел.	6
exp	Операционные расходы, тыс. руб.	9
workdays	Количество рабочих дней в неделю ВСП	3
distance	Расстояние до районного центра, км	9
tpop2	Численность трудоспособного населения, чел.	2
average_salary_agrop	Среднемесячная заработная плата работников сельхоз. отрасли	8
agrop	Валовая прибыль по всем сельхозпредприятиям, тыс. руб.	8
post	Наличие почты	0
center	Находится ли ВСП в центре сельского поселения	1
highway	Наличие федеральной трассы	3
railway	Наличие ж/д станции	1
horticulture	Наличие садоводческих товариществ	0
enterprise	Наличие сельхозпредприятий с числом работников >100 чел.	2

В-третьих, это демографические факторы (численность населения в сельских населенных пунктах, численность постоянного населения по районам, численность населения в трудоспособном возрасте по районам).

Использование регрессионной модели позволяет определить наиболее значимые влияющие факторы. Для анализа использован массив информации по 243 ВСП, расположенным в сельской местности Пермского края.

С помощью модели выявлены наиболее значимые коэффициенты 15 переменных. Полученные результаты по значимым параметрам построенных регрессионных моделей для разных групп районов отличаются, что связано с разным социально-экономическим и демографическим потенциалом территорий и неравномерностью их развития.

Эконометрический анализ позволил проанализировать социально-экономический потенциал муниципальных районов и выделить ключевые показатели оценки внешней среды функционирования сельских ВСП. В результате, из большого количества внешних и внутренних характеристик в задачу оптимизации на следующем этапе изучения ситуации оправданно включить 5 значимых переменных – численность обслуживаемого населения ($pop1$), операционные расходы ВСП (exp), расстояние до районного центра ($distance$), среднемесячная заработная плата работников сельхозпредприятий ($salary$) и валовая прибыль по всем сельхозпредприятиям ($agrop$). Это обусловит создание инструмента оптимизации филиальной сети на основе комплексной оценки развития сельских территорий. Такая оптимизация, в свою очередь, позволит увеличить потенциал устойчивости сельских территорий.

Выводы

Исследование сельских территорий Пермского края с позиций определения их устойчивости, выполненное на основе изучения динамики существующего сельского расселения за 50-летний период, свидетельствует о сохранении территориальных пропорций в степени освоенности и заселенности территории края. Были определены перспективы сохранения сельских населенных пунктов, показывающие жизнеспособность на основе роста численности населения с выявлением норматива устойчивости на Юге Пермского края при достижении 500 жителей, а на западе края – 200 жителей. Кроме того, были сформулированы перспективы развития сельских территорий в пределах выделенных районов расселения. Эти аргументы позволяют констатировать наличие потенциала устойчивости функционирования сельских территорий, которые требуют создания условий для упрочения устойчивости развития. Очевидным стимулом для этого, наряду с сохранением материального производства сельской местности, является сохранение предоставляемых населению услуг и обогащение форм их предоставления, в том числе на основе новых информационных технологий. Филиальная сеть банковских услуг при ее сохранении и оптимизации обусловит рост потенциала устойчивости сельских территорий, необходимого населению любого региона и страны в целом.

Библиографический список

1. Гончарук В. А. Филиальные сети: практика построения [Электронный ресурс]. URL: <http://www.goncharuk.ru/?page=31&p=1> (дата обращения: 01.10.2015).
2. Готовац С., Денисова М., Бобров А. Технологии рейтингов [Электронный ресурс]. URL: <http://www.md-consulting.ru/articles/html/article19.html> (дата обращения: 15.10.2015).
3. Кисельгоф С.Г., Алескеров Ф.Т. Размещение отделений банка. Обзор проблемы // Бизнес-информатика. 2009. №1. С. 59–69.
4. Кисельгоф С.Г. Модели реструктуризации филиальной сети коммерческого банка // XI Межд. науч. конф. по проблемам развития экономики и общества. М., 2011. С. 594–605.
5. Мичурина Ф.З. Районирование сельских территорий по пространственным и структурным показателям расселения // Пермский аграрный вестник: науч.-практ. журнал. Пермь: Изд-во «Прокрость», 2013. С. 38–43.
6. Постюшков А.В. Методика рейтинговой оценки предприятий // Коммерсант. 2003. №1 [Электронный ресурс]. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/metodika-reytingovoy-otsenki-predpriyatiy> (дата обращения: 20.11.2015).
7. Ратникова Т.А., Фурманов К.К. Анализ панельных данных и данных о длительности состояний // Хозяйство и право. 2014. Вып. 7. С. 66–88.
8. Советский энциклопедический словарь / гл. ред. А.М. Прохоров. М.: Энциклопедия, 1984. 1600 с.

9. Современный толковый словарь русского языка / гл. ред. С.А. Кузнецов. М.: Ридерз Дайджест, 2004. 960 с.
10. Boufounou P.V. Evaluating bank branch location and performance: A case study // *European Journal of Operational Research*. 1995. №87(2). P. 389–402.
11. Camanho A.S., & Dyson, R. G. Cost efficiency, production and value-added models in the analysis of bank branch performance // *Journal of the Operational Research Society*. 2005. №56(5). P. 483–494.
12. Cinar N., & Ahiska S.S. A decision support model for bank branch location selection // *In Proceedings of the 2010 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*. August. 2010. P. 1–9.
13. Zhang L., & Rushton G. Optimizing the size and locations of facilities in competitive multi-site service systems // *Computers & Operations Research*. 2008. №35(2). P. 327–338.

References

1. Goncharuk, V.A., “Branch networks: practice of building”, available at: <http://www.goncharuk.ru/?page=31&p=1>, (Accessed 10.01.2015).
2. Gotovats, S., Denisov, M., Bobrov, A., “Rating Technologies”, available at: <http://www.md-consulting.ru/articles/html/article19.html>, (Accessed 10.15.2015).
3. Kisel'gof, S.G., Aleskerov, F.T. (2009), “Placement of bank branches. Review of the problem”, *Business Informatics*, no.1, pp. 59–69.
4. Kisel'gof, S.G. (2011), “Models of restructuring a branch network of a commercial bank”, *Proc. of XI Int. Sci. Conf. on economic and social development*, Moscow, Russia, pp. 594–605.
5. Michurina, F.Z. (2013), “Zoning of rural areas according to the spatial and structural indicators of resettlement”, *Perm Agrarian Journal*, Prokrost', Perm, Russia, pp. 38–43.
6. Postyushkov, A.V. (2003), “Methods of assigning ratings for companies”, *Kommersant [Businessman]*, no.1, available at: <http://cyberleninka.ru/article/n/metodika-reytingovoy-otsenki-predpriyatiy>, (Accessed: 11.20.2015).
7. Ratnikova, T.A., Furmanov, K.K. (2014), “Analysis of panel data and data on the duration of states”, *Business and Law*, no.7, pp. 66–88.
8. Prokhorov, A.M. (ed) (1984), *Soviet encyclopedic dictionary*, Encyclopedia, Moscow, 1600 p.
9. Kuznetsov, S.A. (ed.) (2004), *Modern Dictionary of Russian language*, Reader's Digest, Moscow, 960 p.
10. Boufounou, P.V. (1995), “Evaluating bank branch location and performance: A case study”, *European Journal of Operational Research*, no. 87 (2), pp. 389–402.
11. Camanho, A. S., Dyson, R. G. (2005), Cost efficiency, production and value-added models in the analysis of bank branch performance, *Journal of the Operational Research Society*, no. 56 (5), pp. 483–494.
12. Cinar, N., Ahiska, S. S. (2010), A decision support model for bank branch location selection, *In Proceedings of the 2010 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, pp. 1–9.
13. Zhang, L., Rushton, G. (2008), “Optimizing the size and locations of facilities in competitive multi-site service systems”, *Computers & Operations Research*, no. 35 (2), pp. 327–338.

Поступила в редакцию: 23.06.2016

Сведения об авторах

Мичурина Фрида Захаровна

доктор географических наук, профессор,
заведующий кафедрой отраслевой и
территориальной экономики Пермской
государственной сельскохозяйственной
академии;
Россия, 614990, г. Пермь,
ул. Петропавловская, 23;
e-mail: ot.ekonomics@pgsha.ru

About the authors

Frida Z. Michurina

Doctor of Geographical Science, Professor, Head of
the Department of Sectoral and Territorial Economy,
Perm State Agricultural Academy;
23, Petropavlovskaya st., Perm, 614990, Russia;
e-mail: ot.ekonomics@pgsha.ru

Мичурин Сергей Борисович

кандидат географических наук, доцент кафедры туризма Пермского государственного национального исследовательского университета; Россия, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15; e-mail: michura2004@rambler.ru

Sergey B. Michurin

Candidate of Geographical Science, Associate Professor, Department of Tourism, Perm State University; 15, Bukireva st., Perm, 614990, Russia; e-mail: michura2004@rambler.ru

Щербаков Владимир Игоревич

менеджер Управления продаж и обслуживания в сети ВСП Западно-Уральского банка ПАО Сбербанк; Россия, 614016, г. Пермь, ул. Куйбышева, 66/1; e-mail: statskiy@bk.ru

Vladimir I. Shcherbakov

Manager of Management of sales and servicing in network of branches in Sberbank of Russia; 66/1, Kuibyshev(a) st., Perm, 614016, Russia; e-mail: statskiy@bk.ru

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:

Мичурина Ф.З., Мичурин С.Б., Щербаков В.И. Оптимизация потенциала устойчивости сельских территорий на основе развития элементов социальной инфраструктуры // Географический вестник = Geographical bulletin. 2016. №3(38). С. 48–61. doi 10.17072/2079-7877-2016-3-48-61

Please cite this article in English as:

Michurina F.Z., Michurin S.B., Shcherbakov V.I. Optimization of rural areas' stability potential based on the development of social infrastructure elements // Geographical bulletin. 2016. №3(38) P. 48–61. doi 10.17072/2079-7877-2016-3-48-61

ГИДРОЛОГИЯ

УДК 556.552

Е.В.Обухов¹, Е.П. Корецкий²**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВОДНОСТИ ГОДА НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ВНЕШНЕГО ВОДООБМЕНА ДНЕПРОВСКИХ ВОДОХРАНИЛИЩ**¹ *Международная академия наук экологии, безопасности человека и природы, г. Одесса, Украина*² *Каховская гидрометеорологическая обсерватория, с. Веселе, Украина*

На основе составляющих водных балансов и постепенного их учета проведено исследование внешнего водообмена на пяти днепровских водохранилищах за период их эксплуатации до 2013 г. с учетом водности года. Определены коэффициенты интенсивности и показатели внешнего водообмена по каждому месяцу года, месяцы с максимальной и минимальной интенсивностью внешнего водообмена во временных единицах и основной фактор влияния на него – боковая приточность в водохранилище, осадки и испарение, хозяйственное их использование. Проведено сравнение интенсивности внешнего водообмена по водохранилищам Днепроовского каскада и по годам водности. Результаты исследований могут быть полезными при формировании гидрохимического и разработке эксплуатационного режимов водохранилища в условиях изменения климата.

Ключевые слова: водохранилище, водный баланс, водообмен, интенсивность, показатель, коэффициент.

E.V.Obukhov¹, E.P. Koretsky²**STUDY OF WATER CONTENT EFFECTS ON THE INTENSITY OF THE EXTERNAL WATER EXCHANGE IN THE DNIEPER RESERVOIRS**¹ *International Academy of ecology, man and life protection sciences, Odessa, Ukraine*² *Kakhovka Hydrometeorological Observatory, Vesele, Ukraine*

The paper presents the results of the study of the external water exchange in 5 of the Dnieper reservoirs during their exploitation up to 2013 taking into account the dryness of the year. The study is based on water balance components and their gradual accounting. In the course of research, we determined intensity coefficients and external water exchange rates for each month of the year, the months with maximum and minimum intensity of external water exchange in time units and the main factor influencing it, which is the lateral inflow in the reservoir, precipitation and evaporation and economic use of the reservoirs. We compared the external water exchange intensity of the Dnieper cascade reservoirs based on the water content. The research results can be useful in the formation of hydrochemical and development of operational regimes of the water reservoir under conditions of climate change.

Key words: water reservoir; water balance; water exchange; intensity; rate; coefficient.

doi 10.17072/2079-7877-2016-3-62-71

Рациональное использование и охрана водных ресурсов в современных условиях развития общества является одной из его важнейших проблем [2]. Комплексное использование речных водохранилищ и их каскадов различными водопотребителями и водопользователями усложняется рядом противоречий в разработке режимов их эксплуатации, что требует их мониторинга, обобщения и анализа результатов наблюдений и постоянного совершенствования режимов, особенно в условиях изменения климата.

Одной из важнейших характеристик современного состояния водохранилищ являются внутренний и внешний водообмен в них и качество воды. Этим вопросам в прошлом веке уделяли внимание многие ученые и исследовательские организации [1–8,18–20], однако возникает необходимость внести соответствующие поправки в результаты прошлых исследований.

На Днепровском каскаде водохранилищ в результате многоэтапных согласований многоотраслевых и внутриотраслевых противоречий сложился современный эксплуатационный режим, который в свете начавшейся реконструкции каскада также нуждается в дальнейшем усовершенствовании.

Целью данной работы является исследование интенсивности внешнего водообмена на работающих в каскаде пяти днепровских водохранилищах с учетом водности года эксплуатации, горизонтальной и вертикальной составляющих водообмена и их хозяйственного использования до 2013 г.

Материалы и методика исследования

Основными материалами исследования являются реальные водобалансовые показатели по пяти днепровским водохранилищам за многоводный 1970 ($p=1,89\%$ – за 52 года эксплуатации Кременчугского водохранилища) и маловодный 1972 ($p=92,45\%$, аналогично) годы их эксплуатации. Каневский гидроузел был введен в эксплуатацию в 1976 г.

Днепр – третья из больших рек Европы. Ее длина составляет 285 км, в границах Украины – 1121 км. Общая водосборная площадь бассейна Днепра – 503,6 тыс. км², в границах Украины – 293 тыс км² (55%). Исток Днепра находится на Валдайской возвышенности в Смоленской области РФ на высоте 220 м над уровнем моря, общий уклон реки – 0,11‰. Впадает Днепр в Черное море. Всего в бассейне Днепра 32 тыс. водотоков, среди которых 89 длиной 100 км и более. Густота речной сети меняется от 0,39 км/км² в зоне лесов до 0,20 км/км² и менее на юге.

Средний многолетний сток Днепра в устье составляет 53,5 млрд м³, из которых 85% стока формируется в верхней его части, до Киева. Сток реки очень неравномерный. Например, расход реки в районе г. Киев колеблется от 200 до 25 тыс м³/с, т.е. максимальный расход воды превышает минимальный в 125 раз. Водный режим Днепра имеет четко выраженную сезонность: резко выраженное весеннее половодье, летнюю межень, осеннее увеличение водности реки и зимнюю межень с паводками в период оттепелей. Ледостав начинается в декабре. Основное (65%) питание Днепра и рек его бассейна – снеговое, 33% от объема стока составляет подземное питание. Наиболее полноводные месяцы – апрель и май, а сентябрь – наименее полноводный. Годовая сумма осадков уменьшается с 620 мм (возле Киева) до 323 мм (возле Херсона), а суммарное испарение, соответственно, увеличивается от 642 до 921 мм.

Потенциальные гидроэнергетические ресурсы Днепра оцениваются в 14,6 млрд кВт·ч электроэнергии в средний по водности год. Схема комплексного использования водных ресурсов Днепра позволила получить около 10 млрд кВт·ч гидроэнергии, создать глубоководный транспортный путь длиной более 1000 км, обеспечить водой многоотраслевой хозяйственный комплекс и коммунально-бытовые потребности населения.

Шесть гидроэлектростанций на Днепре ниже Киева осуществляют перераспределение неравномерного стока реки во времени, изменяя тем самым ее гидрологический режим. Днепровский каскад гидроузлов строился почти половину столетия (1927–1976). Первой была построена Днепровская гидроэлектростанция, которая после войны была восстановлена, а потом расширена до общей мощности 1538 МВт. Начиная с 1956 г., приблизительно через каждые четыре года последовательно вводились в эксплуатацию Каховская, Кременчугская, Днепродзержинская, Киевская и Каневская ГЭС.

Установленная мощность Киевской, Каневской, Кременчугской, Днепродзержинской, Днепровской и Каховской ГЭС вместе с Киевской ГАЭС составляет 3905 МВт, а средний годовой выработок электроэнергии шести ГЭС равен 9274 млн кВт·ч при установленной мощности 3680 МВт. Пропускная способность ГЭС при НПУ (м³/с): Киевской – 5600, Каневской – 7300, Кременчугской – 5400, Днепродзержинской – 4200, Днепровской – 4950, Каховской – 2600. Сток через турбины в % от среднегогодового бытового стока реки: Киевской ГЭС – 96, Каневской – 96, Кременчугской – 95, Днепродзержинской – 91, Днепровской – 94, Каховской – 87. Полный объем водохранилищ каскада равен 43,58 км³, а полезный – 18,3 км³.

Площадь шести водохранилищ при нормальном подпорном уровне (∇ НПУ) составляет 6885 км², а при уровне мертвого объема (∇ УМО) – 4797 км². Общая длина водохранилищ равна 890 км, а береговой линии – 3079 км. Суммарная площадь мелководий до 2 м – 1341 км², а до 1 м – 635 км². В границах каскада защищено от затопления 198 тыс. га территории, с которой ежегодно откачивается около 3 км³ воды.

Результаты и их обсуждение

Показатели интенсивности внешнего водообмена водохранилищ включают составляющие: горизонтальную (приток воды по основной реке и боковой, а также сток из водохранилища через гидроузлы) [1; 2; 8] и вертикальную (атмосферные осадки на водную поверхность и испарение с нее) [19]. Отметим также учет в расчетах сбросов в водохранилище сточных и бытовых вод, забор воды на хозяйственные нужды и др.

Коэффициенты интенсивности внешнего водообмена K_v по притоку определялись по формуле С.В. Григорьева [7; 8; 18; 19], по стоку – по формуле Л.И. Дубровина [7; 19], средний – по формуле В.Н. Штефана [1; 2; 4; 7; 19]: коэффициент интенсивности водообмена K_v с учетом всех составляющих водного баланса водоема – по формуле А.С. Литвинова [7]: показатель внешнего водообмена во временных единицах T_v – по формуле Г.П. Калинина и А.В. Караушева [5; 6].

Используя вышеизложенную методику, были рассчитаны показатели внешнего водообмена для пяти *днепровских* водохранилищ в характерные по водности годы (1970 и 1972) за период их эксплуатации до 2013 г. (рис. 1, 2).

Сравнительные показатели T_v и коэффициенты интенсивности внешнего водообмена K_v рассчитывались с постепенным учетом всех составляющих водного баланса водохранилищ: K_{v1} учитывает только основной приток и сток через гидроузел; K_{v2} – еще и боковую приточность; K_{v3} – еще осадки и испарение с водохранилища; K_{v4} – сумму приходных и расходных составляющих водного баланса.

Киевское водохранилище – первая ступень в составе Днепроовского каскада, на которой осуществляется ограниченное сезонное регулирование стока (площадь водосбора 239000 км², среднегоголетний сток 33,1 км³). Полная и полезная емкости водохранилища, соответственно, 3,73 и 1,17 км³. Объем притока воды в водохранилище в многоводном 1970 г. равен 58,94 км³, а расхода из водохранилища – 54,88 км³. В маловодном 1972 г. приток составлял 25,28 км³, расход – 24,86 км³.

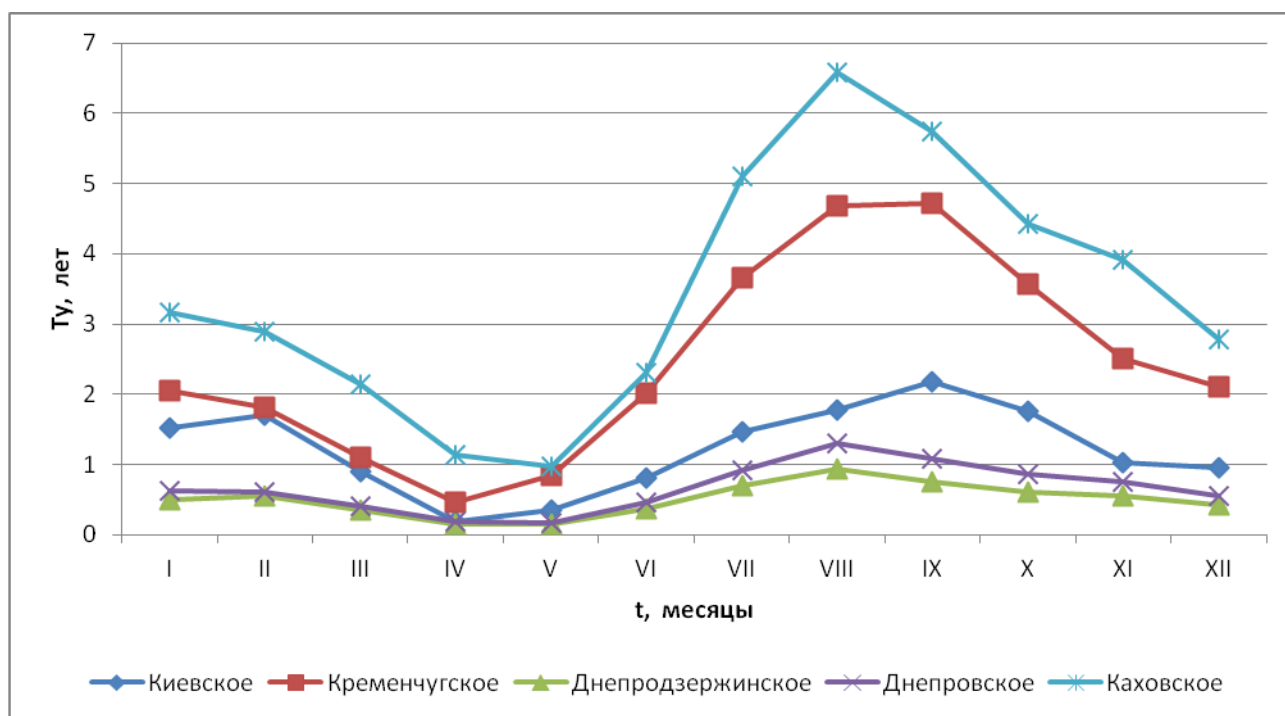


Рис. 1. График показателей внешнего водообмена $T_v(t)$ на каскаде днепровских водохранилищ для многоводного 1970 г.

Для *Киевского* водохранилища максимальные коэффициенты интенсивности внешнего водообмена в *многоводном* году (1970) наблюдаются в апреле: $K_{v1} = 4,911$, $K_{v2} = 5,219$, $K_{v3} = 5,229$, $K_{v4} = 5,243$; минимальные – в сентябре: $K_{v1} = 0,431$, $K_{v2} = 0,448$, $K_{v3} = K_{v4} = 0,461$. Соответствующие показатели внешнего водообмена в апреле равны $T_v = 0,20$; 0,19; 0,19; 0,19 лет, а в сентябре – $T_v = 2,32$; 2,23; 2,17; 2,17 лет. Влияние бокового притока в 1970 г. наибольшее (20,51%) отмечается в марте, а наименьшее (2,78%) – в январе. Осадки и испарение оказывали максимальное влияние (более

12%) на интенсивность внешнего водообмена в июне, минимальное (около 1%) – в январе. Влияние суммарных составляющих водного баланса $K_{в4}$ на внешний водообмен (за исключением января и февраля) мало отличается от влияния $K_{в3}$.

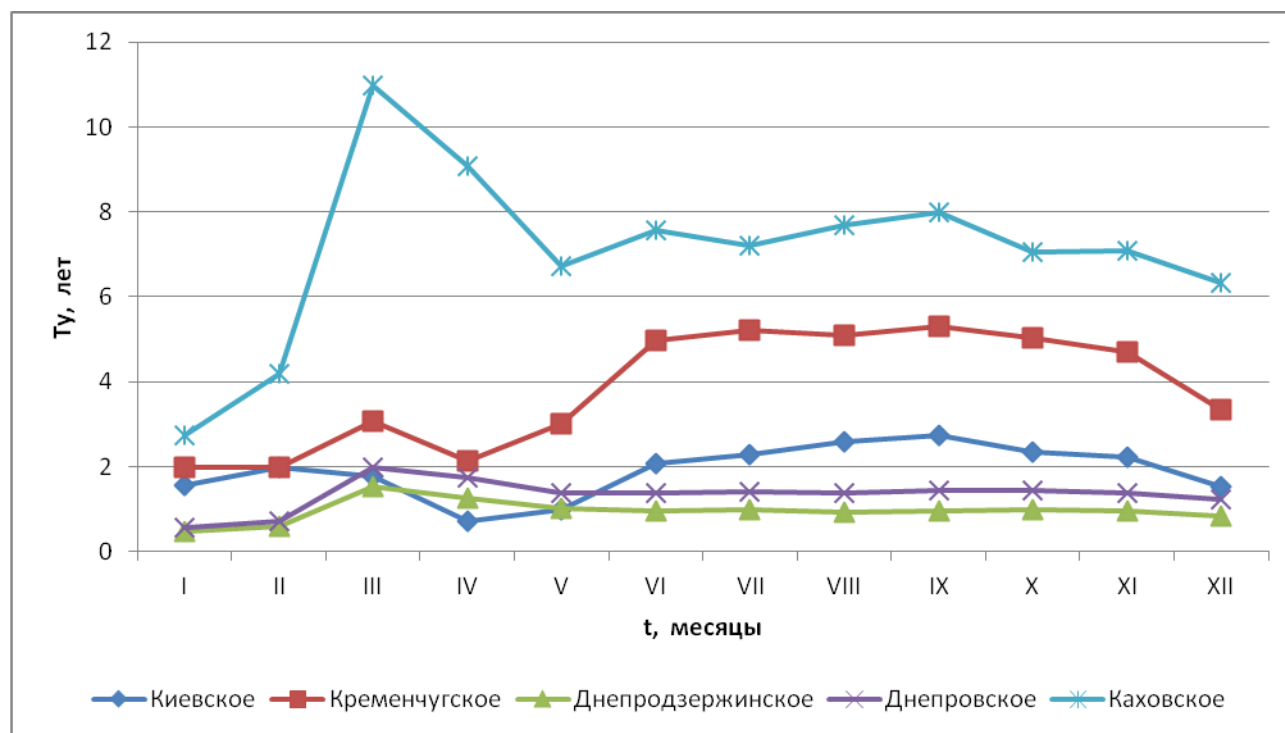


Рис. 2. График показателей внешнего водообмена $T_y(t)$ на каскаде днепровских водохранилищ для маловодного 1972 г.

Для *маловодного* года (1972) эксплуатации Киевского водохранилища соответствующие максимальные коэффициенты интенсивности внешнего водообмена наблюдаются также в апреле: $K_{в1}=1,356$; $K_{в2}=1,394$; $K_{в3}=1,403$; $K_{в4}=1,410$; минимальные также в сентябре: $K_{в1}=0,335$; $K_{в2}=0,344$; $K_{в3}=K_{в4}=0,364$. Соответствующие показатели внешнего водообмена в апреле равны $T_y=0,74$; $0,72$; $0,71$; $0,71$ лет, а в сентябре – $T_y=2,98$; $2,91$; $2,75$; $2,75$ лет. Влияние бокового притока в 1972 г. наибольшее (9,82%) отмечается в марте, а наименьшее (1,94%) – в мае. Осадки и испарение оказывали максимальное влияние (около 8%) на интенсивность внешнего водообмена в августе, минимальное (нулевое) – в декабре и январе. Влияние суммарных составляющих водного баланса $K_{в4}$ на внешний водообмен (за исключением января–марта) практически не отличается от $K_{в3}$.

Сопоставляя показатели интенсивности внешнего водообмена на Киевском водохранилище в многоводном и маловодном годах его эксплуатации, отметим идентичный характер кривых $T_y=f(t)$ с некоторым превышением временных значений в 1972 г. (рис. 1, 2). Показатель внешнего водообмена в годовом аспекте для водохранилища в многоводном году равен 0,062 лет (23 дня), а в маловодном – 0,136 лет (50 дней).

Кременчугское водохранилище – сегодня третья ступень в составе Днепровского каскада является основным его регулятором и осуществляет годичное регулирование стока с переходом к многолетнему. Площадь водосбора 382000 км^2 ; среднееголетний сток $47,8 \text{ км}^3$; полная и полезная емкости водохранилища, соответственно, $13,52$ и $9,07 \text{ км}^3$. Объем притока в водохранилище за *многоводный* 1970 г. составлял $84,4 \text{ км}^3$, расход из водохранилища – $75,55 \text{ км}^3$. В *маловодном* 1972 г. приток был равен $35,44 \text{ км}^3$, а расход – $32,67 \text{ км}^3$.

Для *Кременчугского* водохранилища максимальные коэффициенты интенсивности внешнего водообмена в *многоводном* году (1970): $K_{в1}=2,06$ (апрель), $K_{в2}=2,11$ (апрель), $K_{в3}=K_{в4}=2,12$ (апрель); минимальные: $K_{в1}=0,186$ (август), $K_{в2}=0,192$ (август), $K_{в3}=K_{в4}=0,212$ (сентябрь). Влияние бокового притока наибольшее (10,09%) в марте. Кроме того, значительный рост (5,22–12,68%) наблюдается под влиянием суммарных составляющих в период июнь–октябрь. Осадки и испарение

среди всех составляющих имеют максимальные значения влияния 9,86% (август) и минимальные – 0,28% (апрель); высокий процент отмечается в июле–сентябре.

Для *маловодного* года (1972) эксплуатации Кременчугского водохранилища соответствующие максимальные коэффициенты имеют величину: (январь) $K_{в1} = 0,491$, $K_{в2} = 0,502$, $K_{в3} = K_{в4} = 0,508$, а минимальные – $K_{в1} = 0,17$ (июль, сентябрь), $K_{в2} = 0,174$ (сентябрь), $K_{в3} = K_{в4} = 0,189$ (сентябрь). Максимальное влияние только бокового притока в марте – 4,29%, минимальное – 2,98% в феврале. Влияние суммарных составляющих водного баланса максимальное – 11,46% в июле, минимальное – 2,98% в феврале. Осадки и испарение среди всех составляющих водного баланса имеют максимальное значение – 9,18% в августе и минимальное – 0,33% в декабре, высокий процент в период июнь–сентябрь.

Сопоставляя показатели интенсивности внешнего водообмена по Кременчугскому водохранилищу в многоводном и маловодном годах его эксплуатации, отметим значительное влияние на интенсивность бокового притока в марте многоводного года – 10,09% и 4,29% – в маловодном году, а также смещение максимального влияния суммарных составляющих водного баланса водохранилища – 12,68% с августа в многоводном году на июль – 11,46% в маловодном. Максимальные показатели внешнего водообмена (в течение какого времени при данных водобалансовых параметрах водохранилища за месяц произойдет смена массы воды в водоеме) составляют 4,72 лет по данным сентября многоводного года и 5,29 лет по данным сентября маловодного года, а минимальные показатели внешнего водообмена – 0,47 лет по данным апреля многоводного года и 1,97 лет по данным января маловодного года.

Влияние забора воды на хозяйственные нужды и сброс промышленных и бытовых стоков на показатели интенсивности внешнего водообмена на Кременчугском водохранилище совсем незначительное. Показатель внешнего водообмена в единицах времени в годовом аспекте для Кременчугского водохранилища в *многоводном* году равен 0,13 лет (47 дней), а в *маловодном* – 0,297 лет (108 дней).

Днепродзержинское водохранилище – четвертая ступень в составе Днепровского каскада, на которой осуществляется суточное и недельное регулирование стока (площадь водосбора 434000 км²; среднегогодежный сток 52 км³; полная и полезная емкости водохранилища, соответственно, 2,46 и 0,3 км³). Объем притока воды в водохранилище в *многоводном* 1970 г. составлял 81,24 км³, а расход из водохранилища – 79,82 км³. В *маловодном* 1972 г. объем притока был равен 34,2 км³, расход из водохранилища – 33,0 км³.

Для Днепродзержинского водохранилища максимальные коэффициенты интенсивности внешнего водообмена в *многоводном* году (1970) наблюдаются в мае: $K_{в1} = 6,677$, $K_{в2} = 6,766$, $K_{в3} = 6,785$, $K_{в4} = 6,787$; минимальные в августе: $K_{в1} = 1,034$, $K_{в2} = 1,051$, $K_{в3} = 1,078$, $K_{в4} = 1,080$. Соответствующие показатели внешнего водообмена в мае для всех факторов равны $T_y = 0,15$ лет, а в августе – $T_y = 0,97$; 0,95; 0,93; 0,93 лет. Влияние бокового притока в 1970 г. наибольшее (7,44%) в марте, а наименьшее (1,12%) – в июне. Осадки и испарение оказывали максимальное влияние (более 2,4%) на интенсивность внешнего водообмена в августе, минимальное (0,06%) – в апреле. Влияние суммарных составляющих водного баланса $K_{в4}$ на внешний водообмен мало отличается от влияния $K_{в3}$.

Для *маловодного* (1972) года эксплуатации Днепродзержинского водохранилища соответствующие максимальные коэффициенты интенсивности внешнего водообмена наблюдаются в январе и равны: $K_{в1} = 2,164$; $K_{в2} = 2,183$; $K_{в3} = 2,185$; $K_{в4} = 2,187$; минимальные в марте: $K_{в1} = 0,628$; $K_{в2} = 0,645$; $K_{в3} = 0,651$; $K_{в4} = 0,653$. Соответствующие показатели внешнего водообмена в январе для всех факторов равны: $T_y = 0,46$ лет, а в марте $T_y = 1,59$; 1,55; 1,53; 1,53 лет. Влияние бокового притока в 1972 г. наибольшее (7,65%) в апреле, а наименьшее (0,52%) – в феврале. Осадки и испарение оказывали максимальное влияние (около 2,15%) на интенсивность внешнего водообмена в августе, минимальное (нулевое) – в феврале. Влияние суммарных составляющих водного баланса $K_{в4}$ на внешний водообмен отличается от $K_{в3}$ на 0,2 %.

Сопоставляя показатели интенсивности внешнего водообмена на Днепродзержинском водохранилище в многоводном и маловодном годах его эксплуатации, отметим заметное расхождение кривых $T_y = f(t)$ с марта по июль и с сентября по декабрь (рис. 1, 2). Показатель внешнего водообмена в единицах времени в годовом аспекте для водохранилища в *многоводном* году равен 0,031 лет (11 дней), а в *маловодном* – 0,072 лет (26 дней).

Днепровское водохранилище – пятая ступень в составе Днепровского каскада, на которой осуществляется суточное и недельное регулирования стока (площадь водосбора 464000 км²; среднегогодежный сток 52,3 км³; полная и полезная емкости водохранилища, соответственно, 3,33 и

0,83 км³). Объем притока воды в водохранилище за *многоводный* 1970 г. составлял 82,39 км³, а расход из водохранилища – 84,66 км³. В *маловодном* 1972 г. объем притока был равен 32,81 км³, расход из водохранилища – 33,08 км³.

Для Днепровского водохранилища максимальные коэффициенты интенсивности внешнего водообмена в *многоводном* году (1970) наблюдаются в мае: $K_{в1}= 5,779$, $K_{в2}= 5,787$, $K_{в3}= 5,796$, $K_{в4}= 5,804$; минимальные – в августе: $K_{в1}= 0,743$, $K_{в2}= 0,743$, $K_{в3}= 0,752$, $K_{в4}= 0,761$. Соответствующие показатели внешнего водообмена в мае для всех факторов равны $T_y= 0,17$ лет, а в августе: $T_y= 1,35$; 1,35; 1,33; 1,31 лет. Влияние бокового притока в 1970 г. наибольшее (8,53%) в марте, а наименьшее (0,0%) – в августе и сентябре. Осадки и испарение оказывали максимальное влияние (1,3%) на интенсивность внешнего водообмена в июле, минимальное (0,04%) – в марте и апреле. Максимальное влияние (1,16%) суммарных составляющих водного баланса $K_{в4}$ на внешний водообмен наблюдается в августе в сравнении с $K_{в3}$ (рис. 2).

Для *маловодного* года (1972) эксплуатации Днепровского водохранилища соответствующие максимальные коэффициенты интенсивности внешнего водообмена наблюдаются в январе и равны: $K_{в1}= 1,798$; $K_{в2}= 1,801$; $K_{в3}= 1,801$; $K_{в4}= 1,808$; минимальные в марте: $K_{в1}= 0,492$; $K_{в2}= 0,495$; $K_{в3}= 0,498$; $K_{в4}= 0,505$. Соответствующие показатели внешнего водообмена в январе для всех факторов равны: $T_y= 0,56$ лет, а в марте $T_y= 2,03$; 2,02; 2,01; 1,98 лет. Влияние бокового притока в 1972 г. наибольшее (1,24%) в апреле, а наименьшее (0,0%) – в сентябре. Осадки и испарение оказывали максимальное влияние (около 2,46%) на интенсивность внешнего водообмена в сентябре, минимальное (нулевое) – в январе и феврале. Влияние суммарных составляющих водного баланса $K_{в4}$ на внешний водообмен максимальное (1,36%) по отношению $K_{в3}$ в июле.

Сопоставляя показатели интенсивности внешнего водообмена на Днепровском водохранилище в *многоводном* и *маловодном* годах его эксплуатации, отметим заметное расхождение кривых $T_y=f(t)$ с марта по июль и с сентября по декабрь (рис.1, 2). Показатель внешнего водообмена в единицах времени в годовом аспекте для водохранилища в *многоводном* году равен 0,039 лет (14 дней), а в *маловодном* – 0,099 лет (36 дней).

Каховское водохранилище – шестая ступень Днепровского каскада осуществляет сезонное и частично многолетнее регулирование стока (полная и полезная емкости водохранилища 18,2 и 6,8 км³ соответственно, площадь водосбора 482000 км²; среднегодовое стока 52,2 км³). Объем притока воды в водохранилище в *многоводном* 1970 г. составил 86,08 км³, а расход из водохранилища – 81,92 км³. В *маловодном* 1972 г. объем притока был равен 32,09 км³, расход из водохранилища – 26,65 км³.

Для Каховского водохранилища максимальные коэффициенты интенсивности внешнего водообмена в *многоводном* году (1970) составили (май) $K_{в1}= 0,70$, $K_{в2}= 0,998$, $K_{в3}= 1,01$, $K_{в4}= 1,02$; минимальные – (август) $K_{в1}= 0,120$, $K_{в2}= 0,122$, $K_{в3}= 0,134$, $K_{в4}= 0,152$. Влияние бокового притока наибольшее (22,76%) в мае и в апреле (25,03%), а с учетом испарения и осадков – 30,4% в мае и 25,2% – в апреле.

В *маловодном* году (1972) эксплуатации водохранилища соответствующие максимальные коэффициенты интенсивности внешнего водообмена следующие: (январь) $K_{в1}= 0,358$, $K_{в2}= 0,359$, $K_{в3}= 0,360$, $K_{в4}= 0,364$; минимальные – (март) $K_{в1}= 0,080$, $K_{в2}= 0,081$, $K_{в3}= 0,084$, $K_{в4}= 0,091$. Максимальное влияние бокового притока на внешний водообмен составляет 17,7% в августе, 17,5% в июле, 17,4% в июне, а с учетом осадков и испарения в те же месяцы – 25,6; 25,6; 25,2%, даже в сентябре – 17,6%. Высокий процент в течение шести месяцев (апрель–сентябрь) от 20,1 до 28,6% влияет на интенсивность внешнего водообмена суммарных составляющих водного баланса водохранилища.

Сопоставляя показатели интенсивности внешнего водообмена по Каховскому водохранилищу в *многоводном* и *маловодном* годах его эксплуатации, отметим значительное влияние бокового притока в весенние (апрель–май) месяцы в *многоводном* году и в летние (июнь–август) – в *маловодном*. В аналогичные месяцы высокие проценты влияния суммарных составляющих водного баланса достигают значений от 28,6 до 31,41%.

Влияние забора воды на хозяйственные нужды и сброс промышленных и бытовых стоков на показатели интенсивности внешнего водообмена на Каховском водохранилище составляют до 11% в летние месяцы *многоводного* года и до 18% в те же месяцы *маловодного* года. Максимальные показатели внешнего водообмена составляют 6,58 лет за август *многоводного* и 10,99 лет за март *маловодного* годов, а минимальные – 0,98 лет за май *многоводного* и 2,75 лет – за январь *маловодного* годов. Показатели внешнего водообмена в единицах времени в годовом аспекте составляют в *многоводном* году 0,21 лет (77 дней), в *маловодном* – 0,59 лет (215 дней).

Анализируя график показателей внешнего водообмена для пяти водохранилищ каскада в *многоводном* году (рис. 1), отметим самую высокую интенсивность внешнего водообмена (в пределах года) на Днепродзержинском водохранилище, а затем снижение интенсивности (особенно в летние и осенние месяцы) в такой последовательности: Днепровское, Киевское, Кременчугское и Каховское водохранилища. На снижение интенсивности внешнего водообмена на Кременчугском и Каховском водохранилищах значительно влияет их объем.

В *маловодном* году (рис. 2) последовательность расположения кривых аналогична, но кривые более распластаны в течение года. Следует отметить резкое снижение интенсивности внешнего водообмена Ту (до 11 лет) весной на Каховском водохранилище.

При сопоставлении показателей внешнего водообмена по Кременчугскому и Каховскому водохранилищам наблюдаются более высокие (почти в 3 раза) проценты влияния на них всех составляющих водных балансов и более продолжительное их влияние на Каховском водохранилище.

Выводы

1. Проведенные исследования показали самую высокую интенсивность внешнего водообмена в пределах многоводного и маловодного годов из пяти водохранилищ каскада на Днепродзержинском водохранилище, а самую низкую – на Каховском.

2. Отмечается очевидное влияние на интенсивность внешнего водообмена объема водохранилища, что характерно снижает его интенсивность на Кременчугском и Каховском водохранилищах.

3. Наибольшее влияние всех неосновных составляющих водного баланса в многоводном году для Киевского водохранилища наблюдается в марте (23,2%) и в марте маловодного года (11,1%), на Кременчугском водохранилище – в марте многоводного года (12,76%) и в марте маловодного года (10,77%), на Днепродзержинском водохранилище – в марте многоводного года (7,7%) и в марте маловодного года (3,83%) (максимальное в апреле – 8,59%), на Днепровском водохранилище – в марте многоводного года (8,79%) и в марте маловодного года (2,57%) (максимальное в июне – 3,63%), на Каховском водохранилище – в мае многоводного года (31,41%) и в мае маловодного года (20,50%) (максимальное в июле–августе – 28,6%).

4. Разница влияния водности года эксплуатации водохранилищ каскада на интенсивность внешнего водообмена в пользу многоводного года составляет до 50% для Днепродзержинского, Днепровского и Киевского водохранилищ и до 500% для марта на Каховском водохранилище. На разницу интенсивности внешнего водообмена в течение года по водохранилищам каскада значительно влияет фаза их эксплуатации.

5. Проведенные исследования и полученные результаты [9–17], показавшие показали значимость учета всех составляющих водного баланса при определении показателей интенсивности внешнего водообмена в водохранилищах в разные периоды их эксплуатации, должны помочь при разработке режимов их эксплуатации в условиях изменения климата.

Библиографический список

1. Богословский Б.Б., Филь С.А. Классификация водоемов по внешнему водообмену // Географо-гидрологический метод исследования вод суши. Л., 1984. С. 54–60.
2. Вуглинский В.С. Водные ресурсы и водный баланс крупных водохранилищ СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1991. 223 с
3. Григорьев С.В. О некоторых определениях и показателях в озераведении // Труды Карельского филиала АН СССР: матер. по гидрологии (лимнология). Карелия, 1959. Вып. 18. С. 29–45.
4. Знаменский В.А. Гидрологические процессы и их роль в формировании качества воды. Л.: Гидрометеиздат, 1981. 247 с.
5. Калинин Г.П. Роль водохранилищ в изменении скорости водообмена речных вод // Инженерно-географические проблемы проектирования и эксплуатации крупных равнинных водохранилищ. М., 1972. С. 99–104.
6. Караушев А.В. Внешний водообмен и формирование качества воды в озерах и водохранилищах // Труды ГГИ. 1978. Вып. 249. С. 48–63.
7. Китаев А.Б. Особенности оценки внешнего водообмена в водохранилищах // Современные проблемы водохранилищ и их водосборов. Т.1. Пермь, 2013. С. 203–209.
8. Литвинов А.С. Энерго- и массообмен в водохранилищах Волжского каскада. Ярославль: Изд-во ЯГТУ, 2000. 83 с.

9. Обухов Е.В. Внешний водообмен водохранилищ Днепровского каскада // Мат. 6-го Межд. эколог. форума «Чистый ГОРОД. Чистая РЕКА. Чистая ПЛАНЕТА». Херсон: ХТПП, 2015. С. 140–146.
10. Обухов Е.В. Внешний водообмен Днестровского водохранилища // Мат. Міжн. нау.-практ. конф. «Досягнення науки в 2015 році». Ч. 2. Київ:ЦНП, 2015. С. 31–38.
11. Обухов Е.В. Внешний водообмен на украинских водохранилищах // Мат. IX Межд. заоч. науч.-практ. конф. «Развитие науки в XXI веке». Ч. 2. Харьков: НИЦ, 2015. С. 32–37.
12. Обухов Е.В. Внешний водообмен украинских водохранилищ // Научно – технический бюллетень серии «Экология, экономика, безопасность». Одесса: УО МАНЭБ–Пассаж, 2016. Вып.1(37). 48 с.
13. Обухов Е.В. Оценка интенсивности внешнего водообмена в Кременчутском и Каховском водохранилищах // Український гідрометеорологічний журнал. 2014. №15. С. 134–140.
14. Обухов Є.В. Оцінка впливу вертикальної складової на інтенсивність зовнішнього водообміну на Кременчуцькому водосховищі // Мат. II Міжн. науч.-практ. інтернет-конф. «Інноваційні технології та інтенсифікація розвитку національного виробництва». Тернопіль, 2015. С. 324–326.
15. Обухов Є.В. Оцінка інтенсивності зовнішнього водообміну на Каховському водосховищі в умовах зміни клімату // Мат. Міжн. науч.-практ. інтернет-конф. «Національне виробництво й економіка в умовах реформування: стан і перспективи інноваційного розвитку та міжрегіональної інтеграції». Кам'янець-Подільський, 2015. С. 280–282.
16. Обухов Е.В. Сравнительные показатели внешнего водообмена на водохранилищах Днепровского каскада // Географический вестник. 2016. №2(37). С. 61–69.
17. Обухов Е.В., Корецкий Е.П. Внешний водообмен на Днепродзержинском водохранилище // Мат. X Межд. заочнойн.-пр. конф. «Развитие науки в XXI веке». Харьков: НИЦ «Знание», 2016. С. 99–104.
18. Штефан В.Н. К расчету водообмена долинного водохранилища // Вестник Моск. ун-та. Сер. 5. География. 1975. №5. С. 71–75.
19. Штефан В.Н., Эдельштейн К.К. Показатели водообмена водохранилищ // Мат. 5-го Всес. науч. симп. по соврем. пробл. самоочищения и регулирования качества воды. Ч. 2. Таллинн, 1975. С. 262–267.
20. Эдельштейн К.К. Водообмен и течения // Комплексные исследования водохранилищ. М.: Изд-во. МГУ, 1979. Вып. 3. С. 109–114.

References

1. Bogoslovsky, B.B., Fil', S.A. (1984), "Klassifikatsiya vodoemov po vneshnemu vodoobmenu" [Classification of water bodies according to their external water exchange]. *Geografo-gidrologicheski metod issledovaniia vod sushy*. [Geographic-hydrological method of studying land water], Leningrad, Russia.
2. Vuglinsky, V.S. (1991), *Vodnye resursy i vodnyi balans krupnykh vodokhranilishch SSSR* [Water resources and water balance of large reservoirs of the USSR], Leningrad, Russia.
3. Grigoriev, S.V. (1959), "O nekotorykh opredeleniiakh i pokazatelyakh v ozerovedenii" [On some definitions and indicators in limnology], *Trudy Karelskogo filiala AN SSSR. Materialy po gidrologii* [Proceedings of the Karelian branch of the USSR Academy of Sciences. Materials on hydrology (Limnology)], Karelia, Russia.
4. Znamensky, V.A. (1981), *Gidrologicheskie protsessy i ikh rol' v formirovanii kachestva vody* [Hydrological processes and their influence on water quality], *Gidrometeoizdat*, Leningrad, Russia.
5. Kalinin, G. P. (1972), "Rol' vodokhranilishch v izmenenii skorosti vodoobmena rechnykh vod" [The Role of reservoirs in changing speed of water exchange of river water], *Inzhenerno-geograficheskie problemy proektirovaniya i ekspluatatsii krupnykh ravninnykh vodokhranilishch*. [Engineering and Geographical issues of design and use of large low-land reservoirs], Moscow, Russia.
6. Karaushev, A.V. (1978), *Vneshniy vodoobmen i formirovanie kachestva vody v ozerakh i vodokhranilishchakh* [External water exchange and formation of water quality in lakes and reservoirs]. *Trudy Gosudarstvennogo Gidrologicheskogo Instituta* [Proceedings of the State hydrological Institute], iss. 249, pp. 48-63,
7. Kitaev, A.B. (2013), *Osobennosti otsenki vneshnego vodoobmena v vodokhranilishchakh* [Features of estimating external water exchange in reservoirs], *Trudy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy*

konferentsii (28 maia 2013 goda) [Proceedings of International Scientific and Practical Conference], 28 May 2013, vol.1, pp. 203-209. Perm, Russia.

8. Litvinov, A.S. (2000), *Energo- i massoobmen v vodokhranilishchakh Volzhskogo kaskada* [Energy and mass exchange in reservoirs of the Volga cascade], Yaroslavl, Russia.

9. Obukhov, E.V. (2015), "Vneshniy vodoobmen vodokhranilishch Dneprovskogo kaskada" [External water exchange of the Dnieper cascade reservoirs], *Proceedings of the 6th international Ecology Forum "A clean city. Clean river. Clean Planet" (19 November 2015)*, Kherson Chamber of Commerce and Industry, Kherson, Ukraine, pp. 140-146.

10. Obukhov, E.V. (2015), "Vneshniy vodoobmen Dnestrovskogo vodokhranilishcha" [External water exchange of the Dniester reservoir], *Materialy Mizhnarodnoi naukovopraktychnoi konferentsii "Dosyagnennia nauki v 2015 rotsi"*, [Proceedings of international Scientific and Practical Conference "The Achievements of science in 2015". Pt. 2], TsNP, Kiev, Ukraine, pp.31-38.

11. Obukhov, E.V. (2015), "Vneshniy vodoobmen na ukrainskikh vodokhranilishchakh" [External water exchange in Ukrainian reservoirs], *Proceedings of the 9th international scientific and practical conference "The development of science in the 21st century"* (30 December 2015), NIC "Knowledge", Kharkov, Ukraine, pp.32-37.

12. Obukhov, V.E. (2016), "Vneshniyi vodoobmen ukrainskikh vodokhranilishch [External water exchange of Ukrainian reservoirs]. *Nauchno-tekhnicheskiiy byulleten' ser. "Ekologiya, ekonomika, bezopasnost'"* [The Bulletin of Science and technology. Series: Ecology, economics, safety], iss. 1(37), Ukrainian Division of the International Academy of Ecology and Life Protection Sciences-Passage, Odessa, Ukraine.

13. Obukhov, E.V. (2014), "Otsenka intensivnosti vneshnego vodoobmena v Kremenchugskom i Kakhovskom vodokhranilishchakh" [Estimation of external water exchange in the Kremenchug and Kakhovka reservoirs], *Ukrainskiy gidrometeorologicheskiiy zhurnal* [Ukrainian hydrometeorological journal], pp. 134-140.

14. Obukhov, E.V. (2015), "Otsinka vplyvu vertykalnoi skladovoi na intensyvniyt zovnishnogo vodoobminu na Kremenchutckomu vodoshkovyshchi" [Evaluation of the effects of the vertical component on the intensity of the external water exchange in the Kremenchug reservoir]. *Proceedings of the 2 international scientific and practical Internet conference "Innovative technologies and intensification of national production development"*, Ternopil, Ukraine, pp. 324-326.

15. Obukhov, E.V. (2015), "Otsinka intensyvnosti zovnishnogo vodoobminuna Kakhovskomu vodoshkovishchi v umovakhzmyny klimatu" [Evaluation of the external water exchange intensity of the Kakhovka reservoir under conditions of climate change], *Collection of scientific papers of international scientific and practical internet – conference "National production and economy in conditions of reformation: state and prospects of innovative development and interregional integration"*, 30 October 2015, Kamyanets-Podilskiy, Ukraine, pp.280-282.

16. Obukhov, E.V. (2016), "Sravnitelnye pokazateli vneshnego vodoobmena na vodokhranilishchakh Dneprovskogo kaskada" [Comparative indicators of external water exchange in reservoirs of the Dnieper cascade], *Geograficheskiiy vestnik* [Geophysical Bulletin], №2(37), pp. 61-69.

17. Obukhov, E.V., Koretsky, E.P. (2016), "Vneshniy vodoobmen na Dneprodzerzhinskoy vodokhranilishche" [External water exchange on Dneprodzerzhinsk reservoir]. *Sbornik nauchnykh statei X mezhdunarodnoi zaочноy nauchno-prakticheskoi konferentsii "Razvitie nauki v 21 veke"* [Proceedings of the X international scientific and practical conference "The development of science in the XXI century" (15.02.2016)], NIC "Knowledge", Kharkov, Ukraine, pp. 99-105.

18. Stefan, V.N. (1975), "K raschetu vodoobmena dolinnogo vodokhranilishcha" [To the calculation of water exchange of a valley reservoir], *Moscow University Vestnik. Series 5. Geography*, pp. 71-75.

19. Shtefan, V.N., Edelshtein, K.K. (1975), "Pokazateli vodoobmena vodokhranilishch" [Indicators of reservoirs' water exchange], *Proceedings of the 5th international Symposium: The purification and regulation of water quality. Section IV, part 2*, Tallinn, Estonia, pp. 262-267.

20. Edelshtein, K.K. (1979), "Vodoobmen i techeniya" [Water exchange and flows], *Complex investigations of reservoirs*, iss. 3, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia, Pp. 109-114.

Поступила в редакцию: 05.02.2016

Сведения об авторах**Обухов Евгений Васильевич**

доктор экономических наук, кандидат технических наук, профессор, действительный член Международной академии наук экологии, безопасности человека и природы; УО, Украина, г. Одесса; e-mail: e.obukhov@mail.ru

Корецкий Евгений Павлович

заведующий гидрологическим отделом Каховской гидрометеорологической обсерватории; Украина, 74344, Херсонская область, Бериславский район, с. Веселе; e-mail: gidrotuz@mail.ru

About the authors**Yevgeny V. Obukhov**

Doctor of Economic Sciences, Candidate of Technical Sciences, Professor, Academician of the Ukrainian Division of International Academy of Ecology and Life Protection Sciences, Odessa, Ukraine; e-mail: e.obukhov@mail.ru

Evgen P. Koretsky

Head of the Hydrological Department, Hydrometeorological Observatory Kakhovka; Vesele, Berislavsky district, Kherson region, 74344, Ukraine; e-mail: gidrotuz@mail.ru

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:

Обухов Е.В., Корецкий Е.П. Исследование влияния водности года на интенсивность внешнего водообмена днепровских водохранилищ // Географический вестник = Geographical bulletin. 2016. № 3(38). С. 62–71. doi 10.17072/2079-7877-2016-3-62-71

Please cite this article in English as:

Obukhov E.V., Koretsky E.P. Study of water content effects on the intensity of the external water exchange in the Dnieper reservoirs // Geographical bulletin. 2016. № 3(38). P. 62–71. doi 10.17072/2079-7877-2016-3-62-71

УДК 556.552

О.А. Перевощикова, В.Г. Калинин

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ НА КАМСКИХ ВОДОХРАНИЛИЩАХ В ВЕСЕННИЙ И ОСЕННИЙ ПЕРИОДЫ

Пермский государственный национальный исследовательский университет, г. Пермь

Показано влияние морфометрических особенностей камских водохранилищ на характер пространственной неоднородности температуры воды. В качестве критериев оценки использованы интегральные безразмерные морфометрические коэффициенты $K_{\text{мт}}$ и $K_{\text{м}}$, отражающие соотношение площадей и глубин таксономических единиц гидроморфологического районирования водохранилищ. Исследование выполнено по материалам многолетних наблюдений за температурой воды на Камском и Воткинском водохранилищах. Получены статистически значимые зависимости температуры воды в осенне-весенний периоды от морфометрических коэффициентов $K_{\text{мт}}$ и $K_{\text{м}}$.

Ключевые слова: водохранилище, особенности морфометрии, пространственная неоднородность температуры воды, районирование.

O.A. Perevoshchikova, V.G. Kalinin

PATTERNS OF WATER TEMPERATURE SPATIAL DISTRIBUTION IN THE KAMA RESERVOIRS IN THE SPRING AND AUTUMN PERIODS

Perm State University, Perm

The influence of the Kama reservoirs morphometric characteristics on the nature of spatial inhomogeneity of the water temperature is shown. Integral morphometric coefficients, showing the ratio of the areas and

depths of taxonomic unites of the reservoirs' hydro-morphological zoning, are used as the evaluation criteria. The study has been carried out on the basis of long-term observation of the water temperature in the Kama reservoirs. The authors have obtained statistically significant dependences between the water temperature in the autumn-spring periods and morphometric coefficients K_m and K_{mp} .

Key words: reservoir; features of morphometry; spatial inhomogeneity of water temperature, zoning.

doi 10.17072/2079-7877-2016-3-71-78

Термический режим водохранилищ формируется под влиянием разнообразных факторов, которые можно подразделить на две основные группы. Первая группа включает в себя различные виды поступлений и потерь тепла водой. Ко второй группе относятся факторы, благодаря которым поступившее тепло перераспределяется внутри водной толщи. Обе группы процессов протекают одновременно и находятся во взаимодействии. Очевидно, что при одинаковом удельном поступлении тепла на поверхность воды значение температуры и ее изменчивость по вертикали зависят от глубины. Что касается размеров водной поверхности, то они в значительной степени определяют интенсивность ветрового воздействия на температурный режим [2].

Процессы нагревания и охлаждения в водохранилищах имеют свои особенности не только по длине акватории, но и во времени. Н.В. Буториным [1] для водохранилищ выделено четыре гидрологических сезона по комплексу характеристик режима. Гидрологическая весна начинается после наступления минимума теплозапаса, с началом подледного прогрева воды и наполнения водохранилища, и заканчивается с прекращением наполнения. Она характеризуется интенсивным прогревом и резко выраженной горизонтальной, а в конце сезона – и вертикальной неоднородностью распределения температуры. Гидрологическое лето начинается с окончанием весеннего наполнения водохранилища и интенсивного прогрева его вод, а заканчивается моментом максимального теплозапаса и температуры воды. Гидрологическая осень начинается обычно со второй половины августа с увеличением сброса вод из водохранилища, началом интенсивного охлаждения водной толщи, благодаря возросшему теплообмену, ветровому перемешиванию и заканчивается с появлением ледяных образований. Гидрологическая зима наступает с ледоставом. В этот период продолжают интенсивная сработка водохранилища и увеличение водообмена. В зимний сезон на проточных участках температура воды понижается, а на застойных – наблюдается повышение придонной температуры в результате теплоотдачи дна.

Одним из основных методов изучения теплообменных процессов и определения их количественных характеристик является балансовый метод.

Следует отметить, что при использовании метода теплового баланса для исследования термического режима водохранилищ практически не учитывается влияние их морфометрических особенностей на рассматриваемые процессы. В то же время различия в морфологии и морфометрии отдельных частей водохранилищ оказывают существенное влияние на характер и интенсивность теплообменных процессов, трансформируют воздействие природных факторов и хозяйственной деятельности человека на термический режим искусственных водоемов [4].

Впервые в ясно выраженном виде учет этих особенностей показан в работе В.М. Носкова [6] при изучении влияния морфометрии на термический режим Камского водохранилища. Им выполнен расчет составляющих уравнения теплового баланса с целью определения вклада каждого из них для четырех гидроморфологических районов водохранилища согласно районированию, предложенному Ю.М. Матарзиным, И.К. Мацкевичем [4].

В результате исследований В.М. Носковым [6] установлено, что интенсивность теплообменных процессов неодинакова в мелководной (теплоактивной) и глубоководной (теплоинертной) зонах водохранилища. В период весенне-летнего нагревания максимальные значения радиационного баланса, потерь тепла на испарение, а также теплового потока, направленного от воды к грунту, характерны для районов с наибольшими объемами и площадями мелководной зоны, в то время как максимальные величины турбулентного теплообмена с атмосферой наблюдаются в районе с наибольшим объемом глубоководной зоны. В период осеннего охлаждения картина меняется на противоположную.

Предложенный В.М. Носковым [6] коэффициент, представляющий собой отношение объемов воды теплоактивной мелководной и теплоинертной глубоководной зон гидрографического района, по нашему мнению, не полностью отражает особенности районов. В действительности, при одних и тех же объемах водных масс процессы теплообмена будут протекать интенсивнее в тех районах, где

площадь поверхности воды больше. На интенсивность процессов теплообмена наряду с площадью оказывают влияние и глубина района: чем больше доля глубоководной зоны в пределах района, тем медленнее будут происходить нагревание и охлаждение водных масс.

Поэтому именно соотношение площадей и глубин глубоководной, мелководной и прибрежной зон в пределах выделенных таксонов водохранилища (а не объемов, поскольку при одних и тех же объемах соотношение площадей и глубин может быть различным) в комплексе объективно отражает роль морфометрического фактора [3]. При этом учет прибрежной зоны обязателен, поскольку именно в этой зоне быстрее всего происходят прогрев и выхолаживание водных масс в весенний и осенний периоды.

Соотношение площадей и глубин этих зон в пределах выделенных таксонов водохранилища может быть представлено в следующем виде:

$$K_s = \frac{S_{ii}}{S_{\tilde{a}}}, \quad Kh = \frac{h_{ii}}{h_{\tilde{a}}}, \quad 1$$

где S_{nm} , S_e – площади (m^2), h_{nm} , h_e – средние глубины (м) прибрежной (пм), мелководной (м) и глубоководной (г) зон выделенного участка.

Как видно из этих формул, с увеличением доли площади глубоководной зоны, равно как и с увеличением ее средней глубины при переходе от одного участка к другому, значения этих параметров уменьшаются. Таким образом, эти два безразмерных параметра характеризуют форму ложа участков водохранилища в разных плоскостях.

Учет обоих параметров возможен в виде морфометрического коэффициента K_m :

$$K_m = \frac{S_{nm}}{S_e} \times \frac{h_{nm}}{h_e}. \quad 2$$

В качестве критериев оценки влияния морфометрических особенностей на характер пространственной неоднородности температуры воды также можно использовать морфометрический коэффициент K_m , отражающий соотношение площадей и глубин таксономических единиц районирования водохранилищ [7]:

$$\hat{E}_{ii} = \frac{B_u}{h}, \quad 3$$

где B_u – интегральный показатель ширины, равный отношению площади S (km^2) участка водохранилища к его длине l (м), h – средневзвешенная глубина этого участка (м).

Предложенные коэффициенты использованы нами в качестве критериев районирования Камского и Воткинского водохранилищ (рис. 1). В результате были уточнены не только границы районов и участков выполненного ранее районирования Ю.М. Матарзиным, И.К. Мацкевичем [4], но и их количество. Так, по коэффициентам K_m и K_{mm} на Камском водохранилище выделено 4 района и 15 участков [7], на Воткинском – 3 района и 8 участков, с квазиоднородными морфометрическими условиями (рис. 1).

Для решения поставленной задачи необходимы детальные наблюдения на рейдовых вертикалях. Наиболее подробные наблюдения осуществлялись в начальный период существования водохранилищ. Так, на Камском водохранилище в период с 1956 по 1968 г. общее количество вертикалей составляло более 30. С 1969 по 1980 г. их количество сократилось до 11, в 1990-х гг. – до 5, а с 2000 г. рейдовые наблюдения не проводятся совсем, что осложняет выполнение детального анализа термики водохранилища. В связи с этим нами использованы данные наблюдений [5] за температурой воды по максимальному количеству (30 для Камского и 25 для Воткинского) вертикалей (рис. 1). Исследования проведены для периодов весенне-летнего нагревания (май–июнь) и осеннего охлаждения (август–сентябрь) водоема. Предварительная обработка данных наблюдений заключалась в расчете средней температуры воды по глубине на вертикалях, а затем между вертикалями в пределах выделенных участков в новых границах.

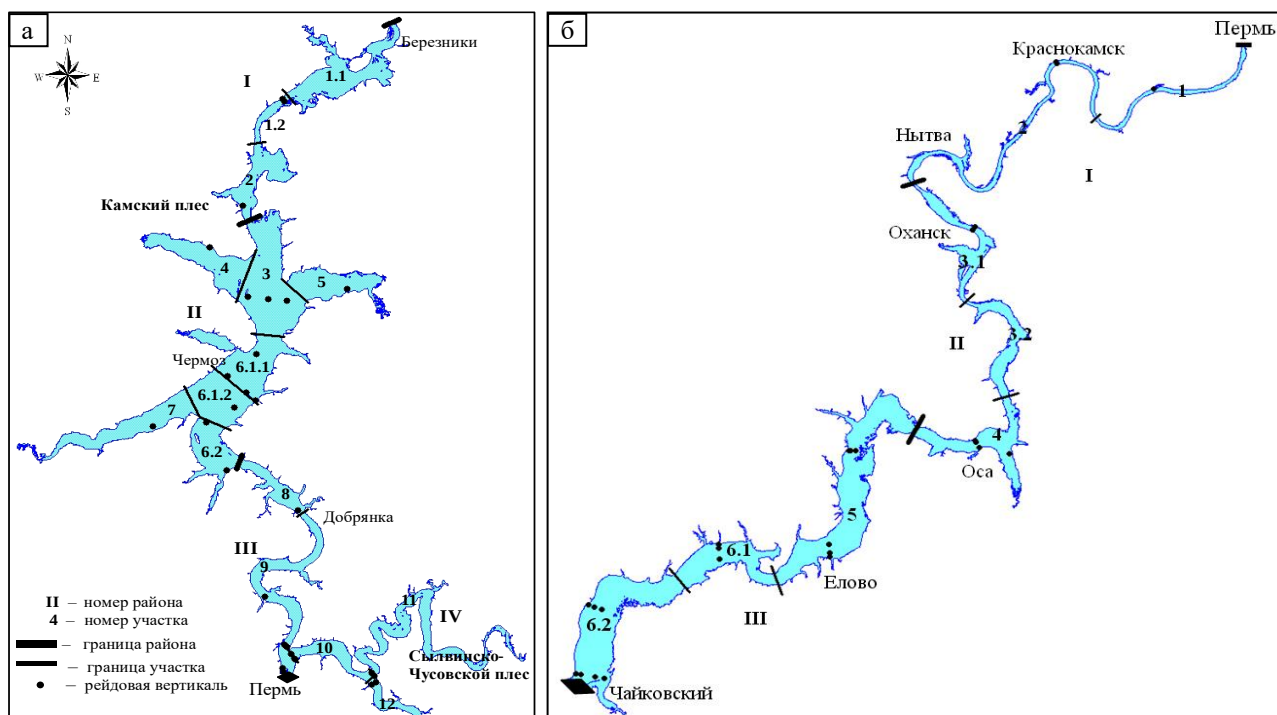


Рис. 1. Местоположение рейдовых вертикалей и границы районов и участков:
а – Камского; б – Воткинского водохранилищ по коэффициентам K_m и K_{mn}

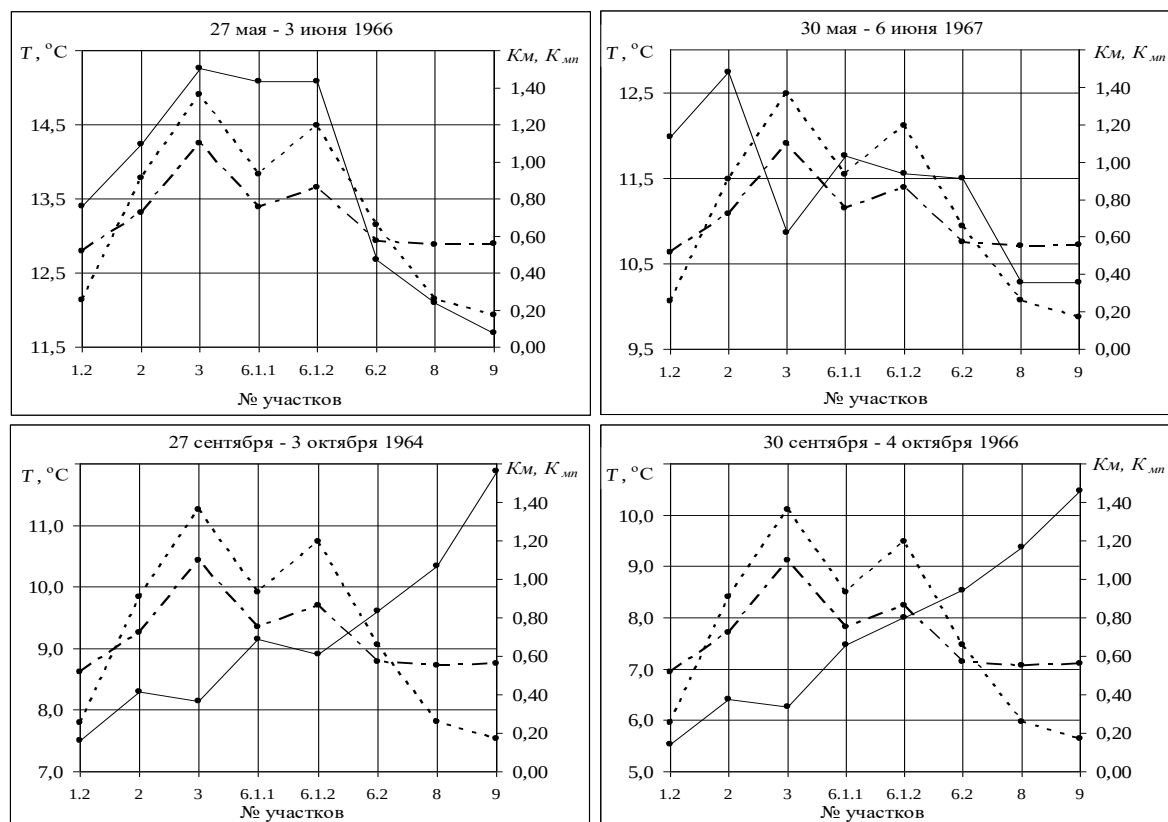


Рис. 2. Изменение температуры воды в весенний и осенний периоды, а также морфометрических коэффициентов K_m и K_{mn} по длине Камского водохранилища:

- — температура воды;
- — коэффициент морфометрического подобия K_{mn} ;
- · - · - — морфометрический коэффициент K_m

На рис. 3, отражающем корреляционные зависимости, видно, что температура воды по длине Камского водохранилища определяется морфометрическими особенностями участков, которые учитываются в коэффициентах K_M и K_{Mn} . Коэффициенты корреляции (r) для весны составляют 0,90 и 0,82 (рис. 3 а, б), а для осени – -0,50 и -0,40 (рис. 3 в, г) соответственно.

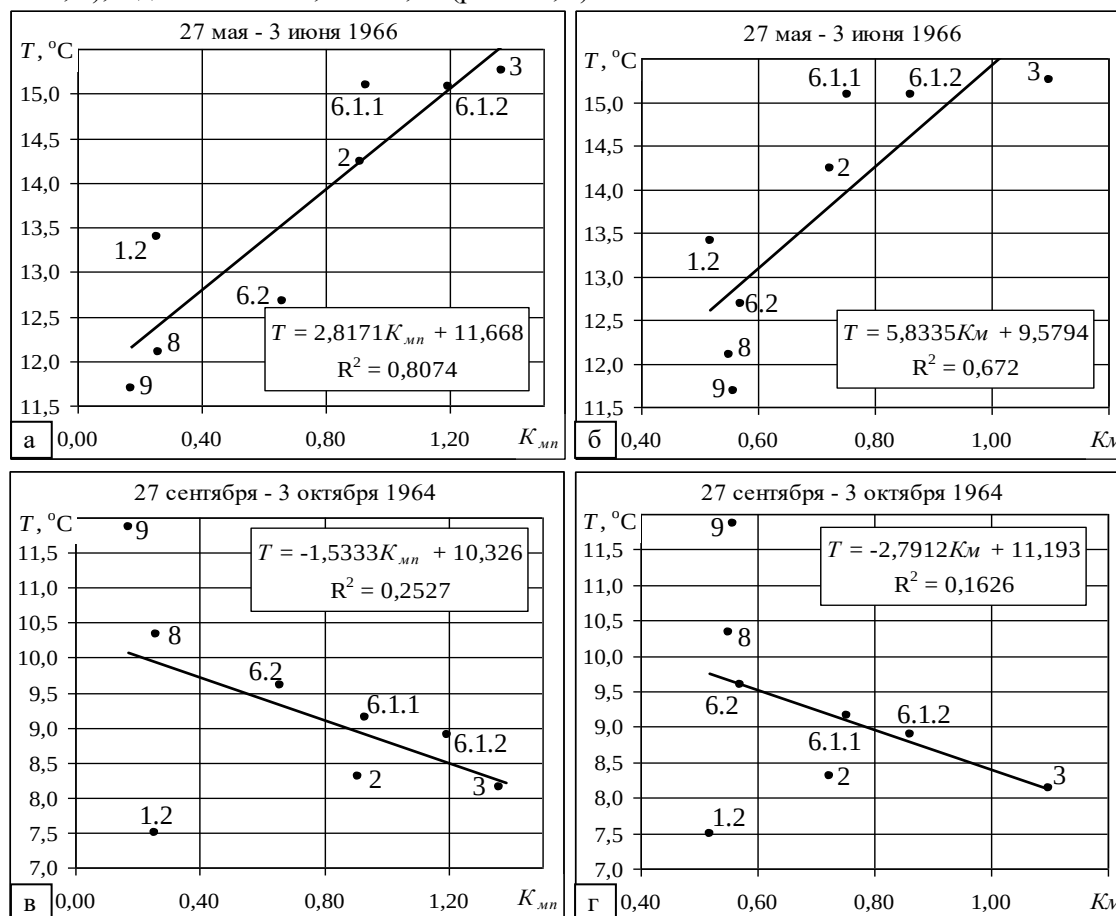


Рис. 3. Зависимость средней температуры воды на рейдовых вертикалях в пределах участков Камского водохранилища от морфометрических коэффициентов K_{Mn} и K_M : а, б – для весны; в, г – осени

Обращает на себя внимание резкое отклонение точки участка 1.2 (рис. 3 в, г). На наш взгляд, это

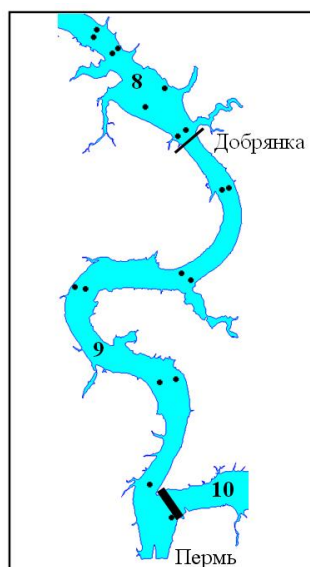


Рис. 4. Местоположение рейдовых вертикалей в III районе Камского водохранилища (1983–1985 гг.)

связано с тем, что участок 1.2 по соотношению площадей и глубин попадает в «категорию» узких, вытянутых и глубоководных, таких как 8 и 9 (рис. 1). В тоже время расположение этого участка в верхней части водохранилища приводит к тому, что здесь вследствие более высоких скоростей течения [9] и сравнительно небольшой средней глубины (5,9 м) наблюдается отсутствие различий в температуре воды по глубине в результате перемешивания [5]. Следует также отметить, что этот участок, как и весь первый район водохранилища, выхолаживается быстрее из-за поступления вод рек Камы и Вишеры с более

низкой температурой. При исключении значения участка 1.2 коэффициенты корреляции исследуемой зависимости увеличиваются до -0,90 и -0,74 соответственно.

Отсутствие подробных наблюдений в рассматриваемые годы в южной части Камского водохранилища (рис. 1) не позволяет провести анализ термического режима на 8-м и 9-м участках и выявить границы качественных различий между ними. В то же время в период с 1983 по 1998 г. Пермским ЦГМС проводились специализированные наблюдения за температурой воды, скоростью и направлением течения на рейдовых вертикалях (рис. 4) III-го (приплотинного) района в связи со строительством и вводом в эксплуатацию Пермской ГРЭС, расположенной на левом берегу Камского водохранилища в районе г. Добрянки. Поскольку первый энергоблок ГРЭС был введен в эксплуатацию лишь в 1986 г., для анализа пространственной неоднородности распределения температуры воды были использованы данные наблюдений за 1983–1985 гг. [8].

Рейдовые вертикали располагались равномерно по длине района по две (русовая и пойменная) на каждом разрезе (рис. 4), поэтому предварительно выполнено ее осреднение по глубине на вертикалях, а затем между вертикалями по разрезам.

Из рис. 5, где показано изменение температуры воды по длине приплотинного района, видны явные различия между 8-м и 9-м участками, что объясняется их морфометрическими особенностями, а именно соотношением площадей и глубин. У 8-го участка площадь больше, а средняя глубина меньше. Это приводит к понижению температуры воды из-за увеличения потерь тепла за счет турбулентного теплообмена, доля которого в тепловом балансе в осенний период становится определяющей.

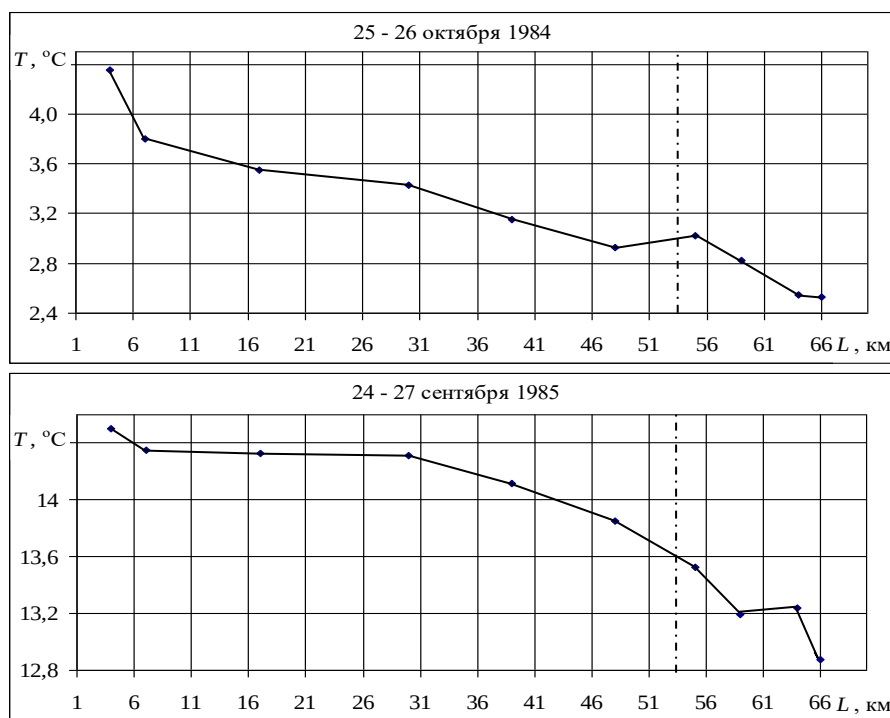


Рис. 5. Изменение температуры воды на рейдовых вертикалях в пределах III района Камского водохранилища (8 и 9 участки): - - - - - граница участков

Закономерности, выявленные на Камском водохранилище, подтверждаются и для условий Воткинского. Как видно из рис. 6, широкие и мелководные участки 4 и 5 быстрее прогреваются весной и раньше остывают осенью, а глубоководные приплотинные участки 6.1 и 6.2 – наоборот. В то же время на распределение температуры воды в верхней части Воткинского водохранилища помимо морфометрических особенностей сильное влияние оказывает и положение его в каскаде. Наличие постоянных сбросов Камской ГЭС и повышенная проточность участков 1 и 2 приводят к тому, что связь с морфометрией менее очевидна.

Выводы

1. Пространственная неоднородность температуры воды по длине камских водохранилищ за разные годы практически полностью соответствует изменению морфометрических особенностей, которые учитываются коэффициентами K_m и K_{mp} .

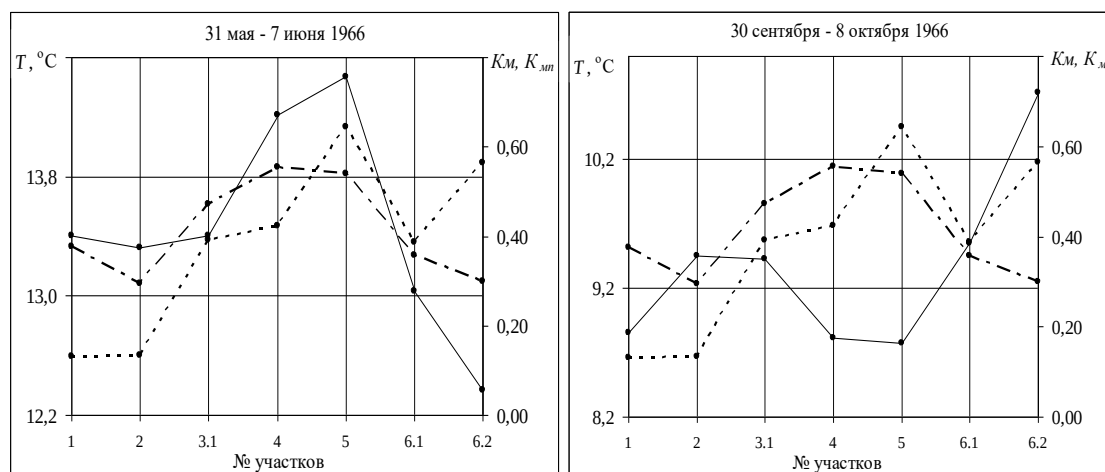


Рис. 6. Изменение температуры воды в весенний и осенний периоды, а также морфометрических коэффициентов K_m и K_{mt} по длине Воткинского водохранилища:

- — температура воды;
- — коэффициент морфометрического подобия K_{mt}
- · - · - · — морфометрический коэффициент K_m

2. Получены зависимости средней температуры воды в пределах участков водохранилищ от коэффициентов K_m и K_{mt} : для весны – прямая, для осени – обратная. Это связано с тем, что значения этих коэффициентов прямо пропорциональны площади участка и обратно пропорциональны средней глубине. Поэтому на мелководных и больших по площади участках температура воды в период весеннего нагревания выше, а осенью – ниже.

Библиографический список

1. Буторин Н.В. Гидрологические процессы и динамика водных масс в водохранилищах Волжского каскада. Л.: Наука, 1969. 320 с.
2. Готлиб Я.Л., Жидких В.М., Сокольников Н.М. Тепловой режим водохранилищ гидроэлектростанций. Л.: Гидрометеиздат, 1976. 200 с.
3. Калинин В.Г., Трофимов Н.А. Влияние морфометрии водохранилищ на процессы теплообмена и ледообразования // Метеорология и гидрология. 1996. №8. С. 110–115.
4. Матарзин Ю.М., Мацкевич И.К. Вопросы морфометрии и районирования водохранилищ // Вопросы формирования водохранилищ и их морфометрия. Пермь: Изд-во Перм. гос. ун-та, 1970. С. 27–45.
5. Материалы наблюдений на озерах и водохранилищах: дополнение к гидрологическому ежегоднику. Т. 4. Вып. 5–7 / Уральское УГМС. Свердловск, 1965, 1966, 1967, 1968.
6. Носков В.М. Формирование термического режима долинного водохранилища с учетом его морфологии и морфометрии: автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Пермь, 1989. 16 с.
7. Перевощикова О.А., Калинин В.Г. К оценке пространственных неоднородностей рельефа дна долинных водохранилищ (на примере Камского) // Географический вестник. 2014. №3(30). С. 18–26.
8. Отчет по программе специализированных гидрометеорологических наблюдений на Камском водохранилище в зоне влияния сбросов Пермской ГРЭС / Перм. ЦГМС. Пермь, 1985. 112 с.; 1986. 118 с.; 1987. 92 с.; 1988. 113 с.; 1989. 97 с.
9. Технический отчет по течениям на Камском водохранилище (характеристика скоростного режима) / Перм. ЦГМС. Пермь, 1997. 118 с.

References

1. Butorin, N.V. (1969), *Gidrologicheskie protsessy i dinamika vodnykh mass v vodokhranilishchakh Volzhskogo kaskada* [Hydrological processes and dynamics of water masses in the Volga cascade reservoirs], Nauka, Saint Petersburg, Russia.
2. Gotlib, Ya.L., Zhidkikh, V.M. and Sokolnikov, N.M. (1976), *Teplovoy rezhim vodokhranilishch gidroelektrostantsiy* [Thermal regime of reservoirs of hydroelectric plants], Gidrometeizdat, Saint Petersburg, Russia.

3. Kalinin, V.G., Trofimov, N.A. (1996), "Vliyanie morfometrii vodokhranilishch na protsessy teploobmena i ledoobrazovaniya" [Influence of reservoirs' morphometry on the processes of heat exchange and ice formation], *Meteorologiya i Gidrologiya* [Meteorology and Hydrology], no. 8, pp. 110–115.
4. Matarzin, Yu.M., Matskevich, I.K. (1970), "Voprosy morfometrii i rayonirovaniya vodokhranilishch" [Issues of morphometry and zoning of reservoirs], *Voprosy formirovaniya vodokhranilishch i ikh morfometrii* [Issues of reservoirs' formation and their morphometry], Perm State University, Perm, pp. 27–45.
5. *Materialy nablyudeniy na ozerakh i vodokhranilishchakh (Dopolnenie k gidrologicheskomu ezhegodniku. T. 4. Vyp. 5–7)* [Materials of observations on lakes and reservoirs (Supplement to the Hydrological Yearbook, vol. 4, no. 5-7)], (1965, 1966, 1967, 1968), Sverdlovsk, Russia.
6. Noskov, V.M. (1989), Formation of thermal regime of valley reservoir based on its morphology and morphometry, Cand. sc. diss., Geography, Perm State University, Perm, Russia.
7. Perevoshchikova, O.A., Kalinin, V.G. (2014), "K otsenke prostranstvennykh neodnorodnostey rel'efa dna dolinnykh vodokhranilishch (na primere Kamskogo)" [To the estimation of the spatial heterogeneity of bottom relief of valley reservoirs (a case study of the Kamskoe reservoir)], *Geographicheskiy Vestnik* [Geophysical Bulletin], no. 3, pp. 18–26.
8. *Otchet po programme spetsializirovannykh gidrometeorologicheskikh nablyudeniy na Kamskom vodokhranilishche v zone vliyaniya sbrosov Permskoy GRES* [Report on the program of specialized hydro-meteorological observation on the Kamskoe Reservoir in the area of influence from water release of the Perm hydroelectric station], (1985, 1986, 1987, 1988, 1989), Perm, Russia.
9. *Tekhnicheskii otchet po techeniyam na Kamskom vodokhranilishche (kharakteristika skorostnogo rezhima)* [Technical Report on flows on the Kamskoe reservoir (features of the speed regime)], (1997), Perm, Russia.

Поступила в редакцию: 17.02.2016

Сведения об авторах

Перевощикова Ольга Анатольевна

ассистент кафедры физической географии и ландшафтной экологии Пермского государственного национального исследовательского университета; Россия, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15; e-mail: perevoshchikovao@mail.ru

Калинин Виталий Германович

доктор географических наук, профессор кафедры физической географии и ландшафтной экологии Пермского государственного национального исследовательского университета; Россия, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15; e-mail: vgkalinin@gmail.com

About the authors

Olga A. Perevoshchikova

Postgraduate Student, Department of Physical Geography and Landscape Ecology, Perm State University; 15, Bukireva st., Perm, 614990, Russia; e-mail: perevoshchikovao@mail.ru

Vitaliy G. Kalinin

Doctor of Geographical Sciences, Professor, Department of Physical Geography and Landscape Ecology, Perm State University; 15, Bukireva st., Perm, 614990, Russia; e-mail: vgkalinin@gmail.com

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:

Перевощикова О.А., Калинин В.Г. Закономерности пространственного распределения температуры воды на камских водохранилищах в весенний и осенний периоды // Географический вестник = Geographical bulletin. 2016. №3(38). С. 71–78. doi 10.17072/2079-7877-2016-3-71-78

Please cite this article in English as:

Perevoshchikova O.A., Kalinin V.G. Patterns of water temperature spatial distribution in the Kama reservoirs in the spring and autumn periods // Geographical bulletin. 2016. № 3(38). P. 71–78. doi 10.17072/2079-7877-2016-3-71-78

МЕТЕОРОЛОГИЯ

УДК 551.51

В.А. Лобанов¹, Г.Г. Тощакова²

ОСОБЕННОСТИ И ПРИЧИНЫ СОВРЕМЕННЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ В РОССИИ

¹ Российский государственный гидрометеорологический университет, г. Санкт-Петербург² Центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, г. Кострома

Рассматриваются причины ступенчатого роста среднегодовой температуры воздуха в конце 1980-х гг. в разных районах России, которые в большей степени проявляются в температуре весенних месяцев. На примере исследования температуры воздуха на территории Костромской области было установлено, что рост температуры обусловлен влиянием двух факторов: адвекции и радиации с преобладанием факторов адвекции. В качестве факторов адвекции рассматривался индекс Северо-Атлантического колебания (САК) и колебания приземного давления на метеостанциях. В качестве радиационного фактора – приходящая солнечная радиация на верхней границе атмосферы и суммарная радиация по данным актинометрических наблюдений.

Ключевые слова: ступенчатый рост температуры, особенности конца периода 1980–х гг., радиация и адвекция, индекс Северо-Атлантического колебания (САК), давление.

V.A. Lobanov¹, G.G. Toschakova²

FEATURES AND CAUSES OF THE MODERN CLIMATE CHANGE IN RUSSIA

¹ Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg,² Center for Hydrometeorology and Environmental Monitoring, Kostroma

The paper considers the causes of the average annual air temperature stepwise rise in the late 1980s in different regions of Russia, which were mostly typical of the spring months. Based on the study of the air temperature in the territory of the Kostroma Region, two factors have been found to be responsible for the temperature increase, these being advection and radiation with the predominant influence of advection. The North Atlantic Oscillation (NAO) index and fluctuations of the surface pressure at weather stations were taken as advection factors. The incoming solar radiation in the outer fringe of the atmosphere and the total radiation according to the solar radiation observations were taken as factors of radiation. The two groups of factors have been found to have a sharp increase in the late 1980s, which caused a stepped temperature rise.

Keywords: stepwise temperature rise, late 1980s, radiation and advection, North Atlantic Oscillation (NAO) index, pressure.

doi 10.17072/2079-7877-2016-3-79-89

Для изучения вопроса, касающегося каких-либо климатических или каких-либо изменений по временном ряду, ограничимся простой моделью: случайные колебания + нестационарность среднего значения:

$$Y(t) = \varepsilon_i + Y_{cp}(t), \quad (1)$$

где $Y(t)$ – изменение климатической характеристики Y во времени t , ε_i – случайная составляющая, $Y_{cp}(t)$ – неслучайная составляющая или функция изменения среднего значения во времени.

Модель типа (1) является простой и предполагает, что колебания процессов межгодовых и десятилетних масштабов являются случайными, а сумма процессов столетнего масштаба (и других масштабов) и антропогенного воздействия проявляется в нестационарности среднего значения во времени.

На уровне рассмотрения простых моделей проявление изменений климата в многолетних временных рядах может быть двух основных видов: монотонные изменения в виде тренда или цикла и ступенчатые изменения, характеризующие переходы от одного стационарного состояния к другому.

Исследованию региональных климатических изменений в разных частях России посвящено большое количество работ, в основном касающихся моделей линейного и иногда нелинейного тренда [1; 2; 11; 19–22]. В работах [8; 12–17] показано, что из нестационарных моделей многолетних рядов среднемесячной температуры воздуха для территории России преобладает модель ступенчатых изменений. Так, в работе [13] установлено, что из 22 выделенных однородных районов на территории России модель ступенчатых изменений температуры имеет преимущество над моделью тренда в 15 районах, а в остальных эти модели практически не различаются по величине остаточной дисперсии. Однако статистическая значимость модели ступенчатых изменений по отношению к модели стационарной выборки имеет место только для трех районов центральной и южной части Восточной Сибири. Ступенчатый рост температуры наблюдается в разных районах России [8; 14–16] с середины – конца 1980-х гг. и в большей степени проявляется в среднегодовой температуре и температуре весенних месяцев, которые, видимо, и дают основной вклад данной нестационарности в среднегодовую температуру, являющуюся своеобразным фильтром при осреднении внутри года.

Выявление причин такого ступенчатого роста температуры рассмотрим на примере Костромской области, где исследование и моделирование наиболее продолжительного ряда наблюдений за температурой воздуха на метеостанции Кострома с 1842 г. показало, что в 1988 г. наблюдается ступенчатое увеличение среднегодовой температуры примерно на $1,5^{\circ}\text{C}$ (рис. 1), что обусловлено аналогичным ступенчатым подъемом температуры в феврале, марте и апреле. Причем наибольшее ступенчатое увеличение температуры, составляющее около 4°C , наблюдается в марте, а в другие месяцы оно было около 2°C . В остальные месяцы года ряды температуры воздуха являются однородными и стационарными за некоторым исключением ряда среднемесячной температуры июля, в котором имеет место выдающийся максимум 2010 г., связанный с аномальными погодными условиями, вызванными продолжительным антициклоном и жаркой погодой.

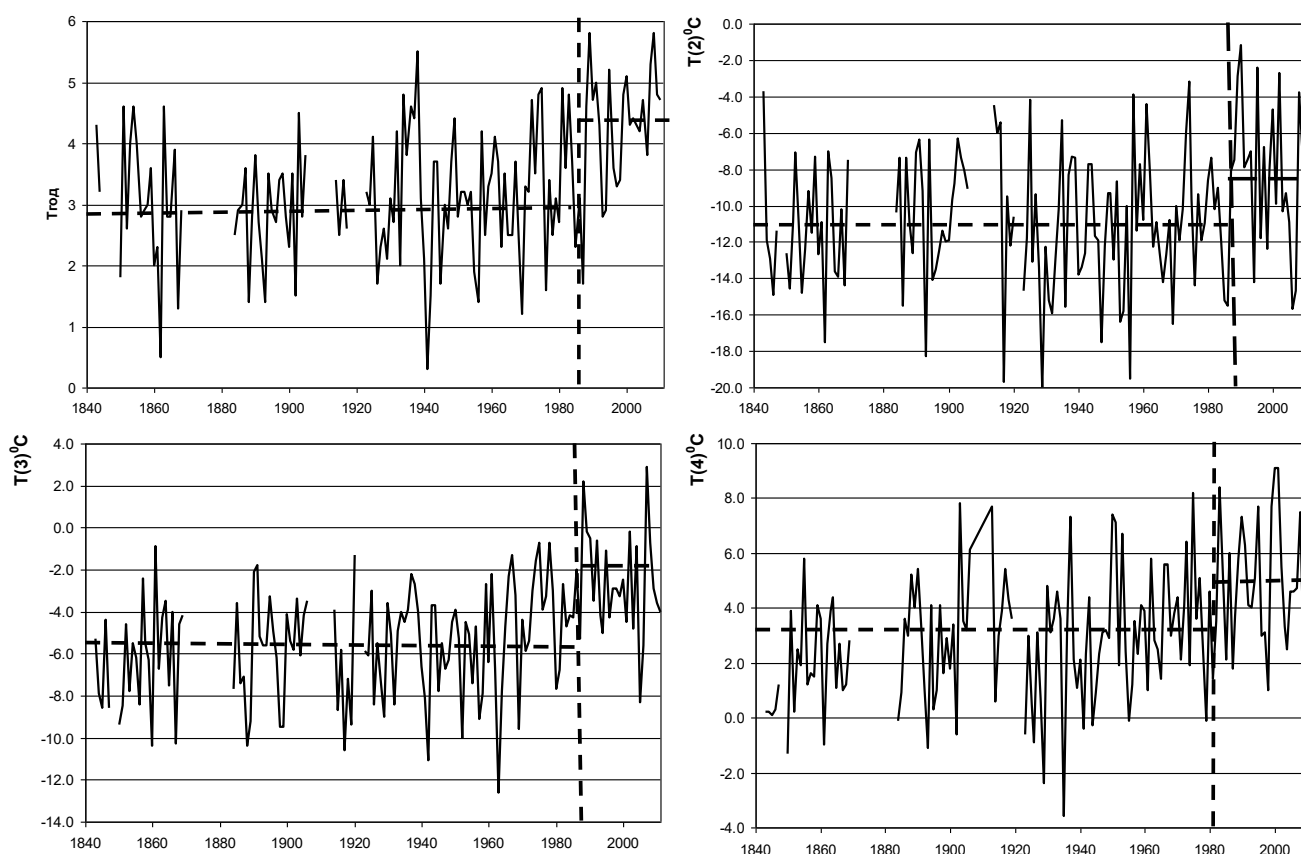


Рис. 1. Хронологические графики температуры воздуха (среднегодовой, среднемесячной за февраль, март, апрель) по метеостанции Кострома со ступенчатым ростом

Эффективные модели ступенчатых изменений установлены для среднегодовой температуры еще на 6 метеостанциях на территории области и обусловлены аналогичными ступенчатыми изменениями

в основном в марте и апреле. Для остальных 7 метеостанций Костромской области также преобладали модели ступенчатых изменений, которые не были эффективными. Можно предположить, что такой ступенчатый рост температуры связан с изменением атмосферной циркуляции и с наступлением эпохи преобладающего западного переноса, что особенно ярко проявляется в марте. С этой целью были исследованы многолетние ряды приземного давления на отдельных метеостанциях Костромской области и ряд индекса Северо-Атлантического колебания (САК или NAO).

В общем случае изменение приземной температуры зависит от двух факторов: приходящей солнечной радиации и адвекции, т.е. преобладающего направления переноса воздушных масс. Энергия от Солнца поступает к верхней границе атмосферы в двух видах: в виде волновой энергии или известной солнечной постоянной, равной в среднем 1367 Вт/м^2 , в виде корпускулярной энергии солнечного ветра за счет вспышечной деятельности Солнца, которая намного меньше и в среднем равна $0,2 \text{ Вт/м}^2$.

Солнечная постоянная не является неизменной как за многолетний период, так и в течение каждого года, что зависит от изменения расстояния между Землей и Солнцем. Изменения солнечной постоянной за многолетний период определяются тремя основными астрономическими факторами: изменением прецессии со средним периодом колебаний в 23 тыс. лет, колебаниями угла наклона эклиптики к небесному экватору или оси вращения Земли со средним периодом колебаний в 40 тыс. лет, колебаниями эксцентриситета орбиты Земли со средним периодом колебаний в 92 тыс. лет.

Именно астрономические факторы, по теории М. Миланковича и исследованиям палеоклиматологов, сформировали известные оледенения четвертичного периода. Естественно, что вклад этих факторов в современное изменение климата за последние 150–200 лет очень небольшой вследствие значительных по времени периодов колебаний. Вместе с тем расстояние от Земли до Солнца изменяется и в течение года, что обуславливает годовую вариацию солнечной постоянной. Другим фактором изменения солнечной постоянной является вспышечная активность Солнца, имеющая известные 11-летние периоды колебаний. Осуществляемые с конца 1970-х гг. регулярные спутниковые измерения солнечной постоянной показывают ее не только внутригодовые, но и межгодовые колебания, которые хорошо связаны с числами Вольфа или корпускулярной составляющей солнечной энергии (рис. 2).

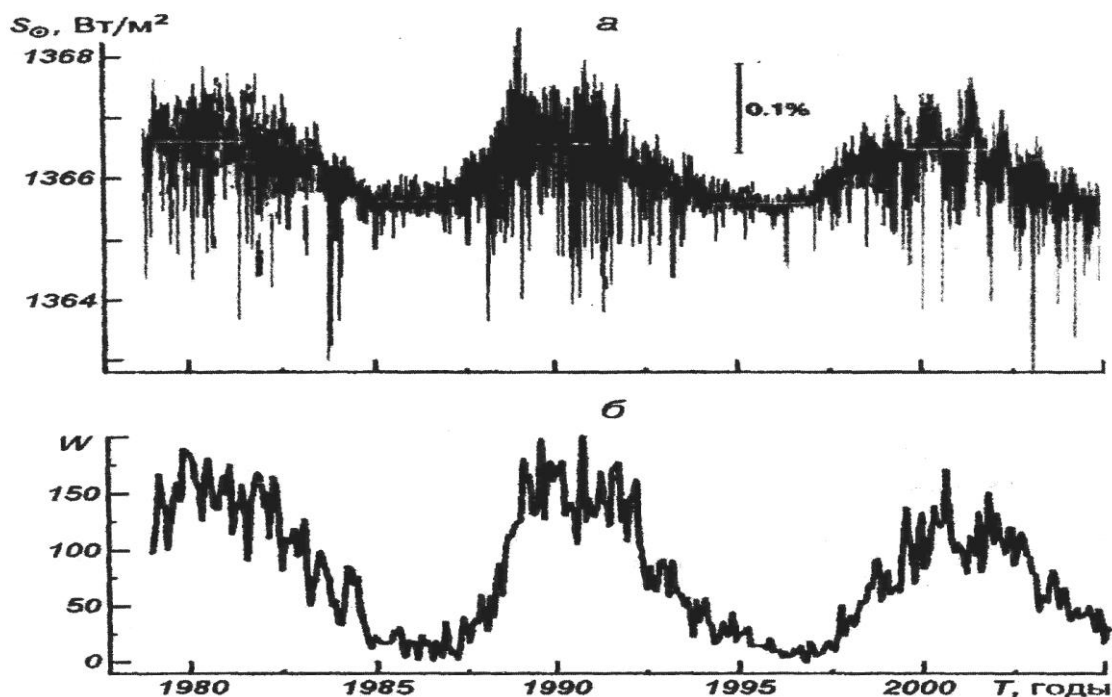


Рис. 2. Спутниковые данные о приходящей солнечной радиации: а – к верхней границе атмосферы; б – числа Вольфа

Как следует из рис. 2, в колебаниях суммарной солнечной энергии на данном коротком интервале времени проявляются процессы двух временных масштабов: процесс внутригодовых высокочастотных колебаний с амплитудой до 2 Вт/м^2 и процесс межгодовых колебаний с амплитудой до 1 Вт/м^2 и со средним периодом 11 лет. При этом средний период колебаний чисел Вольфа также составляет 11 лет при незначительной вариации от 10 до 12 лет, но амплитуды циклов изменяются существенно (в 4 раза и чуть больше), как показано на рис. 3.



Рис. 3. Изменение амплитуд циклов чисел Вольфа в зависимости от номера цикла

Особенность периода конца 1980-х гг. состоит в том, что здесь произошел резкий переход от минимальных значений приходящей радиации в 1365 Вт/м^2 для межгодового процесса (и даже от 1363 Вт/м^2 с учетом внутригодовых колебаний) до 1367 Вт/м^2 (и даже до 1368 Вт/м^2 с учетом внутригодовых колебаний), т.е. на $2\text{--}5 \text{ Вт/м}^2$. Если считать по среднему линейному отклику климатической системы в $0,7 \text{ К/Вт м}^{-2}$, то этот переход должен привести к росту глобальной температуры на верхней границе атмосферы на $1,4\text{--}3,5^\circ\text{C}$. Конечно к земной поверхности в среднем доходит всего половина радиации, поэтому повышение поверхностной температуры должно быть ниже. Фактически приходящая к поверхности земли солнечная радиация определяется по данным актинометрических наблюдений. На рис. 4 приведен ряд наблюдений за суммарной солнечной радиацией за год и за март по метеостанции Кострома с 1976 по 2014 г.

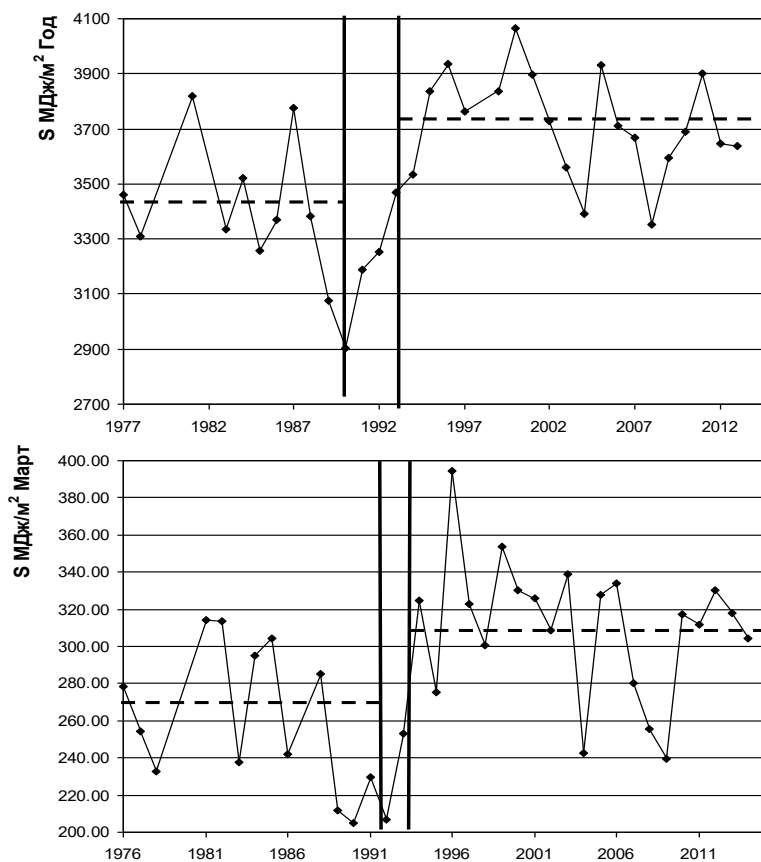


Рис. 4. Изменение годовой (сверху) и мартовской (снизу) суммарной радиации за период с 1976 по 2014 гг. в г. Кострома

Из анализа временных рядов на рис. 4 следует, что они содержат два квазистационарных периода: низкая и высокая приходящие радиации, причем переход от периода низкой радиации к высокой является достаточно быстрым, и его начало приходится на конец 1980 – начало 1990 гг. Поэтому в конце 1980-х гг. произошел переход от условий низкой приходящей радиации к более высокой. Однако эта причина не может полностью объяснить ступенчатое увеличение приземной температуры конца 1980-х гг., так как приходящая солнечная радиация имеет циклические колебания, а в температуре воздуха проявляется только одно существенное ступенчатое увеличение. Поэтому можно предположить, что наряду с ростом инсоляции произошла и смена атмосферной циркуляции.

Для оценки динамики атмосферной циркуляции, прежде всего, был проанализирован индекс Северо-Атлантического колебания (САК или NAO), многолетний ряд среднемесячных значений которого с 1950 г. приведен на рис. 5. Положительные отклонения индекса САК (или положительная фаза) свидетельствуют об усилении зональной циркуляции. При этом исландский минимум и азорский максимум хорошо развиты и смещены к северу, градиенты давления между ними увеличены, усиливается ветер в тропосфере в зоне 50–60° с.ш., траектории циклонов смещаются на север на 200–400 км относительно их среднего положения, наблюдаются положительная аномалия приземной температуры в Европе и ослабление процессов блокирования.

В отрицательной фазе САК происходят усиление меридионального типа циркуляции, ослабление ветров в тропосфере в зоне 50–60° с.ш., смещение траекторий циклонов на юг [18], усиление процессов блокирования в атмосфере [18] и отмечается положительная аномалия приземного давления и геопотенциала в исландском минимуме и отрицательная аномалия в азорском максимуме. В результате наблюдается отрицательная аномалия приземной температуры воздуха в Европе.

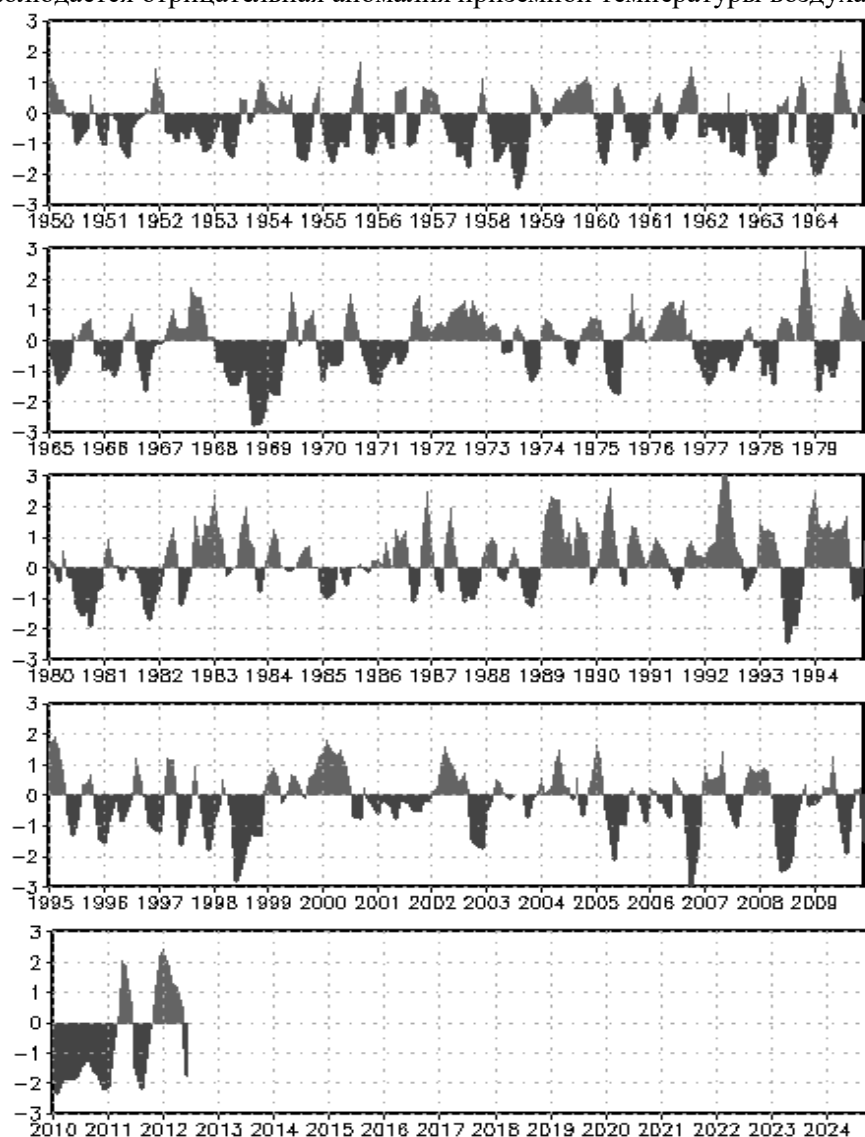


Рис. 5. Среднемесячные значения индекса САК за 1950-2012 гг. по [15]

Как следует из рис. 5, наибольшая по продолжительности из всего ряда наблюдений положительная и практически непрерывная фаза САК имела место с 1989 по 1993 г.

Интерес представляют также и многолетние ряды среднемесячных индексов САК с 1935 по 2010 г., умноженного на 10, которые для первых четырех месяцев года (с января по апрель) приведены на рис. 6.

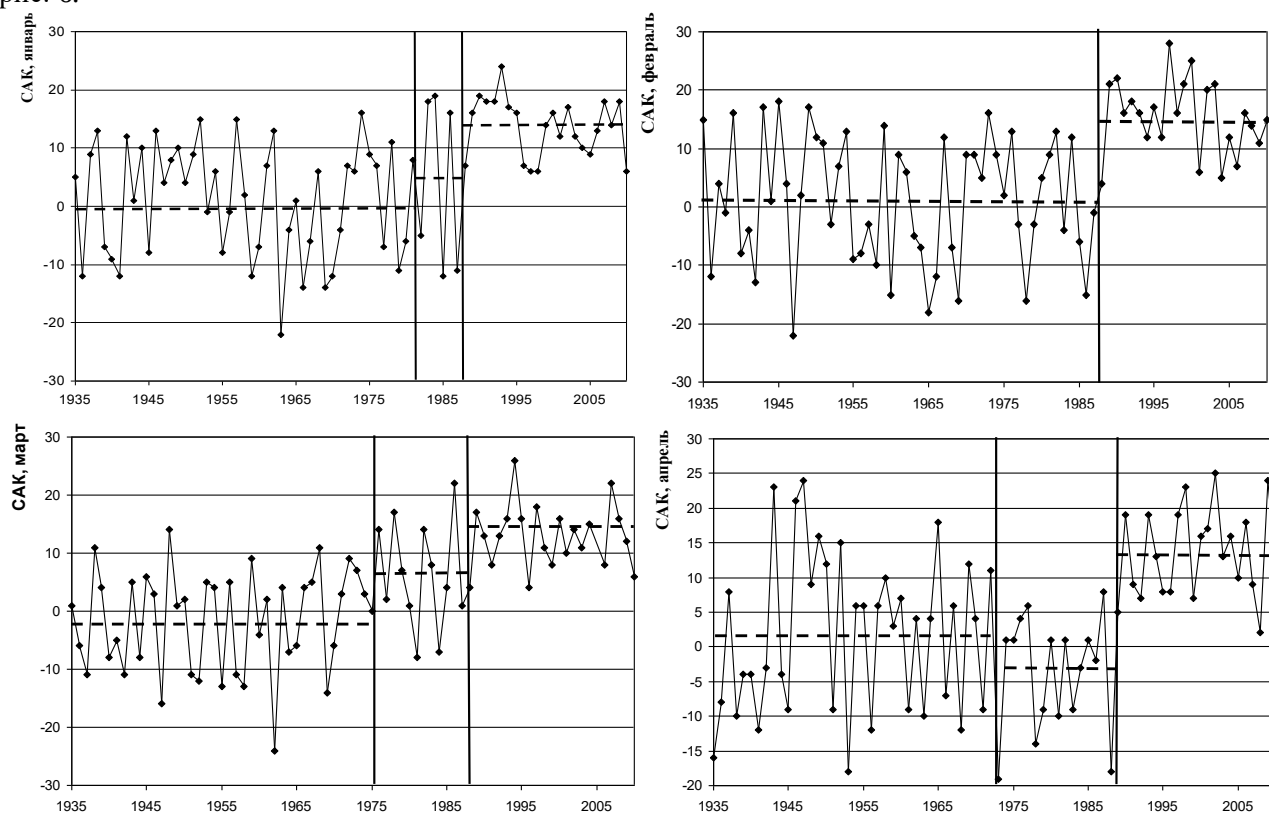


Рис. 6. Многолетние колебания индекса САК за январь – апрель, приведенные в значениях САК*10.

На основе результатов анализа временных рядов индекса САК можно сделать вывод, что со второй половины 1980-х гг. значения индекса САК ступенчато возросли и в настоящее время в среднем составляют $+1,5$, т.е. больше нормы примерно на $1,5\sigma$ (σ – среднее квадратическое отклонение индекса САК). Причем переходный период от предыдущего стабильного состояния САК с вариацией около нулевого среднего может быть как достаточно продолжительным, например, с 1973 по 1988 гг. для апреля, или отсутствовать совсем, как для февраля.

Результаты моделирования временных рядов среднемесячных индексов САК показаны в табл. 1, где $\Delta_{тр}, \%$, $\Delta_{ст}, \%$ – отклонения модели тренда и ступенчатых изменений от модели стационарной выборки, $\%$; $F_{тр}$, $F_{ст}$ – расчетные значения статистик критерия Фишера при сравнении остаточных дисперсий соответственно модели тренда и ступенчатых изменений по отношению к модели стационарной выборки; $T_{ст}$, $T_{ст}'$ – год ступенчатого перехода от одних стационарных условий к другим; n – продолжительность ряда наблюдений, гг.; R – коэффициент корреляции модели линейного тренда. Ярким цветом в табл. 1 выделены статистически значимые случаи при уровне значимости $\alpha=5\%$. Как видно из результатов таблицы, преимущество имеет модель ступенчатых колебаний, наибольший вклад которой в марте составляет 20,2% по отношению к стационарной модели.

Год ступенчатого перехода $T_{ст}$ определен формализованной процедурой при достижении минимума суммы квадратов отклонений для модели ступенчатых изменений при одной ступени и двух стационарных средних. Если же учесть переходный период от одних стационарных значений индекса к другим, то началом последнего стационарного периода будет дата $T_{ст}'$, приведенная в табл. 1. Эта дата может несколько отличаться от $T_{ст}$, но в целом она сужает диапазон времени, характеризующий начало последнего стационарного периода в колебаниях индекса САК от 1988 до 1991 г. Некоторым исключением является октябрь: в нем переход к последнему стационарному периоду произошел только в 1993 г. Средние многолетние значения индекса САК за два разных

стационарных периода приведены в табл. 2 с исключением переходного периода, если он имел место, где Тнач, Ткон – годы начала и окончания стационарного периода; САКср, САКσ – среднее и среднее квадратическое значения индекса САК за период; макс, мин – максимальное и минимальное значение индекса САК за период.

Таблица 1

Характеристики моделей временных рядов среднемесячных индексов САК

Месяц	$\Delta mp, \%$	$\Delta cm, \%$	Fmp	Fcm	Tcm	Tcm'	n	R
1	8,7	15,3	1,2	1,4	1989	1988	76	0,41
2	8,9	18,2	1,2	1,49	1989	1988	76	0,41
3	19,4	20,2	1,54	1,57	1972	1988	75	0,59
4	6,7	15,6	1,15	1,4	1990	1989	76	0,36
5	9,2	15,7	1,21	1,41	1991	1991	73	0,42
6	4,8	9,1	1,1	1,21	1990	1988	75	0,3
7	7,2	18,5	1,16	1,51	1992	1991	71	0,37
8	4,8	17,9	1,1	1,48	1989	1988	74	0,31
9	2,9	8,4	1,06	1,19	1993	1991	74	0,24
10	2,2	8,2	1,04	1,19	1995	1993	75	0,21
11	7,4	16,5	1,16	1,43	1991	1991	76	0,38
12	2,9	9,2	1,06	1,21	1991	1990	76	0,24

Таблица 2

Характеристики двух полупериодов индекса САК

Месяц	Первый стационарный период					Второй стационарный период				
	Ткон	САКср	САКσ	Макс.	Мин.	Тнач	САКср	САКσ	Макс.	Мин.
1	1979	0,1	0,98	1,6	-2,2	1988	1,4	0,50	2,4	0,6
2	1987	0,1	1,09	1,8	-2,2	1988	1,5	0,63	2,8	0,4
3	1975	-0,2	0,88	1,4	-2,4	1988	1,3	0,55	2,6	0,4
4	1972	0,2	1,14	2,4	-1,8	1989	1,4	0,65	2,5	0,2
5	1990	-0,1	0,92	2,3	-1,8	1991	1,2	0,64	2,3	0,3
6	1987	-0,1	0,93	2,1	-2,1	1988	0,7	0,86	2,1	-0,8
7	1990	0,02	0,93	1,8	-2,2	1991	1,6	0,89	2,8	-0,4
8	1987	0,14	1,11	2,3	-2,9	1988	1,7	0,80	3,7	-0,1
9	1990	-0,04	1,01	2,0	-2,6	1991	0,83	0,60	2,2	-0,4
10	1992	0,17	1,08	2,6	-2,4	1993	1,2	1,10	3,2	-0,5
11	1990	-0,1	1,11	2,2	-2,5	1991	1,5	0,92	2,7	-0,5
12	1989	-0,01	0,90	1,4	-2,3	1990	0,87	0,83	1,8	-0,9

Если оценить однородность средних значений за два последовательных стационарных полупериода, то гипотеза об их однородности отклоняется для всех месяцев при уровне значимости 5%. По результатам оценки однородности или стационарности дисперсий можно сделать вывод, что за период с января по май, т.е. период холодного океана, дисперсии второй части ряда статистически значимо меньше, чем первой части ряда. Для остальных месяцев с июня по декабрь (теплый океан) дисперсии колебаний практически не изменились.

В результате исследования многолетних изменений индекса САК по месяцам можно сделать вывод, что с конца 1980-х гг. западный перенос увеличился в среднем в 1,3 раза, а дисперсии для холодного периода океана уменьшились примерно в 2 раза. Поэтому в холодный период в настоящее время имеют место устойчивый западный перенос и связанный с ним существенный приток тепла с Атлантики.

Помимо индекса САК для оценки типов циркуляции, притом как для всего Северного полушария, так и отдельных регионов, широко применяются и другие индексы, например, А.Л. Каца [5–7], А.А. Гирса [3; 23], Б.Л. Дзердзеевского [4; 9; 10]. По типизации элементарных циркуляционных механизмов (ЭЦМ), разработанной Б.Л. Дзердзеевским, в период 1987–1997 гг. меридиональная южная группа была продолжительнее средней более чем в три раза (рис. 7).

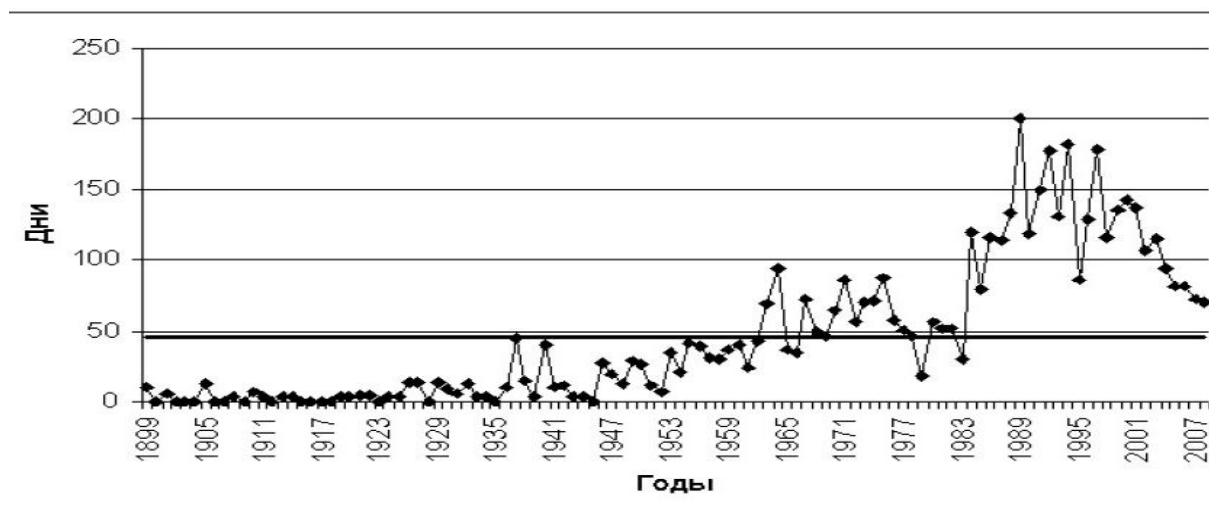


Рис. 7. Многолетние колебания суммарной годовой продолжительности меридиональной южной группы циркуляции за 1899–2008 гг.

Постепенный рост продолжительности этой группы с 1899 по начало 1980-х гг. от нескольких дней до 50 дней в среднем, далее в середине – конце 1980-х гг. приводит к резкому подъему до 150 дней в среднем. Хотя этот период циркуляции в настоящее время еще продолжается, но число дней имеет тенденцию к уменьшению. По данным наблюдений метеостанции Кострома среднегодовая температура воздуха достигала своего исторического максимума ($+5,8^{\circ}\text{C}$) также в 1989 г. и превышала среднее значение за период 1961–1990 гг. на $1,6^{\circ}$.

Можно сделать вывод, что в конце 1980-х гг. была большая эпоха усиления индекса САК и в это же время имела место меридиональная южная группа циркуляции. Поэтому совместное наложение, как рост приходящей инсоляции, так и переход к западному и южному типам циркуляции, обусловило ступенчатый рост температуры воздуха в конце 1980-х гг.

Еще одним индикатором оценки смены типов атмосферной циркуляции может служить суммарное за месяц атмосферное давление на метеостанциях Костромской области, считая при этом, что низкое атмосферное давление связано с циклонами и западным переносом, а высокое – с антициклонами, холодом зимой и теплом летом. Анализ многолетних рядов среднемесячного давления, выполненный на метеостанциях Кострома и Вохма за период с 1938 по 2013 г., показал, что модель стационарной выборки является наиболее эффективной практически во всех случаях за некоторым исключением давления в марте. Временные графики среднего давления марта на двух метеостанциях приведены на рис. 8.

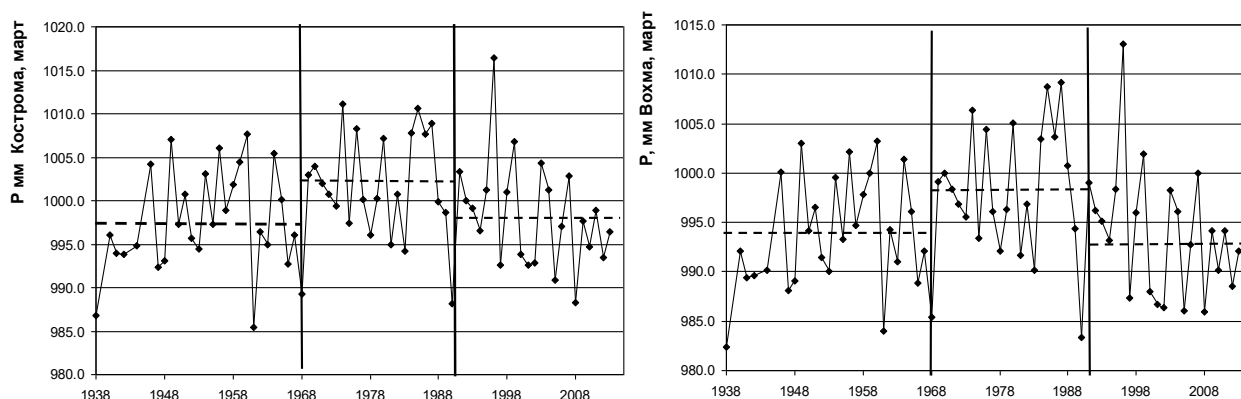


Рис. 8. Временные ряды приземного атмосферного давления в марте на метеостанциях Кострома и Вохма

Как видно из графиков, во временных рядах можно выделить 3 квазистационарных периода: 1938–1968 гг. – период пониженного давления, 1969–1989 гг. – период повышенного давления и последний период, начиная с 1990 г., – пониженного давления с тенденцией его дальнейшего

падения. Коэффициенты же корреляции R между температурой и давлением очень низкие, не превышающие 0,4.

Таким образом, ступенчатый рост температуры воздуха в конце 1980-х гг., который проявился на многих метеостанциях России, может быть обусловлен совместным наложением следующих факторов:

– прежде всего, преобладающего адвекционного, что проявилось в длительной положительной фазе САК и резком ступенчатом росте индекса именно с конца 1980-х и начала 1990-х гг. во все месяцы года с наиболее устойчивым потеплением в период с января по май, когда океан теплее суши, а также в резком увеличении числа случаев с меридиональной южной группой циркуляции и снижении атмосферного давления на станциях в марте;

– радиационного, так как в это время имел место переход от минимума солнечной инсоляции к максимуму, что проявилось и в резком повышении приходящей солнечной радиации на верхней границе атмосферы и в суммарной радиации на земной поверхности по данным актинометрических наблюдений.

Несмотря на то, что коэффициенты корреляции между индексом САК и среднемесячной температурой воздуха не столь велики за счет существенной межгодовой случайной изменчивости (максимальное значение $R=0,63$ в марте), в обеих характеристиках наблюдается одинаковый ступенчатый рост. В целом же адвективная составляющая повышения температуры включает как рост циклонической деятельности, особенно в период с января по май, что проявляется и в уменьшении давления, так и увеличение числа теплых меридиональных воздушных масс.

Библиографический список

1. *Бедрицкий А.И.* Результаты исследований изменений климата России. М., 2005. 180 с.
2. *Виноградова В.В.* Воздействие глобального потепления на суровость климата северных и восточных территорий России в 80-е гг. XX века // Известия РАН. Сер. География. 1997. №2. С. 126–132.
3. *Гирс А.А.* Многолетние колебания атмосферной циркуляции и долгосрочные гидрометеорологические прогнозы. Л.: Гидрометеиздат, 1971. 280 с.
4. *Дзердзеевский Б.Л.* Общая циркуляция атмосферы и климат. М.: Наука, 1975. 286 с.
5. *Калинин Н.А.* Связь аномалий среднесуточной температуры воздуха в г. Перми с формами атмосферной циркуляции Каца // Ученые записки Казанского государственного университета. Сер. Естественные науки. 2012. Т. 154. Кн. 1. С. 224–231.
6. *Калинин Н.А.* Мониторинг, моделирование и прогноз состояния атмосферы в умеренных широтах / Перм. гос. ун-т. Пермь, 2015. 308 с.
7. *Кац А.Л.* Сезонные изменения общей циркуляции атмосферы и долгосрочные прогнозы. Л.: Гидрометеиздат, 1960. 270 с.
8. *Кириллина К.С., Лобанов В.А.* Оценка современных климатических изменений температуры воздуха на территории республики Саха (Якутия) // Ученые записки РГГМУ. 2015. №38. С. 137–152.
9. *Кононова Н.К., Хмелевская Л.В.* Многолетние колебания дат начала и продолжительности циркуляционных сезонов внетропических широт Северного полушария // Известия РАН. Сер. геогр. 2011. №3. С. 43–62.
10. *Кононова Н.К.* Колебания циркуляции атмосферы в XX – начале XXI века. URL: <http://www.atmospheric-circulation.ru> (дата обращения: 10.02.2016).
11. *Корягин Ф.А.* Современные гидроклиматические изменения в Чувашии. Ч.1. Чебоксары, 2007. 268 с.
12. *Лобанов В.А., Анисимов, О.А.* Современные изменения температуры воздуха на территории Европы // Метеорология и гидрология. 2003. №2. С. 5–14.
13. *Лобанов В.А., Анисимов, О.А.* Эмпирико-статистическое моделирование временных и пространственных изменений гидрометеорологических характеристик // Труды ИНЭНКО. 2005. С. 78–87.
14. *Лобанов В.А., Шадурский А.Е.* Применение эмпирико-статистических методов для моделирования и анализа климатических изменений // Ученые записки РГГМУ. 2010. №14. С. 73–88.
15. *Лобанов В.А., Шадурский А.Е.* Выделение зон климатического риска на территории России при современном изменении климата. СПб., 2013. 123 с.
16. *Лобанов В.А., Тоцакова Г.Г.* Проявление современных изменений климата на территории Костромской области. Кострома, 2013. 171 с.

17. Лобанов В.А., Шукри Омар А. Оценка климатических изменений температуры воздуха и осадков на Аравийском полуострове // Ученые записки РГГМУ. 2014. №37. С. 72–83.
18. Нестеров Е.С. Североатлантическое колебание: атмосфера и океан. М.:ТРИАДА ЛДТ, 2013. 144 с.
19. Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. М., 2008. Т. I. Изменения климата. 227 с.
20. Переведенцев Ю.П., Верещагин М.А., Шанталинский К.М., Наумов Э.П., Хабутдинов Ю.Г. Изменения климатических условий и ресурсов Среднего Поволжья. Казань: Центр инновационных технологий, 2011. 296 с.
21. Результаты исследований изменений климата для стратегий устойчивого развития Российской Федерации. М.:Росгидромет, 2005. 178 с.
22. Шерстюков Б.Г. Региональные и сезонные закономерности изменений современного климата. Обнинск: ГУ «ВНИИГМИ-МЦД», 2008. 247 с.
23. Яковенко Э.С. Роль циркуляционных и радиационных факторов в формировании режима местных погод в некоторых районах Прибайкалья, Забайкалья и юга Дальневосточного Приморья // Курортные ресурсы Сибири и задачи их освоения. Томск: Изд-во Том. ун-та, 1970. С. 183–189.

References

1. Bedrickij, A.I. et al. (2005), *Rezultaty issledovanij izmenenija klimata dlja strategij ustojchivogo razvitiya Rossijskoj Federacii* [The results of climate change studies for strategies of sustainable development of the Russian Federation], Roshydromet, Moscow, Russia.
2. Vinogradova, V.V. (1997), “Global warming impact on the severity of climate of Russia's northern and eastern areas in the 80th of XX century”, *Izvestiya Rossiiskoi Akademii Nauk. Seriya Geograficheskaya*, no. 2, pp. 126–132.
3. Girs, A.A. (1971), *Mnogoletnie kolebanija atmosfernoj cirkuljacii i dolgosrochnye gidrometeorologicheskie prognozy* [Long-term fluctuations in the atmospheric circulation and long-term hydrometeorological forecasts], Gidrometeoizdat, Leningrad.
4. Dzerdzeevskij, B.L. (1975), *Obshhaja cirkuljacija atmosfery i klimat. Izbrannye trudy* [The general circulation of the atmosphere and climate. Selected papers], Nauka, Moscow.
5. Kalinin, N.A. (2012), “A connection of the average daily temperature in Perm City with Kac's forms of atmospheric circulation”, *Uchenye Zapiski Kazanskogo Universiteta. Seriya Estestvennye Nauki*, vol. 154, no. 1, pp. 224–231.
6. Kalinin, N.A. (2015), *Monitoring, modelirovanie i prognoz sostojanija atmosfery v umerennykh shirotakh* [Monitoring, modeling and prediction of atmospheric conditions in temperate latitudes], Perm State University, Perm.
7. Кас, А.Л. (1960), *Sezonnye izmenenija obshhej cirkuljacii atmosfery i dolgosrochnye prognozy* [Seasonal changes in the general circulation of the atmosphere and long-term forecasts], Gidrometeoizdat, Leningrad.
8. Kirillina, K.S., Lobanov, V.A. (2015), “Assessment of modern climatic changes of air temperature in the territory of the Republic of Sakha (Yakutia)”, *Proceedings of the Russian State Hydrometeorological University*, no. 38, pp. 137–152.
9. Kononova, N.K., Khmelevskaja, L.V. (2011), “Long-term fluctuations of beginning dates and duration of circulation seasons of extra-tropical latitudes of Northern Hemisphere”, *Izvestiya Rossiiskoi Akademii Nauk. Seriya Geograficheskaya*, no. 3, pp. 43–62.
10. Kononova, N.K., *Kolebanija cirkuljacii atmosfery v XX – nachale XXI veka* [Fluctuations of atmospheric circulation in the XX – early XXI century], available at: <http://www.atmospheric-circulation.ru>, (Accessed 10.02.2016).
11. Korjagin, F.A. (2007), *Sovremennye gidroklimaticheskie izmenenija v Chuvashii. Ch. 1* [Modern hydroclimatic changes in Chuvashia. Part 1], Cheboksary.
12. Lobanov, V.A., Anisimov, O.A. (2003), “Modern changes in air temperature on the European Territory”, *Meteorologiya i Gidrologiya*, no. 2, pp. 5–14.
13. Lobanov, V.A., Anisimov, O. A. (2005), “Empirical-statistical modeling of temporal and spatial changes in hydrometeorological characteristics”, *Proceedings of INENCO, "Science"*, pp. 78–87.
14. Lobanov, V.A., Shadurskij A.E. (2010), “Application of empiric-statistical methods for modeling and analysis of climatic changes”, *Proceedings of the Russian State Hydrometeorological University*, no. 14, pp. 73–88.

15. Lobanov, V.A., Shadurskij A.E. (2013), *Vydelenie zon klimaticheskogo riska na territorii Rossii pri sovremennom izmenenii klimata* [Identification of climate risk zones in the territory of Russia under the present climate change], Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg.
16. Lobanov, V.A., Toshhakova, G.G. (2013), *Projavlenie sovremennykh izmenenij klimata na territorii Kostromskoj oblasti* [The manifestation of contemporary climate changes in the territory of the Kostroma region], Kostroma Center for Hydrometeorology and Environmental Monitoring, Kostroma.
17. Lobanov, V.A., Shukri O.A. (2014), "Assessment of climate change in air temperature and precipitation in the Arabian Peninsula", *Proceedings of the Russian State Hydrometeorological University*, no. 37, pp. 72–83.
18. Nesterov, E.S. (2013), *Severoatlanticheskoe kolebanie: atmosfera i okean* [The North Atlantic Oscillation: atmosphere and ocean], TRIADA, Moscow.
19. *Ocenochnyj doklad ob izmenenijakh klimata i ikh posledstviyakh na territorii Rossijskoj Federacii. T. 1. Izmeneniya klimata* [Assessment report on climate changes and their impact in the territory of the Russian Federation. Vol. I. Climate Change], Moscow, 2008.
20. Perevedencev, Yu. P., Vereshhagin, M.A., Shantalinskij, K.M., Naumov, E.P., Habutdinov, Yu.G. (2011), *Izmeneniya klimaticheskikh uslovij i resursov Srednego Povolzh'ja* [Changes in climate conditions and resources of the Middle Volga region], Centr innovacionnykh tekhnologij, Kazan.
21. *Resul'taty issledovanij izmenenij klimata dlja strategij ustojchivogo razvitiya Rossijskoj Federacii* [The results of climate change studies for strategies of sustainable development of the Russian Federation], Roshydromet, Moscow.
22. Sherstjukov, B.G. (2008), *Regional and seasonal patterns of changes in modern climate*, Russian Research Institute of Hydrometeorological Information – World Data Centre, Obninsk.
23. Jakovenko, E.S. (1970), "The role of circulating and radiation factors in the formation of the regime of local weather in some parts of the Baikal region, Transbaikalia and south of the Far Eastern Primorye", *Resort resources of Siberia and objectives of their development*, Tomsk Scientific and Research Institute of Balneology, Tomsk, pp. 183–89.

Поступила в редакцию: 15.02.2016

Сведения об авторах

Лобанов Владимир Алексеевич

доктор технических наук, профессор кафедры метеорологии, климатологии и охраны атмосферы Российского государственного гидрометеорологического университета; Россия, 195196, г. Санкт-Петербург, Малоохтинский пр., д. 98; e-mail: lobanov@EL6309.spb.edu

Тощакова Галина Геннадьевна

начальник Костромского «Центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»; Россия, 156013, г. Кострома, ул. Калиновская, 38; e-mail: pogoda@kmtm.ru

About the authors

Vladimir A. Lobanov

Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Meteorology, Climatology and Air Protection, Russian State Hydrometeorological University; 98, Malookhtinsky prospekt, St. Petersburg, 195196, Russia; e-mail: lobanov@EL6309.spb.edu

Galina G. Toschakova

Head of the Kostroma "Center for Hydrometeorology and Environmental Monitoring"; 38, Kalinovskaya st., Kostroma, 156013, Russia; e-mail: pogoda@kmtm.ru

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:

Лобанов В.А., Тощакова Г.Г. Особенности и причины современных климатических изменений в России // Географический вестник = Geographical bulletin. 2016. №3(38). С. 79–89. doi 10.17072/2079-7877-2016-3-79-89

Please cite this article in English as:

Lobanov V.A., Toschakova G.G. Features and causes of the modern climate change in Russia // Geographical bulletin. 2016. № 3(38). P. 79–89. doi 10.17072/2079-7877-2016-3-79-89

УДК 551.515.6

А.А. Поморцева, Н.А. Калинин
АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ
ШКВАЛОВ: УСЛОВИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ, МЕТОДЫ ДИАГНОЗА И ПРОГНОЗА*

Пермский государственный национальный исследовательский университет, г. Пермь

В обзоре приводятся сведения о современном уровне знаний, методиках исследования, способах регистрации и методах прогноза опасного конвективного явления – шквала.

Шквал – это опасное гидрометеорологическое явление, развивающееся под действием атмосферной конвекции мезомасштаба. Шквалы кратковременны по времени воздействия и локальны в пространстве, поэтому сложно поддаются оперативному регистрированию стандартными способами. Исключением являются данные метеорологических радаров (МРЛ), но МРЛ расположены редко и не образуют наблюдательную сеть. Зачастую факт явления фиксируется по его окончании с помощью данных дистанционного зондирования Земли из космоса. Точность прогноза шквала современными методами также остается недостаточно высокой, кроме того, практически отсутствуют методы прогнозирования катастрофических шквалов. Поэтому во всем мире продолжают исследования шквалов, ведутся разработка и усовершенствование методов их прогнозирования.

Ключевые слова: шквал, мезомасштабная конвективная система, физико-статистические методы прогноза, региональная гидродинамическая модель.

A.A. Pomortseva, N.A. Kalinin
ANALYTICAL REVIEW OF THE CURRENT STATUS OF STUDYING SQUALLS:
FORMATION CONDITIONS, METHODS OF DIAGNOSIS AND PROGNOSIS

Perm State University, Perm

The review provides information on the current state of knowledge, research techniques, registration and forecasting methods concerning such dangerous convective phenomena as squalls.

A squall is a dangerous hydrometeorological phenomenon developing under the influence of mesoscale atmospheric convection. Squalls are local and have a short-time influence, therefore they are difficult to register by standard methods. The only exception is data from meteorological radars. However, distances between radars are too long, so they do not form an observation network. The fact of the phenomenon is often recorded only after its termination, with the help of data from remote sensing of the Earth from space. The accuracy of forecasting squalls by modern methods is still insufficient. In addition, there are practically no methods for forecasting disastrous squalls. Therefore, researches on squalls are continuing around the world, forecasting methods are being developed and perfected.

Key words: squalls, mesoscale convective system, physical and statistical forecasting techniques, regional hydrodynamic model.

doi 10.17072/2079-7877-2016-3-90-104

Условия возникновения шквалов

Шквал, как опасное гидрометеорологическое явление (ОЯ), представляет собой резкое кратковременное усиление ветра в течение не менее 1 мин [40], сопровождающееся изменением его направления. Скорость ветра при шквале нередко превышает 25 м/с. Продолжительность прохождения шквала через станцию обычно не превышает нескольких минут, однако известны случаи, когда шквал продолжался 10–15 мин и более.

Шквалы обусловлены мощными кучево-дождевыми облаками (Cb), в результате перемещения которых на местности возникает узкая шкваловая полоса (линия шквалов) шириной от нескольких

сотен метров до нескольких километров и протяженностью до сотни километров [20]. Такие облачные скопления называют мезомасштабными конвективными системами (МКС) или системами глубокой конвекции. Механизм формирования линий шквалов объясняется участием холодной воздушной массы и вертикального сдвига ветра на фоне статической стабильности [41; 43; 86; 87; 90; 105; 106; 113]. МКС, несущие опасность конвективных явлений в градации ОЯ, обычно состоят из множества конвективных ячеек, имеющих различную пространственную структуру, непрерывно изменяющуюся во времени, перемещающихся в разных направлениях с разной скоростью [49; 56; 99; 102].

Несмотря на кратковременность воздействия, шквал наносит существенный ущерб экономике. Однако шквал, не достигающий по силе критерия опасного явления погоды (скорость ветра менее 25 м/с), также может нанести значительный ущерб [72]. Каждый год в теплый период при мощном развитии конвекции на Урале отмечается прохождение *Cb* с ливнями, грозами и шквалистым усилением ветра. Зона воздействия такого явления невелика, поэтому зачастую метеорологическая станция не фиксирует шквал, хотя его прохождение подтверждается поваленными деревьями, пострадавшими или разрушенными зданиями и сооружениями, показаниями очевидцев.

Системы глубокой конвекции вызывают большой интерес у специалистов, что подтверждается множеством опубликованных работ. Особенно много исследований проведено для тропических районов, где линии шквалов сопровождаются смерчами и торнадо [22; 27; 52; 54; 55; 60; 94; 104]. Так, в [107] проведено изучение перемещения линии шквалов и ее эволюции над севером и центральной частью Бразилии под действием крупномасштабного потока; в работе [103] рассматривается процесс развития шквалов вдоль линии холодного фронта над центральными районами США. Условия образования шквалов в умеренных [21; 24; 26; 29; 30; 37; 39; 48; 51; 70; 71; 73; 74; 83; 93; 94] и высоких [28; 31; 32] широтах имеют свои отличия. Их развитие происходит в меньшем вертикальном слое атмосферы и имеет менее значительные горизонтальные размеры. Шкалы в умеренных широтах обусловлены локальными штормами с конвективными сегментами МКС, которые имеют горизонтальные размеры до 30 км и существуют около часа, или с независимыми фронтами порывов [51–53].

Метеорологическое обеспечение и штормовое оповещение при формировании шкваловой ситуации требуют решения проблемы надежной локализации систем глубокой конвекции в облачной системе, а также оценки степени грозо-, градо- и шквалоопасности каждой конвективной ячейки [5; 53]. Существует большое количество работ, посвященных интерпретации данных метеорологических радаров и искусственных спутников Земли при оценке МКС и эволюции конвективного облака [17–19, 35]. Однако многие авторы [3; 109; 112] отмечают, что используемая в настоящее время типизация конвективных систем (КС) является неполной и не дает однозначного ответа на вопрос о дальнейшем развитии системы. До середины 90-х гг. XX в. при классификации КС и линий шквалов авторы описывали отдельные мезомасштабные свойства этих явлений, не проводя сравнения кинематики и эволюции КС с потоком в средней тропосфере и компонентами вектора развития линии шквала [100; 110; 111]. Анализ ряда работ [114] показывает, что 70% случаев опасных явлений погоды (грозы, града, шквалов и смерчей), связанных с конвекцией, наступает до достижения порога идентификации КС, поэтому необходимо производить реконструкции жизненного цикла КС, особенно представленных мезомасштабными системами. В работе [2] сделана попытка разделить трансляционный и эволюционный компоненты пространственно-временной изменчивости линии шквалов и на основе этого выделить типы этих систем. В продолжение исследований автор предлагает концепцию жизненного цикла мезомасштабных КС, которая позволяет производить мезоклиматические реконструкции, а также разрабатывать принципы и алгоритмы мезомасштабного прогнозирования КС [1].

Диагноз шквалов с помощью основных способов и систем регистрации

Смерчи и шкалы возникают, как правило, в центральной части мощного грозового облака, при очень большой влажности воздуха в процессе осадкообразования [57; 99; 108]. Диагноз таких явлений достаточно сложен, особенно при развитии явления вне заселенной территории: время их воздействия невелико, район прохождения ограничен масштабом в десятки километров. И, к сожалению, даже при возникновении явления на густонаселенной территории, зачастую судить о факте его прохождения и о его интенсивности можно по результатам обследований или по нанесенному ущербу [40; 72].

Поскольку существующая наблюдательная сеть в России является недостаточной для диагноза конвективных явлений и, в частности, шквала, то необходимо оборудовать сеть датчиками непрерывной регистрации метеорологической обстановки [14; 15; 33; 34; 47]. Наиболее оптимальным, на наш взгляд, прибором, который позволяет определять структуру и физические характеристики линии шквалов, является метеорологический радар [42; 45]. Во всем мире доплеровский метеорологический радар признан наиболее универсальным инструментом для анализа шквалов. На основе однозначных и комплексных критериев распознавания радары в автоматическом режиме позволяют не только выявлять и распознавать конвективные ОЯ [38; 81], но и извлекать информацию о горизонтальной и вертикальной структурах радиолокационной отражаемости штормов, горизонтальной и вертикальной скоростях облачных частиц и капель осадков внутри облака с разрешением до 1 км через 5–10 мин [16; 45]. Однако метеорологическая автоматизированная радиолокационная сеть на территории России находится в стадии формирования и лишь в Центральном федеральном округе отмечается сплошное покрытие территории данными наблюдений.

Существенную помощь в диагностике прохождения шквалов оказывают данные дистанционного зондирования Земли (ДДЗЗ) из космоса. Так, для диагноза прохождения шквала и смерча над лесными массивами используются разновременные снимки ДДЗЗ среднего и высокого разрешения, поскольку основным видом ущерба от них являются сплошные ветровалы [26; 36; 88; 89]. На основе ДДЗЗ можно создавать композитные карты пространственно-временного распределения шквалов. В [4] на основе актуальных космических снимков построены карты повторяемости и интенсивности шквалов. Авторы отмечают, что в условиях сложного рельефа и редкой наблюдательной сети картирование позволяет получить более реалистичные оценки пространственного распределения опасных явлений погоды. Для локальных конвективных явлений (шквалы, крупный град, смерчи) рассмотрен подход к картографированию на основе расчета плотности пространственного распределения зафиксированных случаев. В качестве исходной информации используются не только данные сети метеостанций, но и результаты обследований по факту нанесенного ущерба от опасных явлений.

С использованием ДДЗЗ и прогностической информации могут быть произведены уточнения к существующему автоматизированному методу обнаружения шквалов, разработанному сотрудниками Гидрометцентра России Т.Г. Дмитриевой, Б.Е. Песковым [35]. Наиболее важными предикторами оказываются днем резкое усиление адвекции холода на поверхности 850 гПа в 10–100 км за вершиной теплого сектора, вечером и ночью – крупные водные объекты при меньшей высоте верхней границы грозового облачного фронта [35; 36].

Безусловно, ясно, что наиболее оптимальным инструментом диагноза условий формирования и развития шквалов будет комплекс, сочетающий результаты наблюдений за ОЯ на метеорологических станциях, ДДЗЗ и радиолокационное зондирование [50; 52; 68].

Методы прогноза шквалов

Среди методов прогноза возникновения шквалов наибольшее применение получили методы, основанные на определении степени неустойчивости атмосферы. Так, прогноз сильных шквалов на основе анализа термодинамического состояния атмосферы был предложен сотрудниками Гидрометцентра СССР Б.Е. Песковым, А.И. Снитковским, Г.Д. Решетовым в 60-е гг. XX в. [67; 69; 70; 75]. В настоящее время все используемые в оперативной работе методы прогноза относятся к физико-статистическим методам [8; 28; 59; 78]. В Гидрометцентре России в качестве основного метода реализуется физико-статистический подход к прогнозу сильных шквалов на основе выходных данных региональной гидродинамической модели. Прогностическая продукция получается с помощью региональной 30-уровневой модели прогноза полей метеорологических элементов Гидрометцентра России с пространственным разрешением 75 км. В качестве предикторов используются фактические и прогностические поля приземного давления и геопотенциала основных изобарических поверхностей, значения температуры воздуха и влажности (точки росы) у поверхности Земли и на высотах изобарических поверхностей, а также диагностические данные упорядоченных вертикальных движений на поверхности 850 гПа [6; 8–11; 23]. Данный метод с региональными уточнениями используется для Центральной России, Северного Кавказа, Сибири [58–66; 82; 85].

Другая группа методов учитывает кинетическую энергию турбулентных пульсаций. При этом расчет порывов ветра основан на предположении о нормальном распределении скорости ветра, а турбулентная кинетическая энергия рассматривается как дисперсия скорости ветра [78; 79].

Альтернативным методом прогноза шквалов, предлагаемым рядом исследователей, является метод, основанный на предположении, что причиной образования шквала служит взаимодействие аномалий стратосферного потенциального вихря Эртеля с бароклинными зонами в нижней тропосфере [12; 91; 92; 95–98; 101]. Испытание метода [91; 92] показало, что он является более качественным и надежным по сравнению с традиционными методами и позволяет уменьшить число «ложных тревог».

Широко применяются методы прогноза шквалов на основе выходной продукции разрешающих конвекцию гидродинамических моделей из семейства WRF: ARW, ARW Glob и NMM [25; 26; 42; 44; 76]. Установлено, что все эти модели достаточно хорошо воспроизводят мезомасштабные конвективные системы и связанные с ними области сильных осадков и ветра, но имеют общие недостатки: переоценивают количество и площадь сильных осадков и недооценивают скорость сильного ветра. В меньшей степени эти недостатки свойственны модели ARW.

Оценка оправданности модельных прогнозов и верификация результатов счета модели производятся по данным метеорологических радаров и ДДЗЗ [7; 77]. На основе модели WRF-ARW разрабатываются системы раннего предупреждения о метеорологических угрозах (в частности, система предупреждения о степени опасности сильного ветра) [76; 80].

В рамках современных гидродинамических моделей, использующих различные подходы расчета мощной конвекции, с которой связаны шквалы, скорость ветра и его порывы прогнозируются с разрешением до 1–3 км в зависимости от качества начальных данных. Однако точность прогноза шквала остается недостаточной в силу невозможности учета всего комплекса процессов подсеточного масштаба. Многие существующие методы не автоматизированы и имеют невысокие показатели качества прогнозирования. Необходимо отметить, что в оперативной практике практически отсутствуют методы прогнозирования катастрофических шквалов, скорость ветра при которых превышает 33 м/с. Поэтому любое дополнительное исследование таких явлений и разработка методов их прогноза является важной и актуальной задачей мезометеорологии.

Библиографический список

1. *Абдуллаев С.М.* Жизненный цикл мезомасштабных конвективных систем: концепция, климатология и прогноз: дис. ... д-ра геогр. наук. М., 2010. 407 с.
2. *Абдуллаев С.М., Желнин А.А., Ленская О.Ю.* Жизненный цикл мезомасштабных конвективных систем // Метеорология и гидрология. 2009. № 5. С. 34–45.
3. *Абдуллаев С.М., Ленская О.Ю.* Эволюционная классификация мезомасштабных линий шквалов // Метеорология и гидрология. 1998. № 3. С. 24–32.
4. *Абдуллин Р.К., Шихов А.Н.* Картографирование пространственно-временного распределения опасных метеорологических явлений в Пермском крае // Вестник Удм. ун-та. Серия. Биология. Науки о Земле. 2015. Т. 25. № 4. С. 98–106.
5. *Абшаев М.Т., Абшаев А.М., Малкарова А.М., Жарашуев М.В.* Автоматизированная радиолокационная идентификация, измерение параметров и классификация конвективных ячеек для целей защиты от града и штормоповещения // Метеорология и гидрология. 2010. № 3. С. 36–45.
6. *Алексеева А.А.* Метод прогноза сильных шквалов // Метеорология и гидрология. 2014. № 9. С. 5–15.
7. *Алексеева А.А.* Распознавание конвективных стихийных явлений погоды на основе цифровой информации с ИСЗ с целью их сверхкраткосрочного прогноза // Тр. ГМНИЦ РФ. 2000. № 335. С. 59–73.
8. *Алексеева А.А.* Методы прогноза максимального количества осадков в зонах активной конвекции и альтернативного прогноза сильных ливней и шквалов // Результаты испытания новых и усовершенствованных технологий, моделей и методов гидрометеорологических прогнозов. 2007. №34. С. 49–69.
9. *Алексеева А.А., Лосев В.М., Песков Б.Е., Багров А.Н.* Результаты испытания автоматизированного метода прогноза шквалов с детализацией интенсивности в трех градациях (от 20 до 24, от 25 до 32, 33 м/с и более) на основе выходных данных региональной модели с заблаговременностью 12 и 24 ч // Результаты испытания новых и усовершенствованных технологий, моделей и методов гидрометеорологических прогнозов. 2012. № 39. С. 61–68.

10. Алексеева А.А., Лосев В.М., Песков Б.Е., Васильев Е.В., Никифорова А.Е. Прогноз развития зон активной конвекции с особо опасными явлениями на основе региональной модели Гидрометцентра России // 80 лет Гидрометцентру. М.: ТРИАДА ЛТД, 2010. С. 147–159.
11. Алексеева А.А., Песков Б.Е. Шквалово-смерчевые явления 20-21.06.1998 г. в Москве и Подмоскowie // Природные опасности России / под общей редакцией В.И. Осипова, С.К. Шойгу. М.: Крук, 2001. Т. 5. С. 159–165.
12. Алексеева А.А., Юсупов Ю.И., Багров А.Н., Демидова О.Ю., Смирнова И.М., Черногубова Ю.Я. Результаты испытания метода прогноза шквалов с использованием термодинамических параметров атмосферы и потенциального вихря Эртеля // Результаты испытания новых и усовершенствованных технологий, моделей и методов гидрометеорологических прогнозов. 2015. №42. С. 15–38.
13. Ананова Л.Г. Сезонное распределение радиолокационных характеристик облачности при шквалах на юго-востоке Западной Сибири // Географический вестник. 2011. № 4. С. 44–49.
14. Ананова Л.Г. Влияние температуры, влажности и давления у поверхности земли на развитие шквалов на юго-востоке Западной Сибири // Вестник Том. гос. ун-та. 2007. № 302. С. 211–214.
15. Ананова Л.Г. Сдвиги ветра при шквалах на аэродроме Томск // МЕТЕОСПЕКТР. 2010. № 2. С. 100–104.
16. Ананова Л.Г., Горбатенко В.П., Луковская И.А. Особенности радиолокационных характеристик конвективной облачности при шквалах на юго-востоке Западной Сибири // Метеорология и гидрология. 2007. № 7. С. 51–56.
17. Бочарников Н.В., Брылев Г.Б., Ватиашили М.Р. Диагноз шквалов по данным МРЛ // Радиолокационная метеорология. Л.: Гидрометеиздат, 1989. С. 64–67.
18. Бочарников Н.В., Брылев Г.Б., Песков Б.Е. и др. Методические указания по определению шквалов с использованием данных МРЛ. Л.: ГГО, 1988. 23 с.
19. Брылев Г.Б., Огурьев В.С. Радиолокационные критерии шквалов, связанных с кучево-дождевой облачностью // Тр. ГГО. 1976. Вып. 383. С. 67–72.
20. Будилина Е.М., Прох Л.З., Снитковский А.И. Смерчи и шквалы умеренных широт. Л.: Гидрометеиздат, 1976. 31 с.
21. Буз А.И. Условия образования шквалов на юге Прибалтики. Анализ и прогноз особо опасных явлений погоды // Тр. ГМЦ СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1973. Вып. 105. С. 36–53.
22. Бухаров М.В., Головлев К.Н., Миронова Н.С., Сизенова Е.А. Анализ причин усиления шквалистого ветра до ураганной силы в Керченском проливе 11 ноября 2007 г. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2010. Т. 7. № 3. С. 9–15.
23. Васильев Е.В., Алексеева А.А., Песков Б.Е. Условия возникновения и краткосрочный прогноз сильных шквалов // Метеорология и гидрология. 2009. № 1. С. 5–15.
24. Васильев А. А., Песков Б.Е., Снитковский А.И. Смерчи, шквалы и град 8-9 июня 1984 г. // Метеорология и гидрология. 1985. № 8. С. 5–15.
25. Вельтищев Н. Ф., Жупанов В. Д., Павлюков Ю. Б. Краткосрочный прогноз сильных осадков и ветра с помощью разрешающих конвекцию моделей WRF // Метеорология и гидрология. 2011. № 1. С. 5–18.
26. Ветров А.Л., Шихов А.Н. Исследование условий развития и оценка последствий сильных шквалов в Прикамье 18 июля 2012 года // Вестник Удм. ун-та. Серия. Биология. Науки о Земле. 2013. № 6–2. С. 89–99.
27. Волчек А.А., Шпока И.Н. Закономерности формирования опасных метеорологических явлений на территории Белоруссии // Учен. зап. Рос. гос. гидромет. ун-та. 2011. № 17. С. 64–88.
28. Головлев К.Н., Лукин А.А., Переходцева Э.В. О гидродинамико-статистическом прогнозе штормового ветра в Северном, Норвежском и Баренцевом морях // Тр. ГМНИЦ РФ. 2015. № 354. С. 63–78.
29. Горбатенко В.П., Константинова Д.А., Золотухина О.И., Тунаев Е.Л. Термодинамические условия формирования мезомасштабной конвекции в атмосфере Западной Сибири // Известия высших учебных заведений. Физика. 2011. Т. 54. № 11 (3). С. 148–155.
30. Горбатенко В.П., Константинова Д.А., Шутова Е.В. Особенности развития шквалов в атмосфере юго-востока Западной Сибири // Восьмое сибирское совещание по климато-экологическому мониторингу / под ред. М.В. Кабанова. Томск: Агаф-пресс, 2009. С. 156–157.
31. Грищенко И.В. Особенности оценки ущерба и рисков, связанных с опасными явлениями погоды, на территории Архангельской области и Ненецкого автономного округа // Тр. ГГО. 2011. №563. С. 137–148.

32. Грищенко И.В. Шквалы и смерчи на территории Архангельской области и Ненецкого автономного округа // Вестник Сев. (Арктического) фед. ун-та. Серия. Естественные науки. 2009. №4. С. 5–10.
33. Данилов А.Д., Пилеич А.В. Модели учета тепломассобменных процессов в атмосфере для автоматизированного проектирования технических средств современных метеостанций // Моделирование систем и процессов. 2012. Т. 4. С. 29–33.
34. Данилов А.Д., Пилеич А.В. Математические модели для автоматизированного проектирования метеопрогнозов // Вестник Воронеж. гос. техн. ун-та. 2010. Т. 6. № 10. С. 118–122.
35. Дмитриева Т.Г. Эволюция и движение очагов кучево-дождевой облачности по спутниковым данным в случаях сильных шквалов // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2010. Т. 7. № 1. С. 83–91.
36. Дмитриева Т.Г., Бухаров М.В., Песков Б.Е. Анализ условий возникновения сильных шквалов по спутниковой и прогностической информации // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2011. Т. 8. № 3. С. 244–250.
37. Дмитриева Т.Г., Песков Б.Е. Численный прогноз с мезосиноптическим уточнением двух случаев особо сильных шквалов на Европейской части России летом 2010 г. // Метеорология и гидрология. 2013. № 2. С. 18–30.
38. Дядюченко В., Павлюков Ю., Вылегжанин И. Доплеровские радиолокаторы в России // Наука в России. 2014. № 1. С. 23–27.
39. Евсеева Н.С., Ромашова Т.В. Опасные метеорологические явления как составная часть природного риска (на примере юга Томской области) // Вестник Том. гос. ун-та. 2011. № 353. С. 199–204.
40. Инструкция по подготовке и передаче штормовых сообщений наблюдательными подразделениями: руководящий документ. РД 52.04.563-2013. СПб., 2013. 52 с.
41. Калинин Н.А. Динамическая метеорология: учеб. пособие / Перм. гос. ун-т. Пермь, 2009. 256 с.
42. Калинин Н.А. Мониторинг, моделирование и прогноз состояния атмосферы в умеренных широтах / Перм. гос. ун-т. Пермь, 2015. 308 с.
43. Калинин Н.А., Ветров А.Л. Генерация доступной потенциальной энергии вследствие крупномасштабной конденсации в циклонах умеренных широт // Метеорология и гидрология. 2002. № 4. С. 17–27.
44. Калинин Н.А., Ветров А.Л., Связзов Е.М., Попова Е.В. Изучение интенсивной конвекции в Пермском крае с помощью модели WRF // Метеорология и гидрология. 2013. № 9. С. 21–30.
45. Калинин Н.А., Смирнова А.А. Исследование радиолокационных характеристик для распознавания опасных явлений погоды, связанных с кучево-дождевой облачностью // Метеорология и гидрология. 2005. № 1. С. 84–95.
46. Калинин Н.А., Смирнова А.А. Возможности метеорологических радиолокаторов в обнаружении облачности и опасных явлений погоды // Географический вестник. 2006. № 2. С. 76–83.
47. Кондратюк В.И., Швень П.И. Исследование дополнительных характеристик ветра с помощью анеморумбометра нового поколения марк-60 // Тр. ГГО. 2007. № 556. С. 167–178.
48. Константинова Д.А., Горбатенко В.П. Условия образования шквала над юго-восточной территорией Западной Сибири // Вестник Томск. гос. ун-та. 2010. № 337. С. 189–193.
49. Лапчева В.Ф. Условия развития зон активной конвекции со смерчами и сильными шквалами // Тр. Гидрометцентра СССР. 1989. Вып. 299. С. 32–50.
50. Лапчева В.Ф. Условия формирования и прогноз сильных шквалов с использованием данных наблюдений МРЛ и ИСЗ // Метеорология и гидрология. 1990. № 8. С. 70–75.
51. Ленская О.Ю. Методические вопросы использования спутниковой и радиолокационной информации в мезомасштабном прогнозе (на примере опасных явлений погоды в Москве 24 июля 2001 г.) // Вестник Челяб. гос. ун-та. 2007. № 6. С. 66–79.
52. Ленская О.Ю., Абдуллаев С.М. Использование доплеровского радара и данных наземных наблюдений для изучения и прогноза шквалов // Вестник Челяб. гос. ун-та. 2005. Т.12. №1. С.131–143.
53. Ленская О.Ю., Абдуллаев С.М. Метод реконструкции типа мезомасштабных систем осадков, генерирующих шквалы, по особенностям изменения приземного давления // Вестник Челяб. гос. ун-та. 2005. Т. 12. № 1. С. 143–151.
54. Логинов В.Ф., Волчек А.А., Шпока И.Н. Географические особенности распределения гроз и шквалов на территории Беларуси // Природопользование. 2009. Вып. 15. С. 42–49.

55. *Логинов В.Ф., Струк М.И.* Метеорологические риски на территории Беларуси: оценка, прогноз, пути минимизации // Изв. Российской академии наук. Серия географическая. 2010. № 5. С. 112–122.
56. *Локощенко М.А.* Динамика термической турбулентности в нижней атмосфере Москвы по данным содарного зондирования // Метеорология и гидрология. 2006. № 2. С. 35–46.
57. *Наливкин Д.В.* Смерчи. М.: Наука, 1984. 112 с.
58. *Переходцева Э.В.* Прогноз шквалов статистическими методами классификации на основании диагностических и прогностических синхронных связей // Тр. Гидрометцентра СССР. 1985. Вып. 271. С. 37–60.
59. *Переходцева Э.В.* Гидродинамико-статистический метод прогноза шквалов и очень сильного ветра в градации опасных явлений в летний период с заблаговременностью 12–36 ч по выходным данным региональной модели для Европейской территории России // Результаты испытания новых и усовершенствованных технологий, моделей и методов гидрометеорологических прогнозов. 2013. № 40. С. 170–181.
60. *Переходцева Э.В.* О гидродинамико-статистическом прогнозе до двух суток явлений сильного ветра и сильных осадков для территории Северного Кавказа // Тр. ГМНИЦ РФ. 2012. № 347. С. 113–125.
61. *Переходцева Э.В.* Модель гидродинамико-статистического прогноза с заблаговременностью 12–48 ч сильных шквалов и смерчей по территории Сибири // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2011. Т. 8. № 1. С. 263–270.
62. *Переходцева Э.В.* Прогнозирование смерчей и сильных шквалов в центральном районе России летом 2009 года на основе статистических моделей // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2010. Т. 7. № 3. С. 33–40.
63. *Переходцева Э.В.* Прогноз сильных шквалов и смерчей в летний период 2009 года на основе статистических моделей // Тр. ГМНИЦ РФ. 2010. № 344. С. 231–244.
64. *Переходцева Э.В.* Анализ устойчивости гидродинамико-статистической модели прогноза сильных шквалов и смерчей для территории России // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2009. Т. 6. № 2. С. 155–162.
65. *Переходцева Э.В.* Объективный физико-статистический метод прогноза шквалов (20 м/с и более) на текущий день для европейской территории: методические указания. 1992. 10 с.
66. *Переходцева Э.В., Золин Л.В.* Гидродинамико-статистический прогноз и экспертная система прогноза смерчей на европейской территории России // Тр. ГМНИЦ РФ. 2008. № 342. С. 45–54.
67. *Песков Б.Е.* Исследование условий развития гроз и шквалов с помощью диагностических диаграмм вероятности и индексов неустойчивости // Тр. Гидрометцентра СССР. 1967. Вып. 13. С. 21–31.
68. *Песков Б.Е., Дмитриева Т.Г., Бухаров М.В.* Развитие методов диагноза и прогноза летних шквалов и ливней с учетом спутниковых и наземных измерений // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2012. Т. 9. № 2. С. 234–242.
69. *Песков Б.Е., Снитковский А.И.* К прогнозу сильных шквалов // Метеорология и гидрология. 1968. № 7. С. 52–57.
70. *Песков Б.Е., Снитковский А.И.* Термодинамические условия образования шквалов различной силы в центральной части европейской территории СССР // Тр. Гидрометцентра СССР. 1968. Вып. 35. С. 69–79.
71. *Песков Б.Е., Хохлов Г.В.* Сильные шквалы в Верхнем Поволжье и некоторые рекомендации к их прогнозу // Тр. Гидрометцентра России. 1993. Вып. 326. С. 100–114.
72. *Положение о порядке действий учреждений и организаций при угрозе возникновения и возникновении опасных природных явлений: Руководящий документ.* РД 52.88.699-2008. М., 2008. 30 с.
73. *Поморцева А.А., Гордина В.А.* Исследование синоптических условий формирования шквалов на территории Пермского края // Географический вестник. 2013. № 2 (25). С. 55–58.
74. *Разумов В.В., Разумова Н.В.* Опасные гидрометеорологические явления на радиационно загрязненных территориях центрального региона Европейской части России // Геориск. 2015. № 3. С. 30–38.
75. *Решетов Г.Д., Чернова В.Ф.* Способ прогнозирования шквалов на 12–24 ч // Метеорология и гидрология. 1975. № 3. С. 15–24.

76. Рубинштейн К.Г., Ширяев М.В., Елисеев Г.В., Игнатов Р.Ю. Первые оценки качества работы систем раннего предупреждения о метеорологических угрозах для Мурманской области // Арктика: экология и экономика. 2014. № 4(16). С. 77–85.
77. *Руководство по диагнозу и прогнозу опасных и особо опасных осадков, града и шквалов по данным метеорологических радиолокаторов и искусственных спутников Земли. Руководящий документ.* РД 52.27.339-93. М.: Федеральная служба России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, 1996. 181 с.
78. *Руководство по краткосрочным прогнозам погоды.* Ч. 1. Л.: Гидрометеиздат, 1986. С. 527–536.
79. *Руководство по прогнозированию метеорологических условий для авиации.* Л.: Гидрометеиздат, 1985. 304 с.
80. Станкова Е.Н., Петров Д.А. Комплексная информационная система, предназначенная для формирования входных данных моделей конвективных облаков // Вестник Санкт-Петербургского ун-та. Серия 10. Прикладная математика. Информатика. Процессы управления. 2015. № 3. С. 83–95.
81. Чайковский В.М. Использование доплеровского радиолокатора в метеорологии // Вестник Пенз. гос. ун-та. 2015. № 3 (11). С. 143–147.
82. Черногубова Ю.Я. Возникновение опасных конвективных явлений погоды на территории Центрально-Черноземного УГМС и их прогнозирование // Тр. Гидрометцентра России. 2015. Вып. 357. С. 125–145.
83. Черногубова Ю.Я., Санникова Г.В. Результаты испытания автоматизированных методов прогноза осадков и шквалов на основе выходных данных региональной модели Гидрометцентра России с заблаговременностью 12 и 24 ч по территории ЦЧО // Результаты испытания новых и усовершенствованных технологий, моделей и методов гидрометеорологических прогнозов. 2012. №9. С. 91–100.
84. Шакина Н.П. Динамика атмосферных фронтов. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 263 с.
85. Шаколько Е.Н., Переходцева Э.В. О результатах испытания метода прогноза шквалов на Европейской территории СССР с заблаговременностью 12 ч // Информационный сборник № 17. 1988. С. 50–53.
86. Шварц К.Г. Моделирование крупномасштабных и мезомасштабных процессов в бароклинной атмосфере и океане // Географический вестник. 2013. Вып.1(24). С.72–77.
87. Шварц К.Г., Шкляев В.А. Математическое моделирование мезомасштабных и крупномасштабных процессов переноса примеси в бароклинной атмосфере. М.;Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2015. 156 с.
88. Шихов А.Н. Оценка последствий стихийных природных явлений для лесных ресурсов Пермского края по многолетним рядам данных космической съемки // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2014. Т. 11. № 1. С. 21–29.
89. Шихов А.Н. Исследование последствий сильных шквалов и смерчей в Пермском крае с применением данных дистанционного зондирования Земли // Географический вестник. 2013. №1(24). С. 77–86.
90. Юсупалиев У., Анисимова Е.П., Маслов А.К., Шутеев С.А. К вопросу о формировании и геометрических характеристиках смерча. Ч. I // Прикладная физика. 2001. № 1. С. 56–61.
91. Юсупов Ю.И. Метод прогноза шквалов с использованием термодинамических параметров атмосферы и потенциального вихря Эртеля // Метеорология и гидрология. 2013. № 11. С. 55–63.
92. Юсупов Ю.И. К вопросу об оперативном прогнозе шквалов // Тр. ГМНИЦ РФ. 2008. № 342. С. 55–78.
93. Ягудин Р.А. Синоптико-метеорологические и термодинамические условия возникновения шквалов в районе Новосибирска // Тр. НР ГМЦ. Л.: Гидрометеиздат, 1971. Вып. 5. С. 128–142.
94. Abdoulaev S., Lenskaia O., Marques V.S., et al. Relative Motions in Squall Lines Accompanied by Stratiform Region // Brazilian Journal of Meteorology. 2000. Vol. 15. no. 2. P. 87–102.
95. Braun S.A., Houze R.A.Jr. The heat and potential vorticity budgets of a midlatitude squall line / Sixth Conference on Mesoscale Processes. 1994. Portland, AMS. P. 335–338.
96. Corfidi S.F. Cold pools and MCS propagation: forecasting the motion of downwind-developing MCSs // Wea. Forecasting. Vol. 18. 2003. P. 997–1017.
97. Doswell C.A., Bosart L.F. Extratropical Synoptic-Scale Processes and Severe Convection. A Meteorological Monograph // The American Meteorological Society. 2000. 104 p.

98. Hertenstein R.F.A., Schubert W.H. Potential vorticity anomalies associated with squall lines // *Mon. Wea. Rev.* 1991. Vol. 119. P. 1663–1672.
99. Holton J.R. An introduction to dynamic meteorology // Elsevier Academic Press. 2004. P. 290–304.
100. Jirak I.L., Cotton W.R. Observational Analysis of the Predictability of Mesoscale Convective Systems // *American Meteorological Society*. Vol. 22. 2007. P. 813–838.
101. Johns R.H., Doswell C.A. Severe Local Storm Forecasting // *Weather and Forecasting*. 1992. Vol. 7. P. 588–612.
102. Johnson R.H., Hamilton P.J. The relationship of surface pressure features to the precipitation and airflow structure of an intense midlatitude squall line // *Mon. Wea. Rev.* 1988. Vol. 116. No 6. P. 1444–1472.
103. Johnson R.H., Miner B.D., Ciesielski P.E. Circulations between Mesoscale Convective Systems along a Cold Front // *Mon. Wea. Rev.* 1995. Vol. 123. no. 3. P. 585–599.
104. Laing, A.G., Fritsch J.M. Mesoscale convective complexes over Indian Monsoon Region // *J. of Clim.* Vol. 6. 1993. P. 911–919.
105. Lilly D.K. The structure, energetic and propagation of rotating convective storms. Part I: Energy exchange with mean flow // *J. Atm. Sci.* 1986. Vol. 43. No 3. P. 113–125.
106. Lilly D.K. The structure, energetic and propagation of rotating convective storms. Part II: Helicity and storm stabilization // *J. Atm. Sci.* 1986. Vol. 43. No 3. P. 126–140.
107. Lin X., Johnson R.N. Heat and Moisture Budgets and Circulation Characteristics of a Frontal Squall Line // *J. Atm. Sci.* Vol. 51. 1994. no. 12. P. 1661–1681.
108. Markowski P.M., Richardson Y.P. Tornadogenesis: Our current understanding, forecasting considerations, and questions to guide future research // *Atmospheric Research*. Vol. 93. 2009. P. 3–10.
109. McAnnelly R.L., Cotton W.R. The precipitation life cycle of mesoscale Convective Complexes over Central United States // *Mon. Wea. Rev.* Vol. 117. 1989. P. 784–808.
110. Parker M.D., Johnson R.H. Simulated convective lines with leading precipitation. Part I: Governing dynamics // *J. Atmos. Sci.* Vol. 61. 2004. P. 1637–1655.
111. Parker M.D., Johnson R.H. Simulated convective lines with leading precipitation. Part II: Evolution and maintenance // *J. Atmos. Sci.* Vol. 61. 2004. P. 1656–1673.
112. Shchiesser H.H., Houze R.A., Hutrieser H. The mesoscale structure of severe precipitation systems in Switzerland // *Mon. Wea. Rev.* 1995. V.123. P.20712097.
113. Tetsuya Takemi. Impacts of moisture profile on the evolution and organization of midlatitude squall lines under various shear conditions // *Atmospheric Research*. 2006. Vol. 82. P. 37–54.
114. Tollerud E.I., Collander R.S. Mesoscale convective systems and extreme rainfall in the central United States // *Extreme Hydrological Events: Precipitation, Floods and Droughts*. IANS. 1993. P. 11–19.
115. Weisman M.L., Davis C., Wang W., et al. Experiences with 0-36-h explicit convective forecasts with the WRF-ARW Model // *Wea. and Forecasting*. 2008. Vol. 23. no. 3. P. 407–437.

References

1. Abdullaev, S.M. (2010), “Life cycle of mesoscale convective systems: concept, climatology and forecast”, D. Sc. Thesis, Geography, Moscow, Russia.
2. Abdullaev, S.M., Zhelnin, A.A. and Lenskaya, O.Yu. (2009), “Life cycle of mesoscale convective systems”, *Meteorologiya i Gidrologiya*, no. 5, pp. 34–45.
3. Abdullaev, S.M. and Lenskaya, O.Yu. (1998), “Evolutionary classification of mesoscale squall lines”, *Meteorologiya i Gidrologiya*, no. 3, pp. 24–32.
4. Abdullin, R.K. and Shikhov, A.N. (2015), “Mapping of space-time distribution of dangerous meteorological phenomena in Perm region”, *Bulletin of Udmurt University. Series: Biology & Earth Sciences*, vol. 25, no. 4, pp. 98–106.
5. Abshaev, M.T., Abshaev, A.M., Malkarova, A.M. and Zharashuev, M.V. (2010), “Automated radar identification, measurement of parameters and classification of convective cells for hail protection and storm warning”, *Meteorologiya i Gidrologiya*, no. 3, pp. 36–45.
6. Alekseeva, A.A. (2014), “A method for severe squall forecasting”, *Meteorologiya i Gidrologiya*, no. 9, pp. 5–15.
7. Alekseeva, A.A. (2000), “Identification of convective spontaneous weather phenomena using digital information from artificial satellites for the purpose of their very short-range forecast”, *Proceedings of the Hydrometeorological Research Centre of the Russian Federation*, no. 335, pp. 59–73.

8. Alekseeva, A.A. (2007), "Methods of forecasting maximum amount of precipitation in active convection areas and alternative forecasting heavy showers and squalls", *Results of testing new and improved technologies, models and methods of hydrometeorological forecasting*, no. 34, pp. 49–69.
9. Alekseeva, A.A., Losev, V.M., Peskov, B.E., and Bagrov, A.N. (2012), "Results of testing an automated method of squalls forecasting with the intensity specification in three gradations (from 20 to 24, from 25 to 32, 33 m/s and more) on the basis of output data of the regional model with advance time of 12 and 24 hours", *Results of testing new and improved technologies, models and methods of hydrometeorological forecasting*, no. 39, pp. 61–68.
10. Alekseeva, A.A., Losev, V. M., Peskov, B.E., Vasil'ev, E.V. and Nikiforova, A.E. (2010), "Forecast for development of active convection zones with especially dangerous phenomena on the basis of the regional model of Hydrometeorological center of Russia", *80 years Hydrometeorological center of Russia*, TRIADA LTD, Moscow, Russia, pp. 147–159.
11. Alekseeva, A.A. and Peskov, B.E. (2001), "Squall and tornado phenomena of June 20-21, 1998 in Moscow and the Moscow region", *Natural dangers of Russia*, Kruk, Moscow, Russia, vol. 5, pp. 159–165.
12. Alekseeva, A.A., Yusupov, Yu.I., Bagrov, A.N., Demidova O.Yu., Smirnova I.M. and Chernogubova Yu.Ya. (2015), "Results of testing a method of squalls forecasting using thermodynamic parameters of the atmosphere and Ertel potential vorticity", *Results of testing new and improved technologies, models and methods of hydrometeorological forecasting*, no. 42, pp. 15–38.
13. Ananova, L.G. (2011), "The seasonal distribution of the radar characteristics of cloudiness in case of squalls in the southeast of Western Siberia" *Geographicheskij Vestnik*, no. 4, pp. 44–49.
14. Ananova, L.G. (2007), "Influence of the temperature, humidity and sea-level pressure on development of squalls in the southeast of Western Siberia", *Tomsk State University Journal*, no. 302, pp. 211–214.
15. Ananova L.G. (2010), "Wind shifts in case of squalls at the airfield Tomsk", *METEOSPEKTR*, no. 2, pp. 100–104.
16. Ananova, L.G., Gorbatenko, V.P. and Lukovskaya, I.A. (2007), "Radar characteristics of convective clouds at squalls in the southeast of Western Siberia", *Meteorologiya i Gidrologiya*, no. 7, pp. 51–56.
17. Bocharnikov, N.V., Brylev, G.B. and Vatiashvili, M.R. (1989), "Diagnosis of squalls based on a meteorological radar data", *Radar meteorology*, pp. 64–67.
18. Bocharnikov, N.V., Brylev, G.B., Peskov, B.E., et al. (1988), *Methodological instructions for squalls detection with the use of a meteorological radar data*. Main Geophysical Observatory Publ., Leningrad, USSR, 23 p.
19. Brylev, G.B. and Oguryaev, V.S. "Radar criteria of squalls connected with cumulonimbus clouds", *Proceedings of Voeikov Main Geophysical Observatory*, issue 383, pp. 67–72.
20. Budilina, E.M., Prokh, L.Z. and Snitkovsky, A.I. (1976), *Tornadoes and squalls of midlatitudes*. Gidrometeoizdat, Leningrad, USSR, 31 p.
21. Buz, A.I. (1973), "Conditions for squalls formation in the South Baltic region. Analysis and forecast of especially dangerous weather phenomena". *Proceedings of the Hydrometcentre of the USSR*, vol. 105, pp. 36–53.
22. Bukharov, M.V., Golovlev, K.N., Mironova, N.S. and Sizenova, E.A. (2010), "The analysis of the reasons for an amplification of a squally wind up to a storm force in the Kerch Strait of November 11, 2007", *Current problems in remote sensing of the Earth from space*, vol. 7, no. 3, pp. 9–15.
23. Vasil'ev, E.V., Alekseeva, A.A., Peskov, B.E. (2009), "Origin conditions and short-range forecast of strong squalls", *Meteorologiya i Gidrologiya*, no. 1, pp. 5–15.
24. Vasil'ev, A.A., Peskov, B.E., Snitkovsky, A.I. (1985), "Tornadoes, squalls and hail on June 8-9, 1984", *Meteorologiya i Gidrologiya*, no. 8, pp. 5–15.
25. Vel'tishhev, N.F., Zhupanov, V.D. and Pavlyukov, Yu.B. (2011). "Short-range forecast of strong precipitation using the convection-resolving WRF models", *Meteorologiya i Gidrologiya*, no. 1. pp. 5–18.
26. Vetrov, A.L. and Shikhov, A.N. (2013), "Study of evolution conditions for severe gusts in the Kama region on July 18, 2012, and estimation of their effect", *Bulletin of Udmurt University. Series: Biology & Earth Sciences*, no. 6-2, pp. 89–99.
27. Volchek, A.A. and Shpoka, I.N. (2011), "Laws of formation of the dangerous meteorological phenomena in territory of Belarus", *Proceedings of the Russian State Hydrometeorological University*, no. 17, pp. 64–88.
28. Golovlev, K.N., Lukin, A.A. and Perekhodceva, E.V. (2015), "On the hydrodynamic-statistical forecast of the storm wind over the North, Norway and Barents Seas", *Proceedings of the Hydrometeorological Research Centre of the Russian Federation*, no. 354, pp. 63–78.

29. Gorbatenko, V.P., Konstantinova, D. A., Zolotukhina, O. I., Tunaev, E.L. (2011), "Thermodynamic conditions for formation of mesoscale convection in the atmosphere of Western Siberia", *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedeniy. Fizika*, vol. 54, no. 11 (3), pp. 148–155.
30. Gorbatenko, V.P., Konstantinova, D.A., Shutova, E.V. (2009), "Specific features of squalls development in the atmosphere of the southeast of Western Siberia: Proceedings of Russian Conference", *The eighth Siberian meeting on climate-environmental monitoring*, Agaf-press, Tomsk, Russia, pp. 156–157.
31. Grishhenko, I.V. (2011), "Specifics of damage and risk assessment related to hazardous weather in the territory of Arkhangelsk region and Nenets Autonomous District", *Proceedings of Voeikov Main Geophysical Observatory*, no. 563, pp. 137–148.
32. Grishhenko, I.V. (2009), "Squalls and tornadoes on the territory of the Archangelsk region and the Nenets Autonomous Area", *Vestnik of Northern (Arctic) Federal University. Natural Sciences*, no. 4, pp. 5–10.
33. Danilov, A.D. and Pileich, A.V. (2012), "Models of registration of heat mass exchange processes in the atmosphere for computer-aided design of technical means for modern meteorological stations". *Modeling of systems and processes*, vol. 4, pp. 29–33.
34. Danilov, A.D. and Pileich, A.V. (2010), "Mathematical models for automated design of weather forecasting", *The Bulletin of Voronezh State Technical University*, vol. 6, no. 10, pp. 118–122.
35. Dmitrieva, T.G. (2010), "Evolution and movement of cumulonimbus clouds hearths according to satellite data in case of severe squalls", *Current problems in remote sensing of the Earth from space*, vol. 7, no. 1, pp. 83–91.
36. Dmitrieva, T.G., Bukharov, M. V. and Peskov B.E. (2011), "Analysis of arising of strong squalls using satellite and forecast data", *Current problems in remote sensing of the Earth from space*, vol. 8, no. 3, pp. 244–250.
37. Dmitrieva, T.G. and Peskov, B.E. (2013), "Numerical forecast with the mesosynoptic specification of extremely severe squalls in the European part of Russia (case study for June 13 and July 29, 2010)", *Meteorologiya i Gidrologiya*, no. 2, pp. 18–30.
38. Dyadyuchenko, V., Pavlyukov, Yu., Vylegzhanin, I. (2014), "Doppler radars in Russia". *Science in Russia*, no. 1, pp. 23–27.
39. Evseeva, N.S. and Romashova, T.V. (2011), "Dangerous meteorological phenomena as a constituent of natural risk (by example of the south of Tomsk region)", *Tomsk State University Journal*, no. 353, pp. 199–204.
40. Instruction for preparation and transmission of storm reports by observation subdivisions. (2013), Regulatory document. RD 52.04.563-2013,
41. Kalinin, N.A. (2009), *Dinamicheskaya meteorologiya* [Dynamic meteorology: textbook]. Perm State University, Perm, Russia.
42. Kalinin, N.A. (2015), *Monitoring, modeling and forecast of the state of atmosphere in midlatitudes*. Perm State University, Perm, Russia.
43. Kalinin, N.A. and Vetrov, A.L. (2002), "The generation of available potential energy by large-scale condensation in middle-latitude cyclones", *Meteorologiya i Gidrologiya*, no. 4, pp. 17–27.
44. Kalinin, N.A., Vetrov, A.L., Sviyazov, E.M., Popova, E.V. (2013), "Studying intensive convection in Perm Krai using the WRF model", *Meteorologiya i Gidrologiya*, no. 9, pp. 21–30.
45. Kalinin, N.A. and Smirnova, A.A. (2005), "Investigation of radar characteristics of recognition of dangerous weather phenomena caused by cumulonimbus clouds", *Meteorologiya i Gidrologiya*, no. 1, pp. 84–95.
46. Kalinin N.A. and Smirnova A.A. (2006), "Possibilities of meteorological radars in detection of cloudiness and dangerous phenomena of weather", *Geographicheskiy Vestnik*, no. 2, pp. 76–83.
47. Kondratyuk, V.I. and Shven', P.I. (2007), "An investigation of the wind characteristics by means of the anemorumbometer of new generation MARK-60", *Proceedings of Voeikov Main Geophysical Observatory*, no. 556, pp. 167–178.
48. Konstantinova, D.A. and Gorbatenko, V.P. (2010), "Conditions of squall formation in the south-eastern territory of Western Siberia", *Tomsk State University Journal*, no. 337, pp. 189–193.
49. Lapcheva, V.F. (1989). "Conditions for development of active convection areas with tornadoes and severe squalls", *Proceedings of the Hydrometcentre of the USSR*, vol. 299, pp. 32–50.
50. Lapcheva, V.F. (1990), "Conditions of formation and forecast of severe squalls with the use of observation data from a meteorological radar and artificial satellite", *Meteorologiya i Gidrologiya*, no. 8, pp. 70–75.

51. Lenskaya, O.Yu. (2007), "Methodological questions of using satellite and radar data in mesoscale forecasting (a case study of dangerous weather phenomena in Moscow on July 24, 2001)", *Chelyabinsk State University Bulletin*, no. 6, pp. 66–79.
52. Lenskaya, O.Yu. and Abdullaev, S.M. (2005), "Application of the Doppler radar and ground-based observations data for study and forecast of squalls", *Chelyabinsk State University Bulletin*, vol. 12, no. 1, pp. 131–143.
53. Lenskaya, O.Yu. and Abdullaev, S.M. (2005), "Method for reconstruction of the mesoscale precipitation systems generating squalls based on characteristics of changing ground pressure", *Chelyabinsk State University Bulletin*, vol. 12, no. 1, pp. 143–151.
54. Loginov, V.F., Volchek, A.A. and Shpoka, I.N. (2009), "Geographical features of distribution of thunderstorms and squalls in the territory of Belarus", *Prirodopol'zovaniye (Nature Management)*, issue 15, pp. 42–49.
55. Loginov, V. F. and Struk, M. I. (2010), "Meteorological risks on the territory of Belarus: evaluation, forecast, ways of minimization", *Izvestiya Rossiiskoi Akademii Nauk. Seriya Geograficheskaya*, no. 5, pp. 112–122.
56. Lokoshchenko, M.A. "Dynamics of thermal turbulence in the lower atmosphere of Moscow according to sodar sounding", *Meteorologiya i Gidrologiya*, no. 2, pp. 35–46.
57. Nalivkin, D. V. (1984), *Smerchi [Tornadoes]*, Nauka, Moscow, USSR.
58. Perekhodtseva, E.V. (1985), "Forecasting squalls with the use of statistical techniques of classification based on diagnostic and prognostic synchronous communications", *Proceedings of the Hydrometeorological center of the USSR*, issue 271, pp. 37–60.
59. Perekhodtseva, E.V. (2013), "A hydrodynamic-statistical technique for forecasting squalls and fresh gale within gradation of dangerous phenomena during the summer period with advance time of 12-36 hours according to output data from the regional model for the European part of Russia", *Results of testing new and improved technologies, models and methods of hydrometeorological forecasting*, no. 40, pp. 170–181.
60. Perekhodtseva, E.V. (2012), "On hydrodynamic-statistical forecasting fresh gale and heavy precipitation for the territory of the North Caucasus up to two days ahead", *Proceedings of the Hydrometcenter of Russia*, no. 347, pp. 113–125.
61. Perekhodtseva, E.V. (2011), "A model of hydrodynamic-statistical forecasting severe squalls and tornadoes for the territory of Siberia with advance time of 12-48 hours", *Current problems in remote sensing of the Earth from space*, vol. 8, no. 1, pp. 263–270.
62. Perekhodtseva, E.V. (2010), Prediction of tornadoes and the strong squalls in the central region of Russia in the summer of 2009 on the basis of statistical models. *Current problems in remote sensing of the Earth from space*, vol. 7, no. 3, pp. 33–40.
63. Perekhodtseva, E.V. (2010), "Forecasting severe squalls and tornadoes during the summer period of 2009 on the basis of statistical models", *Proceedings of the Hydrometcenter of Russia*, no. 344, pp. 231–244.
64. Perekhodtseva, E.V. (2009), "A hydrodynamic-statistical model of forecasting severe squalls and tornadoes for the territory of Russia: analysis of stability", *Current problems in remote sensing of the Earth from space*, vol. 6, no. 2, pp. 155–162.
65. Perekhodtseva, E.V. (1992), *An objective physical-statistical technique for forecasting squalls (20 m/s and more) for the present day for the European territory: methodological instructions*.
66. Perekhodtseva, E.V. and Zolin, L.V. (2008), "Hydrodynamic-statistical forecasting and an expert system of forecasting tornadoes in the European part of Russia", *Proceedings of the Hydrometcenter of Russia*, no. 342, pp. 45-54.
67. Peskov, B.E. (1967), "Research on conditions for the development of thunder-storms and squalls by means of diagnostic probability diagrams and instability indices", *Proceedings of the Hydrometeorological center of the USSR*, vol. 13, pp. 21–31.
68. Peskov, B.E., Dmitriyeva, T.G., and Bukharov, M.V. (2012), "Development of methods for the diagnosing and forecasting summer squalls and showers taking into account satellite and surface-recorded measurements", *Current problems in remote sensing of the Earth from space*, vol. 9, no. 2, pp. 234–242.
69. Peskov, B.E., Snitkovsky, A.I. (1968), "On forecasting severe squalls", *Meteorologiya i Gidrologiya*, no. 7, pp. 52–57.
70. Peskov, B. E. and Snitkovsky, A.I. (1968), "Thermodynamic conditions for formation of squalls of different force in the central part of the European territory of the USSR", *Proceedings of the Hydrometeorological center of the USSR*, issue 35, pp. 69–79.

71. Peskov, B. E., Khokhlov, G.V. (1993), "Severe squalls in the Upper Volga region and some recommendations on their forecasting", *Proceedings of the Hydrometeorological research center of the Russian Federation*, issue 326, pp. 100–114.
72. Provision on operating procedures for establishments and organizations in case of threat and formation of hazardous natural phenomena. A regulatory document. RD 52.88.699-2008. 30 p.
73. Pomortseva, A.A. and Gordina, V.A. (2013), "Research on synoptic conditions for squalls formation in the territory of Perm Krai", *Geographicheskii vestnik*, no. 2 (25), pp. 55–58.
74. Razumov, V.V. and Razumova N.V. (2015), "Dangerous hydrometeorological phenomena in radiation-tainted territories of the central region of the European part of Russia", *Georisk*, no. 3, pp. 30–38.
75. Reshetov, G. D. and Chernova, V. F. (1975), "A method for predicting squalls for 12-24 h", *Meteorologiya i Gidrologiya*, no. 3, pp. 15–24.
76. Rubinstein, K.G., Shiryayev, M. V., Yeliseyev, G.V., Ignatov, R.Yu. (2014), "Systems of early warning about meteorological threats for the Murmansk region: first estimates of the operation quality", *The Arctic: ecology and economics*, no. 4 (16), pp. 77–85.
77. Guideline for diagnosing and forecasting dangerous and especially dangerous precipitation, hail and squalls on the basis of data from meteorological radars and artificial Earth satellites. A regulatory document. RD 52.27.339-93, 1996, 181 p.
78. *Manual on short-term weather forecasts*. (1986), Pt.1. Gidrometeoizdat, Leningrad, USSR, pp. 527–536.
79. *Manual on predicting weather conditions for aviation*. (1985), Gidrometeoizdat, Leningrad, USSR.
80. Stankova, E.N. and Petrov, D.A. (2015), "The integrated information system intended for developing input data for models of convective clouds", *Vestnik of St. Petersburg State University. Series 10. Applied Mathematics. Computer Science. Control Processes*, no. 3, pp. 83–95.
81. Tchaikovsky, V.M. (2015), "Application of a Doppler radar in meteorology", *Vestnik of Penza state university*, no. 3 (11), pp. 143–147.
82. Chernogubova, Yu.Ya. (2015), "Dangerous convective weather phenomena in the territory of the Weather Control and Environmental Monitoring Service for the Central Black Earth Region: formation and forecasting", *Proceedings of the Hydrometeorological research center of the Russian Federation*, issue 357, pp. 125–145.
83. Chernogubova, Yu.Ya., Sannikova, G.V. (2012), "Results of testing automated methods for forecasting precipitation and squalls on the basis of output data of the regional model of the Hydrometeorological center of Russia with advance time of 12 and 24 h on the territory of the Central Black Earth Region", *Results of testing new and improved technologies, models and methods of hydrometeorological forecasting*, no. 39, pp. 91–100.
84. Shakina, N.P. (1985), *Dinamika atmosferykh frontov* [Dynamics of atmospheric fronts], Gidrometeoizdat, Leningrad, USSR.
85. Shako'tko, E.N., Perekhodtseva, E.V. (1988), "On results of testing a method for forecasting squalls in the European territory of the USSR with advance time of 12 h", *Information bulletin*, no. 17, pp. 50–53.
86. Schwartz, K.G. (2013), "Simulation of large-scale and mesoscale processes in a baroclinic atmosphere and in the ocean", *Geograficheskii vestnik*, issue 1(24), pp. 72–77.
87. Schwartz, K.G., Shklyayev, V.A. (2015), *Mathematical simulation of mesoscale and large-scale processes of impurity transfer in a baroclinic atmosphere*, Institute of computer science, M.-Izhevsk, 156 p.
88. Shikhov, A.N. (2014), "Assessment of consequences of spontaneous natural phenomena for forest resources of Perm Krai according to long-term rows of data from spaceborne measurements", *Current problems in remote sensing of the Earth from space*, vol. 11, no. 1, pp. 21–29.
89. Shikhov, A.N. (2013), "Research into consequences of severe squalls and tornadoes in Perm Krai using data of Earth remote sensing", *Geograficheskii vestnik*, no. 1 (24), pp. 77–86.
90. Yusupliyevev, Yu., Anisimova, E.P., Maslov, A.K., Shuteev, S.A. (2001), "Revisiting the question of formation and geometrical characteristics of tornadoes. Pt. I", *Applied Physics*, no. 1, pp. 56–61.
91. Yusupov Yu.I. (2013), "A method of forecasting squalls with the use of thermodynamic parameters of the atmosphere and Ertel potential vorticity", *Meteorologiya i Gidrologiya*, no. 11, pp. 55–63.
92. Yusupov Yu.I. (2008), "Revisiting the question of routine squall forecasting", *Proceedings of the Hydrometeorological research center of the Russian Federation*, no. 342, pp. 55–78.
93. Yagudin R.A. (1971), "Synoptic-meteorological and thermodynamic conditions for formation of squalls near Novosibirsk", *Tr. NR GMTs*, Gidrometeoizdat, Leningrad, USSR, issue 5, pp. 128–142.

94. Abdoulaev S., Lenskaia O., Marques V.S., et al. (2000) Relative Motions in Squall Lines Accompanied by Stratiform Region // Brazilian Journal of Meteorology.. Vol. 15. no. 2. P. 87–102.
95. Braun S.A., Houze R.A.Jr. (1994) The heat and potential vortices budgets of a midlatitude squall line / Sixth Conference on Mesoscale Processes. Portland, AMS. P. 335–338 .
96. Corfidi S.F. (2003), “Cold pools and MCS propagation: forecasting the motion of downwind-developing MCSs”, *Wea. Forecasting*, Vol. 18, pp. 997–1017.
97. Doswell C.A. and Bosart L.F. (2000), *Extratropical Synoptic-Scale Processes and Severe Convection. A Meteorological Monograph*, The American Meteorological Society.
98. Hertenstein R.F.A., and Schubert W.H. (1991), *Potential vorticity anomalies associated with squall lines*, *Mon. Wea. Rev.* Vol. 119. P. 1663–1672.
99. Holton J.R. (2004), *An introduction to dynamic meteorology*, Elsevier Academic Press. pp. 290–304.
100. Jirak I.L. and Cotton W.R. (2007), *Observational Analysis of the Predictability of Mesoscale Convective Systems* // American Meteorological Society, Vol. 22, pp. 813–838.
101. Johns R.H. and Doswell C.A. (1992), “Severe Local Storm Forecasting”, *Weather and Forecasting*, Vol. 7. pp. 588–612.
102. Johnson R.H., Hamilton P.J. (1988), *The relationship of surface pressure features to the precipitation and airflow structure of an intense midlatitude squall line*, *Mon. Wea. Rev.* Vol. 116. No 6. pp. 1444–1472.
103. Johnson R.H., Miner B.D. and Ciesielski P.E. (1995), *Circulations between Mesoscale Convective Systems along a Cold Front*, *Mon. Wea. Rev.*, Vol. 123, no. 3, pp. 585–599.
104. Laing, A.G. and Fritch J.M. (1993), *Mesoscale convective complexes over Indian Monsoon Region*, *J. of Clim.* Vol. 6, pp. 911–919.
105. Lilly D.K. (1986), *The structure, energetic and propagation of rotating convective storms. Part I: Energy exchange with mean flow*, *J. Atm. Sci.* Vol. 43, No 3, pp. 113–125.
106. Lilly D.K. (1986), *The structure, energetic and propagation of rotating convective storms. Part II: Helicity and storm stabilization*, *J. Atm. Sci.*, Vol. 43, No 3, pp. 126–140.
107. Lin X. and Johnson R.N. (1994), *Heat and Moisture Budgets and Circulation Characteristics of a Frontal Squall Line* // *J. Atm. Sci.* Vol. 51.. no. 12. P. 1661–1681.
108. Markowski P.M. and Richardson Y.P. (2009), *Tornadogenesis: Our current understanding, forecasting considerations, and questions to guide future research*, *Atmospheric Research*, Vol.93, pp. 3–10.
109. McAnnelly R.L. and Cotton W.R. (1989), *The precipitation life cycle of mesoscale Convective Complexes over Central United States*, *Mon. Wea. Rev.* Vol.117, pp. 784–808.
110. Parker M.D., Johnson R.H. (2004), *Simulated convective lines with leading precipitation. Part I: Governing dynamics*, *J. Atmos. Sci.*, Vol. 61., pp. 1637–1655.
111. Parker M.D. and Johnson R.H. (2004), *Simulated convective lines with leading precipitation. Part II: Evolution and maintenance*, *J. Atmos. Sci.* Vol. 61, pp. 1656–1673.
112. Shchiesser H.H., Houze R.A. and Hutrieser H. (1995), *The mesoscale structure of severe precipitation systems in Switzerland*, *Mon. Wea. Rev.*, Vol.123., pp. 2071–2097.
113. Tetsuya Takemi. (2006), *Impacts of moisture profile on the evolution and organization of midlatitude squall lines under various shear conditions*, *Atmospheric Research*, Vol. 82., pp. 37–54.
114. Tollerud E.I. and Collander R.S. (1993), *Mesoscale convective systems and extreme rainfall in the central United States*, *Extreme Hydrological Events: Precipitation, Floods and Droughts. IANS.* pp. 11–19.
115. Weisman M.L., Davis C. and Wang W., et al. (2008), *Experiences with 0-36-h explicit convective forecasts with the WRF-ARW Model*, *Wea. and Forecasting*, Vol. 23. no. 3. pp. 407–437.

Поступила в редакцию: 11.04.2016

Сведения об авторах

Поморцева Анна Александровна

кандидат географических наук, доцент кафедры метеорологии и охраны атмосферы Пермского государственного национального исследовательского университета; Россия, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15; e-mail: meteo@psu.ru

About the author

Anna A. Pomortceva

Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Department of Meteorology and Atmosphere Protection, Perm State University; 15, Bukireva Str., Perm, 614990, Russia; e-mail: meteo@psu.ru

Калинин Николай Александрович

доктор географических наук, профессор,
заведующий кафедрой метеорологии и охраны
атмосферы Пермского государственного
национального исследовательского
университета;
Россия, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15;
e-mail: kalinin@psu.ru

Nikolay A. Kalinin

Doctor of Geographical Sciences, Professor, Head
of the Department of Meteorology and Atmosphere
Protection, Perm State University;
15, Bukireva Str., Perm, 614990, Russia;
e-mail: kalinin@psu.ru

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:

Поморцева А.А., Калинин Н.А. Аналитический обзор современного состояния исследований шквалов: условия возникновения, методы диагноза и прогноза // Географический вестник = Geographical bulletin. 2016. № 3(38). С. 90–104. doi 10.17072/2079-7877-2016-3-90-104

Please cite this article in English as:

Pomortseva A.A., Kalinin N.A. Analytical review of the current status of studying squalls: formation conditions, methods of diagnosis and prognosis // Geographical bulletin. 2016. № 3(38). P. 90–104. doi 10.17072/2079-7877-2016-3-90-104

ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

УДК 502.64

С.В. Исаев**КОНЦЕПЦИЯ ПРИРОДНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ И ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИ ИЗУЧЕНИИ АНТРОПОГЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ***Пермский государственный национальный исследовательский университет, г. Пермь*

В статье дан теоретический обзор современных представлений об образованиях, формирующихся при взаимодействии природных объектов с искусственными, – природно-технических системах. Природно-технические системы рассматриваются как один из источников трансформации природной среды на современном этапе развития человечества. Исследуется соотношение понятий природно-техническая система, природно-техническая геосистема, геотехническая система в контексте взаимодействия с окружающей средой. Воздействие на окружающую среду описывается во временном аспекте эксплуатации технических систем. Приводятся основные признаки рассматриваемых систем, структура, методы управления через присутствие в системе особого блока, функции которого должны осуществлять человек или автоматы с обязательным участием компьютеров. Рассматривается возможность изучения связей и структур этих систем и особенностей их взаимодействия с компонентами окружающей среды для развития учения об антропогенной трансформации природной среды.

Ключевые слова: природно-техническая система, природно-техническая геосистема, антропогенная трансформация природной среды, кибернетический метод, мониторинг окружающей среды.

S.V. Isaev**THE CONCEPT OF NATURAL AND TECHNICAL SYSTEMS AND ITS USE IN THE STUDY OF TRANSFORMATION ANTHROPOGENIC ENVIRONMENT***Perm State University, Perm*

The article gives an overview of the theoretical concepts of modern ideas formed at interaction of natural objects with artificial - natural and technical systems. Natural and technical systems are reconsidered as one of the sources of the transformation of the natural environment at the modern stage of human development. The paper investigates the relationship between the concepts of natural-technical system, natural-technical geosystems, geotechnical system in the context of interaction with the environment. Environmental impact is versed in the temporal aspect of the operation of technical systems. The basic features of the systems in question, the structure, management practices through the presence of a special system unit, whose function is to carry people or machines with mandatory participation computers. The article considers possibility of studying the relationships, structures of these systems and the characteristics of their interaction with the components of the environment for the development of the doctrine of anthropogenic transformation of the natural environment.

Keywords: natural and technical system, natural and technical geosystem, anthropogenous transformation of environment, cybernetic method, monitoring of environment.

doi 10.17072/2079-7877-2016-3-105-113

Добыча полезных ископаемых представляет собой процесс взаимодействия между окружающей природной средой и искусственными (техническими системами), с помощью которых она осуществляется. Включаясь в природную среду, технические системы становятся источником воздействия, в разной степени влияющим на процессы, протекающие в естественной части. В

результате данного взаимодействия элементов природных и технических систем формируется особый вид систем – природно-технические (далее – ПТС). Именно такие системы являются наиболее важными частями (шахты, скважины, объекты обустройства нефтяных месторождений, котлованы и т.д.) различных добывающих производств. При этом именно техническая часть данных образований остается наиболее управляемой в этом взаимодействии.

При формировании и дальнейшей эксплуатации природно-технических систем происходит антропогенная трансформация природной среды. Антропогенная трансформация – это процесс изменения природных компонентов и комплексов под воздействием производственной и любой другой деятельности людей [6]. Рассмотрение природно-технических систем как одного из главных источников данного вида трансформации природной среды обеспечивает дальнейшее изучение процессов, определяющих ПТС, а также управление ими.

В связи с этим актуально изучение современного состояния теории природно-технических систем, изучение методов исследования и управления этими системами с целью дальнейшего использования при оптимизации взаимодействия между естественными и искусственными компонентами систем. Методология природно-технических систем позволит более широко осветить проблемы антропогенной трансформации природной среды и выявить новые аспекты данного явления.

Концепция ПТС зародилась в 60-х гг. XX в. благодаря работам ученых Института географии АН СССР. Свое дальнейшее развитие концепция получила в работах географов других академических институтов и университетов; в 80-е гг. прошлого столетия концепцию ПТС активно стали разрабатывать ученые-геологи [13].

Понятие «природно-техническая система» или природно-техническая геосистема (далее – ПТГ), с некоторыми вариациями, можно встретить в работах Г.В. Страдницкого и А.И. Радионова [30], И.И. Мазура и др. [20], Г.К. Бондарика [5], А.Л. Суздальной [31], А.Л. Ревзона [26], В.К. Епишин [17] и др.

По А.Л. Ревзону, природно-техническая система – совокупность форм и состояний взаимодействия компонентов природной среды с инженерными сооружениями на всех стадиях функционирования (от проектирования до реконструкции). ПТС включает в себя подсистемы: тропотехническую, геотехническую, акватехническую, биотехническую и историко-архитектурную [26].

И.И. Мазур в своих работах оперирует понятием ПТГ, под которым понимает совокупность природных и искусственных объектов, формирующихся в результате строительства и эксплуатации инженерных и иных сооружений, комплексов и технических средств, взаимодействующих с природными объектами (геологические тела, почва, растительный покров, рельеф, водные источники и атмосфера, фауна и социумы) [20].

Г.В. Страдницкий и А.И. Радионов ставят тождество между ПТС и ПТГ, рассматривая их в свете экологического подхода и называя эколого-экономическими системами. Они дают следующее определение таким системам: «это совокупность технических устройств и взаимодействующих с ними элементов природной среды, которая в ходе совместного функционирования обеспечивает, с одной стороны, высокие производственные и прочие целевые показатели, а с другой – поддержание в зоне своего влияния благоприятной экологической обстановки, максимально возможное в каждом конкретном случае сохранение и воспроизводство естественных ресурсов» [30].

По Г.К. Бондарика, природно-техническая система – целостная, упорядоченная в пространственно-временном отношении совокупность взаимодействующих компонентов, включающая орудия, продукты и средства труда, естественные и искусственно измененные природные тела, а также естественные и искусственные поля [5].

Т.А. Акимов определяет ПТС как совокупность природных и искусственных объектов, сформировавшуюся на какой-то территории в результате строительства и эксплуатации промышленных комплексов, инженерных сооружений и технических средств, взаимодействующих с компонентами природной и социальной среды [2].

К.Н. Дьяконов, А.В. Дончева используют термин «геотехническая система» – образование физико-географической размерности, у которого природные (как специально созданные человеком, так и естественные, но непреднамеренно измененные в процессе действия техники) и технические части настолько тесно взаимосвязаны, что функционируют в составе единого целого. Понятие ПТС они считают более широким и менее конструктивным, определяя его как сочетание техники и природы или природных и технических подсистем (примеры: город, парник, подводная лодка, космический корабль, инкубатор) [13].

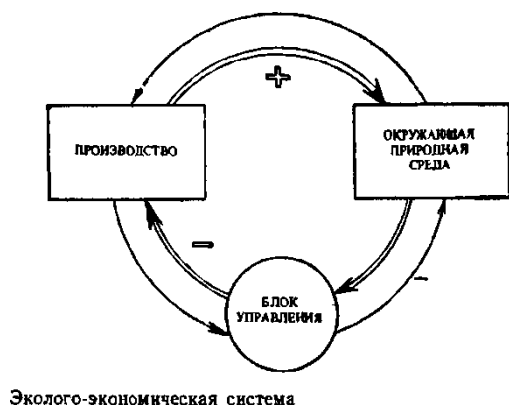


Рис. 1. Эколого-экономическая система [30]

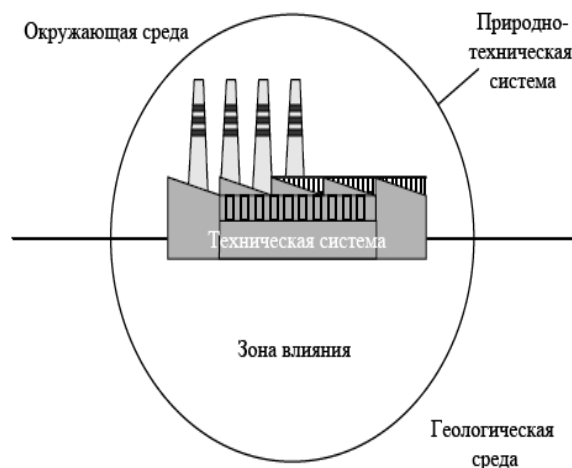


Рис. 2. Природно-техническая система [32]

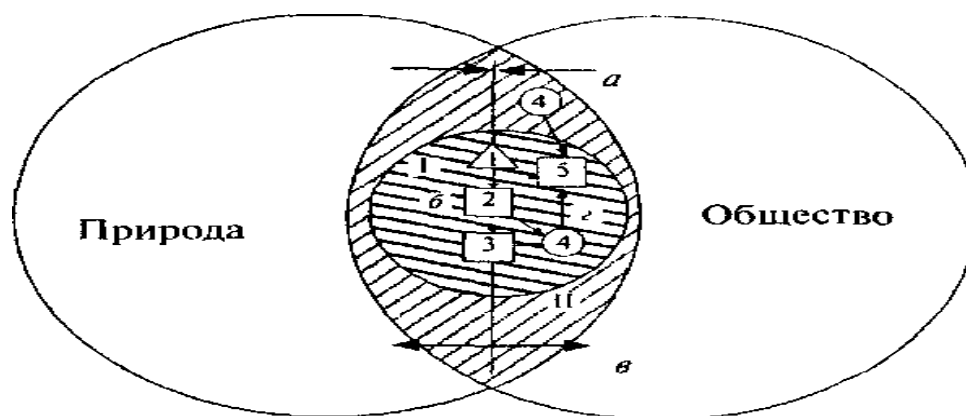


Рис. 3. Принципиальная схема геотехнической системы [13]:

I – геотехническая система, II – сфера ее влияния; 1 – блок регулирования; 2 – инженерно-технические сооружения; 3 – искусственно созданная природная подсистема; 4 – средства контролирования; 5 – блок управления. Поток: а – входящий поток вещества и энергии; б – управляемый поток вещества и энергии; в – выходящий (трансформированный) поток вещества и энергии; г – информационные связи (потоки)

В.К. Епишин описывает ПТС как совокупность инженерного сооружения (комплекса инженерных сооружений) с частью геологической среды в зоне его (их) влияния, имеющей операционально фиксированные границы [17].

Сущность понятий «геотехнические системы» в интерпретации К.Н. Дьяконова, А.В. Дончевой и «природно-технические системы (геосистемы)» по И.И. Мазуру, Г.К. Бондарчику, Г.В. Страдницкому и А.И. Радионову схожи и подразумевают под собой системы, где происходит взаимодействие техники и природной среды. А.Л. Ревзон разделяет эти два понятия, считая, что геотехническая система – совокупность форм взаимодействия инженерных сооружений с геологической средой является структурно-функциональной частью ПТС. В трактовке В.К. Епишина ПТС более узкое понятие, отображающее взаимодействие инженерных сооружений лишь с геологической средой, не включая другие геосферы.

Близкими по смыслу ПТС являются понятия «эколого-экономическая система», «природно-экономическая система» и «биоэкономическая система» [2].

Изучением ПТС применительно к нефтегазовому комплексу занимались С.Г. Гулькова и Н.А. Майсс [12], С.И. Пряхин [24], Н.Г. Беликова [3], И.Б. Светлов [28; 29], К.И. Лопатин [19], С.Г. Павлов [23], А.В. Никитина и А.Н. Гульков [21; 22] и др.

Каждая ПТС создается человеком для удовлетворения определенных потребностей современного общества: место проживания людей, орошение полей, транспортировка топливно-энергетических ресурсов, переработка сырья, производство промышленной или продовольственной продукции и т.д. Следовательно, природно-техническая геосистема – это образование, которое непременно возникает в любом регионе в связи с происходящей в нем хозяйственной деятельностью и приходит на смену природным геосистемам, существовавшим там до внедрения людей и техники в природную среду [20].

Под природно-техническими геосистемами понимаются не только такие геосистемы, в которых технические устройства выступают как непосредственный элемент системы (как, например, в технических системах), но и такие, деятельность которых в значительной степени определяется искусственными условиями, создаваемыми в результате использования тех или иных технических средств (например, сельскохозяйственных, лесохозяйственных, природоохранных) [20].

По временному режиму ПТС могут быть неравновесными или квазиравновесными в зависимости от стадии инженерно-геологического процесса (неустановившаяся, относительной стабилизации) [4].

Г.К. Бондарик выделяет несколько категорий (структурных уровней) ПТС: элементарная, локальная, региональная и глобальная [5].

Природно-техническую систему, подсистемами-компонентами которой являются отдельное сооружение и сфера взаимодействия геологической среды с этим сооружением, следует считать элементарной. Более высокой категорией является локальная ПТС, формирующаяся и функционирующая под влиянием взаимодействий комплекса сооружений (город, гидроузел, промышленный комплекс) с литосферой. Локальная ПТС состоит из элементарных, отношения между которыми и составляют ее структуру. Следующей категорией ПТС является региональная. Ее подсистемами-компонентами являются локальные ПТС, находящиеся в регионе, и природные геосистемы, в которые «вкраплены» локальные ПТС. Аналогичная структура, но в больших масштабах, характерна для глобальной ПТС [5]. Следует отметить, что категорию ПТС определяет ее структура, а не занимаемая ею площадь [4].

Элементарную ПТС, включающую отдельное сооружение и окружающую его область природной среды, можно разбить на подсистемы, каждая из которых будет состоять из некоторой области литосферы, атмосферы, гидросферы, биосферы и взаимодействующей с ней части сооружения. Число выделенных подсистем при этом будет отвечать числу компонентов природной среды, взаимодействующих с сооружением [4].

Пространственные границы ПТС проходят по границам области влияния ТС на взаимодействующую с ней природную среду. Техническая система может оказывать влияние различных видов: механическое (связанное с уплотнением грунта), химическое (загрязнение выбросами), вызывать нарушение термо- влажностного режима грунта и т.д. По этой причине граница ПТС будет проходить по максимальным границам областей влияния [32].

Временные границы ПТС не совпадают со сроком эксплуатации ТС. ПТС начинает свою жизнь с момента подготовительных работ на месте строительства. После ввода в эксплуатацию к воздействию на окружающую среду кроме самой технической системы как таковой (давление строения на грунт, преобразование ландшафта и т.д.) добавляются продукты ее функционирования (выбросы в атмосферу, гидросферу, загрязнение литосферы отходами производства). После остановки эксплуатации ТС ее влияние на окружающую природную среду ослабевает, но не прекращается. Влияние заканчивается после ликвидации технической системы и прекращения действия последствий ее функционирования [32].

Среди основных методов изучения ПТС можно выделить экосистемный анализ, системный анализ, моделирование и геоэкологический анализ.

А.В. Ван [10] считает, что именно системный и экосистемный анализы обеспечивают целевое изучение последствий производственно-хозяйственной деятельности человека и получение достоверных данных, необходимых для разработки мероприятий по рациональной эксплуатации природных ресурсов, оценки экологической емкости природных территориальных объектов, их стойкости к техногенному воздействию и направления практического использования с учетом требований охраны окружающей среды. При этом для получения наилучших и достоверных результатов следует использовать методы экологической геологии, изучающей главный составляющий компонент природных экологических систем – литосферу с ресурсной, геодинамической, геохимической и другими функциями, в значительной степени определяющей экологическую обстановку окружающей среды.

Ю.М. Зинюков [15] также подчеркивает важность системного анализа при изучении ПТС и считает, что этот метод является практически единственным методом, претендующим на высокую эффективность при организации и ведении мониторинга природно-технических систем. По его мнению, моделирование природно-технических систем является довольно сложной, но необходимой задачей.

Геоэкологический анализ – это выявление признаков, характеризующих современное и ожидаемое состояние окружающей среды [11]. В его основе лежат региональный (природно-хозяйственный, геосистемный) и импактный уровни мониторинга окружающей среды. Геоэкологический анализ территории направлен на создание научных основ решения проблем оздоровления экологической ситуации, оптимизации природопользования и включает комплекс методов: сравнительно-географический, геосистемный, геохимический, статистический, картографический, геоинформационный. Он предполагает изучение связей между природным и техногенным блоками техногеосистемы [24].

Изучение природно-технических систем как объектов воздействия на окружающую среду с помощью данного метода позволит более полно раскрыть процессы антропогенной трансформации на нефтяных месторождениях.

ПТС являются открытыми динамическими системами. Они обмениваются массой и энергией с внешней по отношению к ним средой; их состояние изменяется в физическом времени [4]. В режиме функционирования ПТС выделяют две стадии функционирования: стадия неустоявшегося режима ПТС и стадия относительной стабилизации. Первая стадия охватывает период от начала строительства до некоторого момента времени после его завершения и характеризуется сравнительно большими скоростями изменения структуры и свойств геологической среды с сооружением, большей скоростью и интенсивным проявлением инженерно-геологических процессов. Вторая стадия отвечает такому характеру движения ПТС, при котором режим управляющих взаимодействий становится стационарным или периодическим и естественные причины (природные процессы) начинают существенно влиять на характер взаимодействия между естественными и искусственными элементами ПТС [4].

Природно-техническая геосистема принципиально отличается от природной. Главнейшее ее отличие состоит в том, что она является управляемой (кибернетической) [4]. Взаимодействие между технической системой (сооружением) и природной средой требует подхода с кибернетических позиций: управление ими путем регулирования потоков вещества и энергии, поддержания сбалансированности прямых и обратных связей между составляющими компонентами [30].

Производство воздействует на природные системы (положительная обратная связь), выполняя роль управляющей подсистемы. В свою очередь, окружающая среда также может влиять на предприятие. Подобные воздействия, так или иначе, могут привести к разрушению управляемой подсистемы, а следовательно, и всей системы. Чтобы этого не происходило, необходимы компенсационные ответы со стороны управляемой подсистемы по отношению к управляющей через каналы отрицательной обратной связи. Природные системы не располагают достаточным запасом информации для того, чтобы компенсировать влияние на них производства. В связи с этим в ПТС должен присутствовать особый блок управления, функции которого должен брать на себя человек. Он воспринимает информацию от природных систем (окружающей среды) о происходящих в них изменениях, оценивает возможные негативные последствия и передает соответствующую команду управляющей системе (в данном случае – производственному предприятию) [30]. В ряде случаев функцию управления могут выполнять автоматы с обязательным участием компьютеров [13].

Управление реализуется в ходе преобразования человеком природной среды при строительстве сооружений, добыче полезных ископаемых и дальнейшей эксплуатации ПТС на основании данных, полученных при осуществлении производственного экологического и технического мониторинга и контроля. Оно выражается в мероприятиях по оптимизации существующих технологических процессов, применении других технологий, согласовании и соблюдении природоохранных нормативов [30]. Длительность и устойчивость функционирования ГТС зависят от возможностей управления и контроля [13].

По С.А. Бузмакову [6] антропогенная трансформация – это процесс изменения природных компонентов и комплексов под воздействием производственной и любой другой деятельности людей. ПТС являются продуктом деятельности трансформаций данного вида. Изучение этих систем как результата антропогенной трансформации экосистем позволяет выявить закономерности трансформации природной среды при взаимодействии с техническими объектами и особенности

функционирования ПТС, особенно уделяя внимание при этом влиянию функционирования на окружающую природную среду, и на основе этих данных построить достоверные прогнозы по динамике состояния относительно нетрансформированных сообществ и выработать соответствующие мероприятия по минимизации воздействия ПТС.

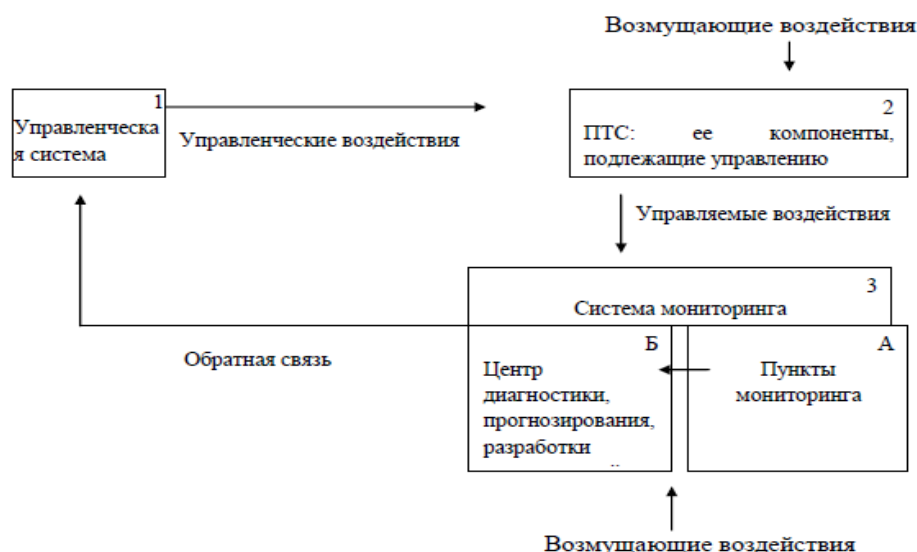


Рис. 4. Схема управления ПТС [14]

Для реализации целей по изучению закономерностей влияния ПТС на окружающую природную среду из перечисленных в статье определений наиболее подходит понятие, сформулированное И.И. Мазуром, включающее в себя весь комплекс природных компонентов, которые взаимодействуют с технической частью изучаемых систем. Определения Акимовой и Ревзона является очень схожими, по сути, с определением, данным И.И. Мазуром, но теория ПТГ последнего является более разработанной. Г.К. Бондарик и В.К. Епишин в своих работах основной акцент делают на взаимодействие технологических объектов с литосферой, что не охватывает вопросы о других естественных компонентах экосистем.

Концепция природно-технических (геотехнических) систем позволяет рассматривать хозяйственную деятельность человека как взаимодействующие между собой природные и технические системы. Рассмотрение связей и структуры этого взаимодействия дает возможность прогнозировать антропогенную трансформацию природных компонентов, находить оптимальные решения по оптимальной эксплуатации технологического оборудования и сооружений, а также предусмотреть адекватные природоохранные технологии, которые минимизируют воздействие на природную среду.

Библиографический список

1. Акимов В.А., Лапин В.Л., Попов В.М., Пучков В.А., Томаков В.И., Фалеев М.И. Надежность технических систем и техногенный риск. М.: Деловой экспресс, 2002. 368 с.
2. Акимова Т.А., Кузьмин А.П., Хаскин В.В. Экология. Природа – Человек – Техника. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. 343 с.
3. Беликова Н.Г. Геоэкологические аспекты природно-технических систем (на примере газоконденсатных месторождений Южного Приуралья): автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. Оренбург, 2009. 18 с.
4. Бондарик Г.К., Ярз Л.А. Инженерно-геологические изыскания. М.: КДУ, 2011. 420 с.
5. Бондарик Г.К. Экологическая проблема и природно-технические системы. М.: Икар, 2004. 152 с.
6. Бузмаков С.А. Антропогенная трансформация природной среды // Географический вестник. 2012. №4. С. 46–50.
7. Бузмаков С.А. Трансформация компонентов природных комплексов в условиях эксплуатации нефтяных месторождений: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Пермь, 1998. 16 с.
8. Бузмаков С.А., Костарев С.М. Техногенные изменения компонентов природной среды в нефтедобывающих районах Пермской области. Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 2003. 171 с.

9. Бузмаков С.А., Кулакова С.А. Формирование природно-техногенных экосистем на территории нефтяных месторождений (на примере Пермского края) // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2007. №1. С. 20–24.
10. Ван А.В. Методологические проблемы исследований природных экологических и природно-технических систем // ИНТЕРЭКСПО ГЕО-СИБИРЬ. 2012. Т. 2. №3. С. 33–38.
11. Грин А.М., Ключев Н.Н., Мухина Л.И. Геоэкологический анализ // Изв. РАН. Сер. географ. 1995. № 3. С. 21–30.
12. Гулькова С.Г., Майсс Н.А. Управления эколого-экономическими рисками природно-технических систем топливно-энергетического комплекса // Вологодские чтения. 2007. №64. С. 9–12.
13. Дьяконов К.Н., Дончева А.В. Экологическое проектирование и экспертиза. М.: Аспект Пресс, 2002. 384 с.
14. Жарников В.Б., Ван А.В., Евсюкова И.Н. Мониторинг природно-технических систем как основа рационального, экологически сбалансированного землепользования // ИНТЕРЭКСПО ГЕО-Сибирь. 2013. Т. 3. №3. С. 10–13.
15. Зинюков Ю.М. Методические основы конструирования и анализа структурно-иерархических моделей природно-технических экосистем // Вестник Воронеж. ун-та. Сер. Геология. 2001. Вып. 11. С. 210–222.
16. Исмаилов Т.Т., Комащенко В.И., Голик В.И. Техногенное воздействие на природно-технические системы // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2009. № 4. С. 276–278.
17. Епишин В.К., Трофимов В.Т. Литомониторинг – система контроля и управления геологической средой // Теоретические основы инженерной геологии. Социально-экономические аспекты / под ред. акад. Е.М. Сергеева. М.: Недра, 1985. С. 243–250.
18. Кулакова С.А. Техногенная трансформация экосистем в районах нефтедобычи (на примере Шагирто-Гожанского месторождения нефти): дис. на соиск. учен. степ. канд. геогр. наук. Пермь, 2007. 156 с.
19. Лопатин К.И. Методология оптимизации структуры природно-технических систем районов нефтедобычи на примере центра Западной Сибири: автореф. дис. ... докт. техн. наук. СПб., 2007. 21 с.
20. Мазур И.И., Молдаванов О.И. Курс инженерной экологии. М.: Высшая школа, 2001. 510 с.
21. Никитина А.Н. Особенности формирования природно-технической системы (на примере нефтегазового комплекса юга Дальнего Востока): автореф. дис. ... канд. геогр. наук, Хабаровск, 2012. 23 с.
22. Никитина А.В., Гульков А.Н. Формирование системы управления природно-техническими системами нефтегазового комплекса // Защита окружающей среды в нефтегазовом секторе. 2010. №4. С. 8–10.
23. Павлов С.Г. Разработка технологии оценки геоэкологической безопасности газопроводов в условиях возникновения аварийных ситуаций: автореф. дис. ... канд. техн. наук. М., 2009. 24 с.
24. Пряхин С.И. Методика геоэкологического анализа природно-технических геосистем юга Приволжской возвышенности (в пределах Волгоградской области) // Вестник Воронеж. ун-та. Сер. География, геоэкология. 2007. №2. С. 78–86.
25. Розанов Л.Л. Геотехноморфогенез и прогнозирование природоохранных проблем // Географическое прогнозирование природоохранных проблем. М., 1988. С. 31–32.
26. Ревзон А.Л. Картография состояния природно-технических систем. М.: Недра, 1992. 223 с.
27. Ретеюм А.Ю. Природа, техника, геотехнические системы. М.: Наука, 1978. 151 с.
28. Светлов И.Б. Научное обоснование развития топливно-энергетического комплекса как природно-технической системы (на примере Дальневосточного региона): автореф. дис. ... докт. техн. наук. Владивосток, 2006. 24 с.
29. Светлов И.Б. Оценка эффективности эколого-экономической политики при формировании природно-технической системы топливно-энергетического комплекса // Вестник ДВО РАН. 2007. №2. С. 151–157.
30. Стадницкий Г. В., Родионов А. И. Экология. СПб.: Химия, 1997. 240 с.
31. Суздалева А.Л., Горюнова С.В. Техногенез и деградация поверхностных водных объектов. М.: ООО ИД ЭНЕРГИЯ, 2014. 456 с.
32. Шарапов Р.В. Переход от технических к природно-техническим системам // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности. 2012. № 2(12). С. 43–46.

References

1. Akimov, V.A., Lapin, V.L., Popov, V.M., Puchkov, V.A. and Tomakov, V.I. (2002), *Nadegnosttehicheskikh system i tehnogeniy risk* [Reliability of technical systems and technogenic risk], Delovoi express, Moscow, Russia.
2. Akimova, T.A., Kuzmin, A.P. and Haskin, V.V. (2001), *Ecologia.Priroda-Chelovek-Tehnika* [Ecology. Nature-Man-Technology], UNITI-DANA, Moscow, Russia.
3. Belikova, N.G. (2009), "Geoecological aspects of natural and technical systems (on the example of gas-condensate fields of the Southern Cisural area)", Abstract of Ph.D. dissertation, Geoecology, Orenburg State University, Orenburg, Russia.
4. Bondarik, G.K. and Yarg, L.A. (2011), *Ingenerno-geologicheskie iziskaniya* [Geotechnical investigation], KDU, Moscow, Russia.
5. Bondarik, G.K. (2004), *Ecologicheskayaproblema i prirodno-tehicheskie systemi* [Ecological problem and natural and technical systems], Ikar, Moscow, Russia.
6. Buzmakov, S.A. (2012), "Anthropogenic transformation of environment", *GeographicheskiiVestnik*, no.4, pp. 46–50.
7. Buzmakov, S.A. (1998), "Transformation of components of natural complexes under operating conditions oil fields", Abstract of Ph.D. dissertation, Ecology, Udmurt State University, Izhevsk, Russia.
8. Buzmakov, S.A. and Kostarev, S.M. (2003), *Tehnogenii izmeneniya komponentov prirodnoi sredi v nevtedobivayushchih raionah Permskoi oblasti* [Technogenic changes of components of environment in oil-extracting districts of the Perm region], Izdatelstvo Permskogo gosudarstvennogo universiteta, Perm, Russia.
9. Buzmakov, S.A. and Kulakova, S.A. (2007), "Forming of natural-technogenic in the area of oil fields (Perm region experience)", *Zashchita okruzhaiushchej sredy v neftegazovom komplekse (NTZh)*, vol.1, pp. 20–24.
10. Van, A.V. (2012), "Methodological problems of investigating natural ecological and natural-technogenic systems", *Interexpo Geo-Siberia*, vol. 3, no. 2, pp. 33–38.
11. Grin, A.M., Kluev, N.N. and Muhina, L.I. (1995), "Geoecological analysis", *Rossiiskaya akademiya nauk. Izvestiya.Seriya geograficheskaya*, vol. 3, pp. 21–30.
12. Gulkova, S.G., Maiss, N.A. (2007), "Managements of ekologo-economic risks of natural and technical systems of fuel and energy complex", *Vologdinskie chteniya*, vol. 64, pp. 9–12.
13. Diyakonov, K.N. and Doncheva, A.V. (2002), *Ecologicheskoeoproektirovanie i expertiza* [Ecological design and examination], Aspekt Press, Moscow, Russia.
14. Zharnikov, V.B., Van, A.V. and Yevsyukova, I.N. (2013), "Monitoring of natural and technological systems as a basis of efficient environment-friendly land use", *Interexpo Geo-Siberia*, vol. 3, no. 3, pp. 10–13.
15. Zimnyukov, Yu.M. (2001), "Methodical bases of designing and analysis of structural and hierarchical models of natural and technical ecosystems", *Proceedings of Voronezh State University. Series: Geology*, vol. 11, pp. 210–222.
16. Ismailov, T.T., Komashenko, V.I. and Golik, V.I. (2009), "Technogenic impact on natural and technical systems", *Mining informational and analytical bulletin*, vol. 4, pp. 276–278.
17. Epishin, V.K. and Trophimov, B.T. (1985), "Litomonitoring – sistemakontrolya i upravleniya geologicheskoi sredoi" in Sergeev, E.M. (ed.), *Teoreticheskie osnovy inzhenernoi geologii. Social'no-ekonomicheskie aspekty*, pp. 243–250.
18. Kulakova, S.A. (2007), "Technogenic transformation of ecosystems in areas of oil production (on the example of the Shagirto-Gozhansky oil field)", Ph.D.Thesis, Geoecology, Perm State University, Perm, Russia.
19. Lopatin, K.I. (2007), "Methodology of optimization of structure of natural and technical systems of areas of oil production on the example of the center of Western Siberia", Abstract of Ph.D. dissertation, Geoecology by technical sciences, North-west State Correspondence Technical University, St. Petersburg, Russia.
20. Mazur, I.I. and Moldavanov, O.I. (2001), *Kurs inzhenernoi ekologii* [Course of engineering ecology], 2nd ed., Vysshaya shkola, Moscow, Russia.
21. Nikitina, A.N. (2012), "Features of formation of natural and technical system (on the example of an oil and gas complex of the South of the Far East)", Abstract of Ph.D. dissertation, Geoecology, Far Eastern Federal University, Khabarovsk, Russia.

22. Nikitina, A.V. and Gulkova, A.N. (2012), "Formation of a control system of natural and technical systems of an oil and gas complex", *Zaschita okruzhaiushchej sredy v neftegazovom komplekse (NTZh)*, vol. 4, pp. 8–10.
23. Pavlov, S.G. (2009), "Development of technology of an assessment of geoecological safety of gas pipelines in the conditions of emergence of emergencies", Abstract of Ph.D. dissertation, Geoecology, Moscow State University of geodesy and cartography, Moscow, Russia.
24. Pryahin, S.I. (2007), "Technique of the geoecological analysis of natural and technical geosystems of the South of Volga Hills (within the Volgograd region)", *Proceedings of Voronezh State University. Series: Geography. Geoecology*, vol. 2, pp. 78–86.
25. Rozanov, L.L. (1988), "Geotekhnomorfogenez and forecasting of nature protection problems", in Koronkevich, N.I. and Rozanov, I.I. (ed.), *Geographicheskoe prognozirovanie prirodoohranykh problem*, Akademia nauk USSR, Moscow, USSR, pp. 31–32.
26. Revzon, A.L. (1992), *Kartographia sostoyaniya prirodno-tehnicheskikh system* [Cartography of a condition of natural and technical systems], Nedra, Moscow, Russia.
27. Retezum, A.M. (1978), *Priroda, tehnica, geotekhnicheskiesystemi* [Nature, equipment, geotechnical systems], Nauka, Moscow, USSR.
28. Svetlov, I.B. (2006), "Scientific justification of development of fuel and energy complex as natural and technical system (on the example of the Far East region)", Abstract of Ph.D. dissertation, Geoecology, Far East technical university, Vladivostok, Russia.
29. Svetlov, I.B. (2007), "Estimation of efficiency of ecologic and economic policy during the formation of natural and technical system of a fuel and energy complex", *Bulletin of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences*, vol. 2, pp. 151–157.
30. Stradnickiy, G.V. and Rodionov, A.I. (1997), *Ecologiya* [Ecology], 3rd ed., Himia, S.Petersburg, Russia.
31. Suzdaleva, A.L. and Goryunov, S.V. (2014), *Tekhnogenez i degradatsiya poverhnostnih vodnih objektov* [Technogenesis and degradation of surface water objects], OOO ID ENERGIYA, Moscow, Russia.
32. Sharapov, R.V. (2012), "Transition from technical to natural and technical systems", *Engineering industry and life safety*, vol. 2 (12), pp. 43–46.

Поступила в редакцию: 01.04.2016

Сведения об авторе

Исаев Сергей Викторович

аспирант 2-го курса кафедры биогеоценологии и охраны природы Пермского государственного национального исследовательского университета; Россия, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15; e-mail: thegreat07@bk.ru.

About the author

Sergey V. Isaev

second-year post-graduate, Perm State University; 15, Bukireva str., Perm, 614990, Russia; e-mail: thegreat07@bk.ru.

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:

Исаев С.В. Концепция природно-технических систем и ее использование при изучении антропогенной трансформации природной среды // Географический вестник = Geographical bulletin. 2016. № 3(38). С. 105–113. doi 10.17072/2079-7877-2016-3-105-113

Please cite this article in English as:

Isaev S.V. The concept of natural and technical systems and its use in the study of transformation anthropogenic environment // Geographical bulletin. 2016. № 3(38). P. 105–113. doi 10.17072/2079-7877-2016-3-105-113

УДК 542.06

М.Д. Плотникова, М.Г. Щербань, Н.А. Медведева
ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ КОМПОЗИЦИЙ
ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ДЛЯ ОЧИСТКИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ
ГРУНТОВ

Пермский государственный национальный исследовательский университет, г. Пермь

В работе исследована способность анионоактивных и неионогенных поверхностно-активных веществ в качестве реагентов очистки почвы от нефти. Определено, что процессы образования смешанных мицелл в водных растворах при совместной адсорбции поверхностно-активных веществ приводят к синергетическому усилению поверхностно-активных свойств композиций по сравнению с индивидуальными анионными поверхностно-активными веществами. Изученные поверхностно-активные вещества и их композиции могут быть эффективно использованы для очистки грунтов от нефтяных загрязнений. Наибольшие степени очистки достигаются при концентрациях моющих растворов, отвечающих области существования цилиндрических мицелл.

Ключевые слова: нефтепродукты, загрязнение, поверхностно-активные вещества, адсорбция, очистка почв, поверхностное натяжение.

M.D. Plotnikova, M.G. Shcherban, N.A. Medvedeva
PROSPECTS FOR THE USE OF WATER COMPOSITIONS OF SURFACTANTS FOR
PURIFICATION OF OIL-CONTAMINATED SOIL

Perm State University, Perm

The ability of anionic and non-ionic surfactants to serve as reagents for soil purification from oil has been studied. It has been found that under the condition of joint adsorption of surfactants, the processes of formation of mixed micelles in water solutions lead to synergetic intensification of surface active properties of the compounds, compared to the individual anionic surfactants. The surfactants investigated and their mixtures can be effectively used for soil purification from oil contamination. The maximal degrees of purification are achieved when concentration of washing solutions corresponds to the region of cylindrical micelles.

Key words: oil product, contamination, surfactants, adsorption, soil cleanup, surface tension.

doi 10.17072/2079-7877-2016-3-114-121

Введение

Нефть и продукты ее переработки оказывают отрицательное воздействие на воздух, воду и почву. Так, при одном прорыве нефтепровода выбрасывается в среднем 2 т нефти, что выводит из строя 1000 м³ земли [10]. В условиях загрязнения происходит трансформация природной среды, что впоследствии приводит к образованию техногенных биогеохимических аномалий со специфическими условиями развития [2]. Таким образом, возникает необходимость мониторинга процессов трансформации экосистем и разработки научно обоснованных методов решения этих проблем.

К основным техногенным факторам, ответственным за трансформацию природной среды при разработке и эксплуатации нефтяных месторождений, относятся механические нарушения биогеоценотического покрова, перераспределение стока воды, загрязнение атмосферы и, безусловно, поступление нефтепродуктов и соляных вод в почву [3–7]. В настоящее время разработан ряд методов ликвидации нефтяных загрязнений почвы, включающих механические, физико-химические, биологические методы [1; 11; 13; 14]. Одним из наиболее эффективных способов очистки почв считается метод промывания их поверхностно-активными веществами (ПАВ). Этим способом можно удалить до 86% нефти и нефтепродуктов. Преимуществом данного метода является отсутствие переосаждения загрязнений на грунт, недостатком – необходимость дополнительной очистки почвы от поверхностно-активных веществ.

Целью работы являются изучение поверхностной активности индивидуальных ПАВ и их смесей, а также подбор оптимальных концентраций ПАВ для очистки нефтезагрязнённых грунтов.

Материалы и методика исследования

Величину адсорбции исследуемых веществ на границе раствор-воздух определяли с помощью анализатора DSA-25, KRÜSS (Германия).

Очистка нефтезагрязнённых грунтов водными растворами неионогенных ПАВ осуществлялась следующим образом. В коническую колбу вносили предварительно высушенную и просеянную навеску грунта (~5 г), затем – определённое количество нефтепродуктов. Пробу выдерживали в течение суток, после чего приливали 50 мл промывной жидкости, содержащей водный раствор ПАВ и фосфатный буферный раствор с pH 6,86. Соотношение вода – буферный раствор составляло 1:3. Концентрация ПАВ приведена в расчёте на объем промывной жидкости.

Для увеличения интенсивности отмывки почвы от нефтепродуктов в течение 25 мин раствор взбалтывали на встряхивателе TF-Ш; жидкость отфильтровывали. Промывку производили дважды при комнатной температуре; фильтрат собирали.

Пробу фильтрата объемом 15 мл помещали в делительную воронку. Далее проводили экстракцию с хлороформом в соотношении 3:1; действие повторяли дважды. В доведенный до постоянной массы бюкс из делительной воронки сливали хлороформ с извлеченной нефтью. По мере испарения хлороформа определяли массу извлеченной нефти и эффективность отмывки почвы (%) индивидуальными неионогенными ПАВ и их смесями.

Результаты и их обсуждение

Ранее нами была изучена адсорбция неионных ПАВ синтанол-7 и словасол-255 [16] и получены поверхностно-активные характеристики их композиций. В настоящей работе исследована адсорбция индивидуальных анионных ПАВ Ultrazine и ПЭГ, а также изучена их совместная адсорбция с неионными ПАВ синтанол-7 и словасол-255.

Согласно литературным данным [12; 15–17] при смешении ПАВ разных классов можно ожидать проявление синергетического эффекта улучшения функциональных свойств.

Зависимости поверхностного натяжения (σ) от концентрации ПАВ представлены на рис.1. Эти зависимости характеризуют способность ПАВ адсорбироваться на межфазной границе: чем ниже значение σ , тем лучше оно адсорбируется и тем больше углеводородов может извлечь из грунта.

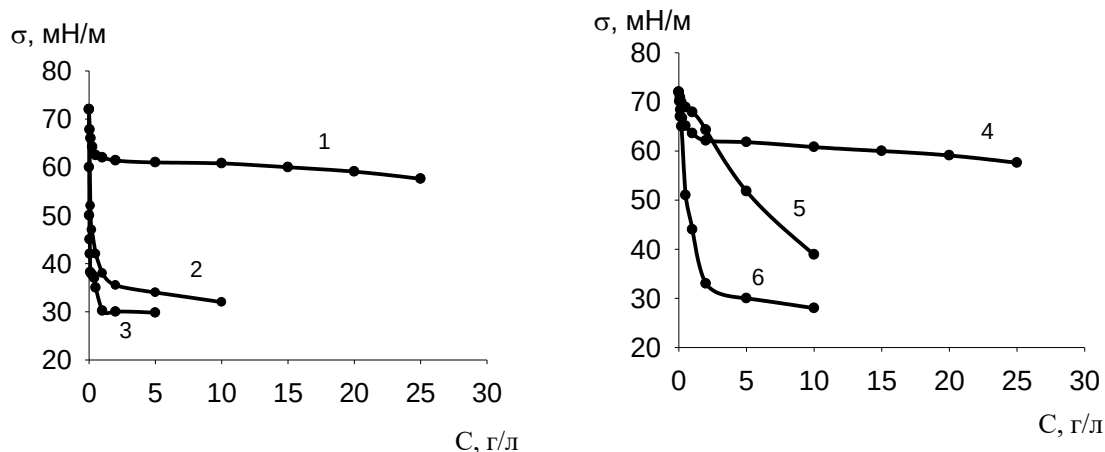


Рис. 1. Изотермы поверхностного натяжения индивидуальных неионогенных ПАВ и модельных смесей: 1 – Ultrazine; 2 – синтанол; 3 – словасол; 4 – ПЭГ; 5 – синтанол:словасол; 6 – синтанол:словасол: Ultrazine 1:1:3

Из анализа полученных результатов следует, что, в отличие от неионных ПАВ, снижающих поверхностное натяжение растворителя более чем в два раза, исследованные анионные ПАВ принадлежат к поверхностно-активным веществам средней силы. Синергетический эффект усиления совместной адсорбции анионоактивных ПАВ Ultrazine и неионогенных ПАВ проявляется во всей исследованной области концентраций: значения поверхностных натяжений данной смеси близки к значениям поверхностного натяжения наиболее поверхностно-активного компонента – словасола-

255. Для композиции, содержащей ПЭГ, на начальном участке изотермы наблюдался незначительный антагонизм адсорбционного взаимодействия, сопровождающийся ростом поверхностного натяжения смеси по сравнению с индивидуальными веществами. При достижении критической концентрации мицеллообразования (ККМ), т.е. концентрации, когда в растворе образуются агрегаты молекул ПАВ, способные к извлечению углеводов, поверхностная активность смеси значительно возрастает (рис. 1).

Синергетический эффект увеличения поверхностной активности смесей по сравнению с индивидуальными компонентами связан с процессами смешанного мицеллообразования – способностью гидрофильных групп неионогенного ПАВ включаться между гидрофильными группами анионного ПАВ и таким образом снижать не только электростатическое отталкивание между заряженными анионными группами, но и плотность заряда и электрический потенциал на поверхности мицеллы.

Величину ККМ ПАВ и композиций на их основе определяли в точках излома зависимости относительного поверхностного натяжения от концентрации. Типичные кривые, полученные в результате обработки экспериментальных данных (табл. 1), приведены на рис.2 (а, б).

Состояние ПАВ в растворе зависит от его концентрации. При небольших концентрациях образуются истинные растворы, а ионы ПАВ проявляют свойства электролитов. Образование мицелл в растворе начинается при достижении критической концентрации мицеллообразования (ККМ) и выше неё. Второй линейный участок зависимости $\sigma/\sigma_0 - \lg C$ связан с увеличением размеров мицелл, а последующий излом – переходом сферических мицелл к более крупным мицеллам цилиндрической формы, обладающим более высокой солюбилизующей способностью – способностью растворять в водном растворе органические соединения, не растворимые в воде, к примеру нефть. Образование цилиндрических мицелл должно благоприятно сказываться на функциональных свойствах растворов ПАВ.

Таблица 1

Поверхностно-активные характеристики анионных, неионогенных ПАВ и их композиций

Состав композиций ПАВ, % масс. Синтанол:словасол: ПЭГ: Ultrazine	Величина			
	$G, \text{м}^3/\text{с}^2$	$\text{ККМ}_1, \text{г/л}$	$\text{ККМ}_2, \text{г/л}$	$\sigma_{\min}, \text{мН/м}$
0:100:0:0	0,108	0,4	1,00	29
20:80:0:0	0,392	0,12	0,25	25
80:20:0:0	0,383	0,12	0,50	26
100:0:0:0	0,307	0,13	1,50	32
0:0:100:0	0,007	–	2,20	57
0:0:0:100	0,038	0,40	10,0	57
20:20:0:60	0,176	0,25	2,23	28
20:20:60:0	0,015	–	2,23	39

Величину поверхностной активности исследуемых неионогенных ПАВ и композиций оценивали по падающей ветви изотермы в области низких концентраций [13], рассчитывая её по уравнению

$$G = \lim_{c \rightarrow 0} - \left(\frac{\partial \sigma}{\partial c} \right) = \frac{\sigma - \sigma_{\min}}{\text{ККМ}}. \quad (1)$$

Таким образом, введение незначительных количеств неионогенных ПАВ и образование смешанных мицелл в растворе приводят к улучшению поверхностно-активных характеристик ПЭГ и ультразина, что обуславливает создание моющих композиций на их основе.

Антропогенное загрязнение почвенного покрова нефтепродуктами показало, что растения и почвенная биота положительно или нейтрально реагируют только на незначительные концентрации нефти, что, в свою очередь, требует разработки методов его очистки. Превышение количества загрязнителя вызывает не только изменение водно-воздушных условий почвенного субстрата, но и снижение жизнедеятельности автотрофов-продуцентов, увеличение численности нефтеокисляющих микроорганизмов и сапрофитов. Их присутствие в больших количествах способствует развитию анаэробных условий, которые угнетают растения, что может привести к смене экосистем. Для увеличения скорости утилизации нефтепродуктов почва должна содержать оптимальное количество

влаги и воздуха. Основной причиной попадания нефти и нефтепродуктов в почву являются аварийные сбросы [3, 9, 12].

В случае применения метода очистки нефтезагрязненного грунта поверхностно-активными веществами грунт увлажняется, а раствор реагента обволакивает частицы нефти, отделяя их от почвы и образуя нефтяные эмульсии в воде. Образовавшаяся эмульсия под действием реагента в течение нескольких часов расслаивается на несколько фракций: нефть, водный раствор ПАВ и почву.

Основной задачей на данном этапе исследования было изучение возможности извлечения остаточной нефти из нефтезагрязненных грунтов растворами индивидуальных неионогенных ПАВ, анионоактивных ПАВ, а также их смесями в зависимости от концентрации моющих растворов и степени загрязнения грунта. Результаты расчета степени извлечения остаточной нефти из нефтезагрязненных грунтов растворами ПАВ представлены в табл. 2.

Таблица 2

Извлечение остаточной нефти из нефтезагрязненных грунтов растворами индивидуальных ПАВ, АПАВ, а также их композициями в зависимости от концентрации моющих растворов и степени загрязнения грунта

ПАВ	Степень загрязнения грунта, г/кг	Концентрация ПАВ, г/л		
		0,2	0,5	1,0
СЛОВАСОЛ	5	45	97	60
	10	42	48	58
	15	40	42	53
	20–25	32	41	50
	30	14	16	22
СИНТАНОЛ	5	49	90	67
	10	48	48	58
	15	35	46	53
	20–25	21	49	50
	30	18	10	22
СИНТАНОЛ: СЛОВАСОЛ (1:4)	5	100	100	80
	10	100	100	90
	15	79	81	85
	20–25	61	55	79
	30	38	29	42
СИНТАНОЛ: СЛОВАСОЛ (4:1)	5	100	100	100
	10	100	100	100
	15	90	98	89
	20–25	69	83	63
	30	36	31	49
ULTRAZINE	5	–	69	89
	10	–	65	82
	15	–	58	74
	20–25	–	43	20
	30	–	29	21
ПЭГ	5	–	51	40
	10	–	36	32
	15	–	34	30
	20–25	–	30	26
	30	–	26	25
СИНТАНОЛ:СЛОВАСОЛ: ULTRAZINE (1:1:3)	5	–	79	80
	10	–	77	74
	15	–	42	53
	20–25	–	39	38
	30	–	31	30
СИНТАНОЛ: СЛОВАСОЛ: ПЭГ (1:1:3)	5	–	65	52
	10	–	60	49
	15	–	51	45
	20–25	–	36	34
	30	–	29	40

Общей тенденцией для всех изученных нами систем является снижение степени извлечения нефтепродуктов с ростом степени загрязнения грунта и рост моющей способности с увеличением концентрации растворов ПАВ. Все изученные ПАВ обладали достаточно высокой способностью к экстракции загрязнений; значения степени отмытки грунта составляли ~70÷80% для низких степеней загрязнений и ~40 % для высоких. Самая высокая степень очистки грунта была достигнута при использовании композиций, содержащих только неионогенные ПАВ. Данный результат может быть объяснён на основе полученных закономерностей адсорбции ПАВ на границе жидкость – газ.

При содержании в системе поверхностно-активных веществ в концентрации выше ККМ ПАВ находится в растворе в виде мицелл, способных солюбилизовать жидкости, по составу родственные их внутреннему ядру.

Как известно [15], солюбилизирующая способность раствора зависит от типа мицелл: для цилиндрических она существенно выше, чем для сферических. Переход от одного типа мицелл к другому зависит от природы ПАВ и происходит по мере роста концентрации раствора. Таким образом, эффективность извлечения нефтепродуктов определяется попаданием концентрации моющего раствора в область существования цилиндрических либо пластинчатых мицелл.

Было изучено моющее действие растворов с концентрациями ПАВ 0,2, 0,5 и 1,0 г/л. Последние концентрации попадают в область существования цилиндрических мицелл неионных ПАВ и их смесей, превышающих значения ККМ₂ (табл. 1), что и объясняет высокую эффективность, тогда как для ПЭГ не достигалась величина ККМ образования сферических мицелл.

Введение в смесь неионогенных ПАВ ультразина не привело к ожидаемому росту степени извлечения нефтепродуктов, несмотря на высокие поверхностно-активные свойства данной композиции, поскольку интервал существования сферических мицелл этого моющего раствора оказался достаточно широким (образование цилиндрических мицелл происходит при концентрациях смеси, больших 2,2 г/л).

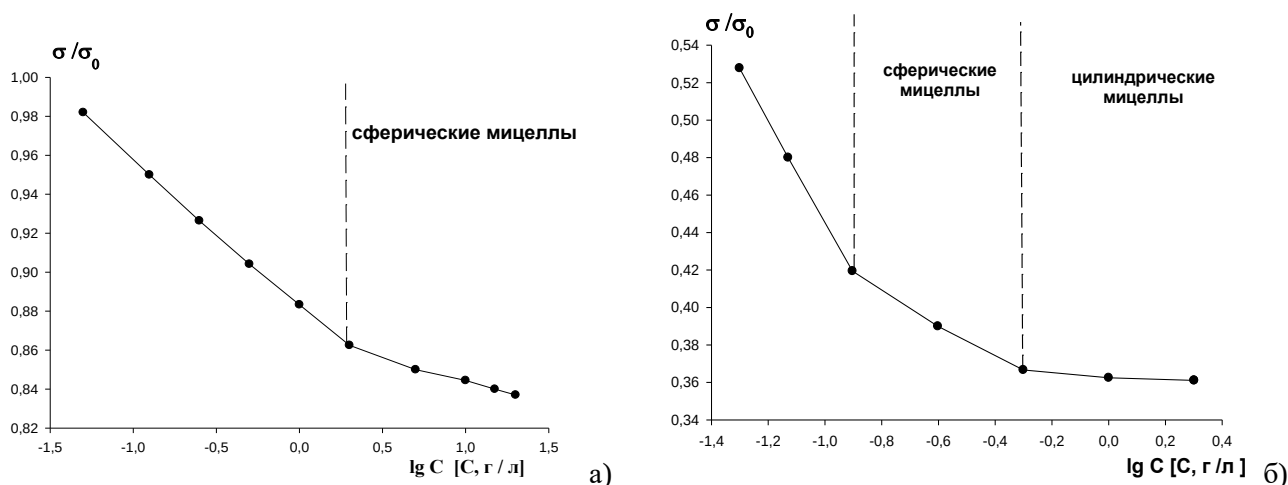


Рис. 2. Определение областей существования различных типов мицелл:
а – для ПЭГ; б – смеси синтанол:словасол 4:1

Тем не менее присутствие анионоактивного ПАВ, принадлежащего к IV классу опасности и синтезируемого на основе природного сырья, позволяет снизить концентрацию неионогенных ПАВ и сделать композицию более экологически мягкой. Помимо того, использование ПАВ разных типов способствует тому, что моющие композиции становятся более универсальными вследствие образования смешанных мицелл и роста солюбилизирующей способности.

Выводы

Изучена адсорбция анионоактивных ПАВ ультразин и ПЭГ на границе жидкость-газ, а также их совместная адсорбция с неионогенными ПАВ синтанол-7 и словасол-255. Процессы образования смешанных мицелл в водных растворах при совместной адсорбции анионных и неионогенных ПАВ приводят к синергетическому усилению поверхностно-активных свойств композиций по сравнению с индивидуальными анионными поверхностно-активными веществами. Все изученные ПАВ могут быть использованы для создания композиций для очистки грунтов от нефтяных загрязнений.

Наибольшие степени очистки достигались при концентрациях моющих растворов, отвечающих области существования цилиндрических мицелл.

Библиографический список

1. Абросимов А.А. Экология переработки углеводородных систем / под ред. М.Ю. Долматова, Э.Г. Теляшева. М.: Химия, 2002. 608 с.
2. Бузмаков С.А. Методы геоэкологических исследований нефтепромысловой трансформации наземных экосистем // Географический вестник. 2005. №1-2. С. 138–148.
3. Бузмаков С.А. Антропогенная трансформация природной среды // Географический вестник. 2012. №4(23). С. 46–50.
4. Бузмаков С.А., Костарев С.М. Техногенные изменения компонентов природной среды в нефтедобывающих районах Пермской области / Пер. унт-т. Пермь, 2003. 171с.
5. Бузмаков С.А., Башин Г.П. Предельно допустимое содержание нефтепродуктов в почвенных экосистемах Пермской области // Изв. вузов. Нефть и газ. 2004. №2. С. 91–96.
6. Бузмаков С.А., Костарев С.М., Чайкин С.А. Научное обоснование проектирования и эксплуатации нефтяных месторождений в границах особо охраняемых природных территорий (на примере районов нефтедобычи Пермской области) // Изв. вузов. Нефть и газ. 2004. №3. С.14–23.
7. Бузмаков С.А., Костарев С.М. Трансформация геосистем в районах нефтедобычи // Изв. вузов. Нефть и газ. 2004. №5. С.124–131.
8. Бузмаков С.А., Башин Г.П. Метод оценки воздействия остаточных нефтепродуктов на почвы // География и природные ресурсы. 2004. №2. С. 119–122.
9. Бузмаков С.А., Кулакова С.А. Оценка состояния почвенного покрова на территории нефтяных месторождений // Географический вестник. 2010. №4(15). С. 36–40.
10. Гриценко А.И., Акопов Г.С., Максимов В.М. Экология. Нефть и газ. М.: Наука, 1997. 598 с.
11. Колесниченко А.В. Процессы биодegradации в нефтезагрязненных почвах. М.: Промэкобезопасность, 2004. 194 с.
12. Королев В.А. Очистка грунтов от загрязнений. М.: МАИК Наука/Интерпериодика, 2001. 365 с.
13. Пиковский Ю.И., Геннадиев А.Н., Чернянский С.С., Сахаров Г.Н. Проблема диагностики и нормирования загрязнения почв нефтью и нефтепродуктами // Почвоведение. 2003. № 9. С. 1132–1140.
14. Саксонов М.А., Абалаков А.Д., Данько Л.В. и др. Физико-химические и биологические методы. Иркутск, 2005. 114 с.
15. Холмберг К., Йёнссон Б., Кронберг Б., Линдман Б. Поверхностно-активные вещества и полимеры в водных растворах / пер. с англ. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. 528 с.
16. Щербань М., Радущев А.В., Насртдинова Т.Ю., Тетерина Н., Бубякина Т.В. Коллоидно-химические свойства в ряду 1,1-диметил-1-алкилгидразиний хлоридов // ЖПХ. 2004. Т.77. Вып.11. С. 1861–1864.
17. Щербань М.Г., Плотникова М.Д., Медведева Н.А., Котелев М.С. Исследование поверхностно-активных и функциональных свойств неионогенных ПАВ // Вестник Пермского университета. Сер. Химия. 2011. С. 66–76.

References

1. Abrosimov, A.A. (2002), *Ekologiya pererabotki uglevodorodnyh sistem* [Ecology of hydrocarbon processing systems], in Dolmatov M.Yu., Tlyashev E.G. (ed.), Khimiya, Moscow, Russia.
2. Buzmakov, S.A. (2005), "Methods of geo-ecological research on oilfield transformation of terrestrial ecosystems", *Geographicheskiy Vestnik* [Geophysical Bulletin], no. 1, pp. 138–148.
3. Buzmakov, S.A. (2012), "Antropogenic transformation of the environment", *Geographicheskiy Vestnik* [Geophysical Bulletin], no. 4, pp. 46–50.
4. Buzmakov, S.A., Kostarev S.M. (2003), "*Tehnogennye izmeneniya komponentov prirodnoi sredy neftedobyvayushchikh rayonov Permskoy oblasti*" [Man-made changes of the environment components in the oil-producing areas of the Perm region], Perm State University, Perm, Russia.
5. Buzmakov, S.A., Bashin, G.P. (2004), "The maximum permissible oil content in soil ecosystems of the Perm region", *Higher Educational Institutions News. Oil and Gas*, no. 2, pp. 91–96.
6. Buzmakov, S.A., Kostarev, S.M., Chaykin, S.A. (2004), "Scientific substantiation of the design and operation of oil fields within the boundaries of protected areas (a case study of oil-producing areas of the Perm region)", *Higher Educational Institutions News. Oil and Gas*, no. 3, pp. 14–23.

7. Buzmakov, S.A., Kostarev, S.M. (2004), "Transformation of geosystems in the areas of oil production", *Higher Educational Institutions News. Oil and Gas*, no. 5, pp. 124–131.
8. Buzmakov, S.A., Bashin, G.P. (2004), "The method for estimating influence of residual mineral oil on soils", *Geographia i prirodnye resursy* [Geography and natural resources], no. 2, pp. 119–122.
9. Buzmakov, S.A., Kulakova, S.A. (2010), "Estimation of the soil cover condition in the territory of oil deposits", *Geofizicheskiy Vestnik* [Geophysical Bulletin], no. 4, pp. 36–40.
10. Gritsenko, A.I., Akopov, G.S., Maksimov, V.M. (1997), "Ecologiya. Neft' i gaz" [Ecology. Oil and gas], Nauka, Moscow, Russia.
11. Kolesnischenko, A.V. (2004), "Protsessy biodegradatsii v neftezagryaznennykh pochvakh" [The processes of biodegradation in oil-contaminated soils], *Promekobezopasnost'*, Moscow, Russia.
12. Korolev, V.A. (2001), "Ochistka gruntov ot zagryazneniy" [Soil remediation from contamination], MAIK Nauka / Interperiodika, Moscow, Russia.
13. Pikovskiy, Yu.I., Gennadiyev, A.N., Chernyanskiy, S.S. Sakharov, G.N. (2003), "The problem of diagnostics and standardization of soil contamination with oil and oil products", *Pochvovedenie* [Eurasian soil science], no. 9, pp.1010–1017.
14. Saksonov, M.A., Abalakov, A.D., Dan'ko, L.V., et al. (2005), *Fiziko-khimicheskie i biologicheskie metody* [Physico-chemical and biological methods], Irkutsk, Russia.
15. Holmberg, K., Jönsson, B., Kronberg, B., Lindman, B. (2007), "Poverkhnostno-aktivnye veshchestva i polimery v vodnykh rastvorakh" [Surfactants and polymers in aqueous solutions], BINOM Knowledge Laboratory, Moscow, Russia.
16. Scherban', M.G., Radushev, A.V., Nasrtdinova, T.Yu., Teterina, N.A., Bubyakina T.V. (2004), "Colloidal properties in a series of 1,1-dimethyl-1-alkyl hydrazine chloride", *Russian journal of applied chemistry*, vol. 77, no. 11, pp. 1861–1864.
17. Scherban', M.G., Plotnikova, M.D., Medvedeva, N.A., Kotelev M.S. (2011), "Investigation of surface-active and functional properties of nonionic surfactants", *Bulletin of Perm University. Series «Chemistry»*, pp. 66–76.

Поступила в редакцию: 07.04.2016

Сведения об авторах

Плотникова Мария Дмитриевна

кандидат химических наук, старший преподаватель кафедры физической химии Пермского государственного национального исследовательского университета;
Россия, 614990.ю г. Пермь, ул. Букирева, 15;
e-mail: plotnikova-md@mail.ru

Щербань Марина Григорьевна

кандидат химических наук, доцент кафедры физической химии Пермского государственного национального исследовательского университета;
Россия, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15;
e-mail: ma-she74@mail.ru

Медведева Наталья Александровна

кандидат химических наук, доцент кафедры физической химии Пермского государственного национального исследовательского университета;
Россия, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15;
e-mail: nata-kladova@yandex.ru

About the authors

Mariia D. Plotnikova

Candidate of Chemical Sciences, Senior Lecturer, Department of Physical Chemistry, Perm State University;
15, Bukireva Str., Perm, 614990, Russia;
e-mail: plotnikova-md@mail.ru

Marina G. Shcherban

Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Department of Physical Chemistry, Perm State University;
15, Bukireva Str., Perm, 614990, Russia;
e-mail: ma-she74@mail.ru

Nataliia A. Medvedeva

Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Department of Physical Chemistry, Perm State University;
15, Bukireva Str.,Perm, 614990, Russia;
e-mail: nata-kladova@yandex.ru

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:

Плотникова М.Д., Щербань М.Г., Медведева Н.А. Перспективы использования водных композиций поверхностно-активных веществ для очистки нефтезагрязненных грунтов // Географический вестник = Geographical bulletin. 2016. №3(38). С. 114–121. doi 10.17072/2079-7877-2016-3-114-121

Please cite this article in English as:

Plotnikova M.D., Shcherban M.G., Medvedeva N.A. Prospects for the use of water compositions of surfactants for purification of oil contaminated soil // Geographical bulletin. 2016. № 3(38). P. 114–121. doi 10.17072/2079-7877-2016-3-114-121

УДК 911.375: 28.088 (470.26)

В.П. Дедков, Г.В. Гришанов, С.И. Зотов, П.П. Чернышков
ОПЫТ КОМПЛЕКСНОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ ПЛАНИРУЕМОЙ
ОСОБО ОХРАНЯЕМОЙ ПРИРОДНОЙ ТЕРРИТОРИИ – ГОСУДАРСТВЕННОГО
ПРИРОДНОГО ЗАКАЗНИКА «БАЛТИЙСКАЯ КОСА»

Балтийский федеральный университет им. И. Канта, г. Калининград

В статье на основе многолетнего комплексного экологического обследования дана оценка значения уникальной трансграничной экосистемы для организации особо охраняемой природной территории регионального значения – государственного природного заказника «Балтийская коса». Отмечена уникальность Балтийской косы как геоморфологического объекта и наличие редких и исчезающих видов растений и животных, включенных в Красные книги Российской Федерации, Балтийского региона и Калининградской области. Территория предполагаемого заказника является экологически неблагоприятной, но резервы сохранения природных комплексов на ней не исчерпаны. Создание на части Балтийской косы особо охраняемой природной территории поможет минимизировать антропогенные воздействия и обеспечить долговременное функционирование природных комплексов.

Ключевые слова: Балтийская коса, трансграничная территория, охрана природы, Красная книга, ландшафты, растения, животные.

V.P. Dedkov, G.V. Grishanov, S.I. Zotov, P.P. Chernyshkov
AN ECOLOGICAL SURVEY OF THE PROSPECTIVE PROTECTED AREA: VISTULA SPIT
NATURAL RESERVE

I. Kant Baltic Federal University, Kaliningrad

Based on a long-term ecological survey, this article estimates the possibilities of creating a protected area – the Vistula Spit natural reserve – in the unique transboundary ecosystem. The Vistula Spit is a unique geomorphological object and home to rare and endangered plant and animal species which are included in the Red Books of the Russian Federation, the Baltic region, and the Kaliningrad region. It is concluded that the territory of the prospective reserve is not ecologically sustainable. However, its nature conservation potential has not been exhausted. The establishment of a protected area in the Vistula Spit will minimize the anthropogenic pressure and ensure the sustainable functioning of the natural complexes.

Keywords: Vistula Spit, transboundary territory, nature protection, Red Book, landscapes, plants, animals.

doi 10.17072/2079-7877-2016-3-121-126

В соответствии со Схемой планируемого развития и размещения особо охраняемых природных территорий (ООПТ) на период до 2030 г. постановлением Правительства Калининградской области от 23.12.2011 г. № 907 запланировано образование на территории Балтийского муниципального района Калининградской области государственного природного заказника комплексного (ландшафтного) профиля «Балтийская коса».

На территории Балтийской (Вислинской) косы ранее существовал старейший в области ООПТ – зоологический заказник «Вислинская коса», образованный распоряжением Калининградского

Облисполкома от 3.07.1963 г. № 582-Р. Заказник был образован «для охраны и обогащения животного мира», занимал площадь 21 км² и включал территорию Балтийской косы от г. Балтийска до границы с Польской республикой. Региональный зоологический заказник «Вислинская коса» находился в подчинении Управления по охране, контролю и регулированию использования охотничьих животных, выполняя функцию охотничьего резервата, и изначально не был ориентирован на сохранение биологического и ландшафтного разнообразия природных комплексов.

Постановлением Главы Администрации Калининградской области от 18.05.1998 г. № 351 с изменениями, внесенными постановлением администрации Калининградской области от 09.06.1998 г., «Положение о государственном природном заказнике «Вислинская коса» Калининградской области» в числе прочих было признано утратившим силу. Таким образом, заказник «Вислинская коса» в 1994 г. фактически прекратил свое существование, а территория Балтийской косы утратила статус особо охраняемой. При этом Схемой охраны природы Калининградской области [10] было обосновано повышение статуса территории Балтийской косы до ООПТ в ранге государственного природного комплексного (ландшафтного) заказника регионального (областного) значения с перспективой повышения природоохранного статуса в соответствии с уровнем значимости и приоритетностью. Предлагалось включение заказника в состав трансграничной ООПТ.

Целью данной работы является оценка значения уникальной трансграничной территории в рамках комплексного экологического обследования для обоснования организации особо охраняемой природной территории регионального значения – государственного природного заказника «Балтийская коса».

Материалы комплексного экологического обследования территории, на которой предполагается образование государственного природного заказника «Балтийская коса», подготовлены на основании литературных источников, собственных данных полевых исследований авторов, гербарных и коллекционных материалов из фондов кафедры биоэкологии и биоразнообразия Балтийского федерального университета им. И. Канта, а также материалов, полученных в рамках работы над Схемой охраны природы [8] и Ландшафтной программой Калининградской области [2].

Общая характеристика предполагаемой особо охраняемой природной территории. Особо охраняемую природную территорию регионального значения в категории «государственный природный заказник (профиль – комплексный (ландшафтный) заказник)» (предполагаемое название «Балтийская коса») планируется организовать в Балтийском муниципальном районе Калининградской области на площади около 2300 га на землях лесного и водного фондов и землях иных категорий без изъятия земельных участков или водных пространств, используемых для общегосударственных нужд. Заказник будет организован как природоохранное учреждение, территория которого включает в себя природные комплексы и объекты, имеющие значительную ландшафтную, экологическую и эстетическую ценность и предназначение для использования в природоохранных, просветительских и рекреационных целях.

Основу природного комплекса планируемой ООПТ составляют лесные массивы (около 81% территории косы). Среди лесов преобладают сосняки (63% основной лесопокрытой площади) и березняки (20%). Ландшафтная структура представлена зоной пляжей, авантюной, грядами высоких дюн, плоской равниной и лагунной террасой. В междюнных понижениях господствуют черноольшаники. Площадь лугов крайне незначительна. На Балтийской косе отсутствуют реки, озера, верховые и низинные болота, низкотравные сырые луга. Территория косы омывается водами Балтийского моря.

Балтийская коса имеет важное значение как часть Беломоро-Балтийского миграционного пути птиц. Высока значимость этой территории для региона как ландшафтно-биотопического комплекса с высоким уровнем биологического разнообразия и уникальным обликом ландшафта, что показано в материалах Ландшафтной программы Калининградской области [2].

Это перспективная территория для многоплановых научных исследований, организации природоохранного просвещения, экологического туризма, регулируемого рекреационного использования. Среди оснований для особой охраны данной территории важнейшими являются:

- сохранение участков естественного и искусственного дюнного, лесного и приморских ландшафтов, выполняющих важные средообразующие и защитные функции;
- сохранение ценных растительных сообществ дюн и лесов;
- сохранение биологического разнообразия животных и растений, редких и особо охраняемых видов;

– сохранение объектов историко-культурного и научного наследия.

Ландшафты. Балтийская коса представляет собой уникальный геоморфологический объект. Это вторая по величине в Балтийском регионе песчаная пересыпь, сформированная морскими песчаными отложениями под определяющим воздействием эоловых процессов. Общая длина косы составляет 65 км, из них 35 км находятся в границах Калининградской области. В 11 км от Калининградского полуострова коса разрывается Балтийским проливом, южнее которого продолжается на 24 км до границы с Польшей. Ширина российской части косы изменяется от 300 м до 1800 м [3; 4; 8].

Формирование рельефа и ландшафтно-биотопической структуры косы связано с волновой и ветровой деятельностью. В ходе образования дюнных комплексов в рельефе косы (поперечный профиль) можно выделить следующие зоны:

1. Слабонаклонный морской песчаный пляж шириной до 60 м, в среднем 39 м.

2. Авандюна (защитный пляжевый дюнный вал) с шириной подошвы до 130 м (в среднем 65 м) и высотой до 17 м, в среднем 9,5 м.

3. Приморская дюнная гряда шириной до 400 м и средней высотой 12 м.

Состав и характер растительности. Современная флора Балтийской косы включает около 500 видов сосудистых растений. В результате механического закрепления песка, посева трав и лесопосадок с середины XIX до середины XX в. лесистость достигла 80%. Более 60% составляют посадки сосны, около 20% занято березняками с отдельными вкраплениями небольших участков ольшаников. В посадках встречаются дуб, ель, ясень, отдельными экземплярами – интродуцированные деревья и кустарники. Преобладающими лесными формациями являются сосняки. Вдоль морского побережья по авандюне распространены сообщества с травами-песколюбам. На лагунной стороне косы обычны прибрежно-водные сообщества с доминированием тростника обыкновенного. На косе существуют два луга с богатой флорой – суходольный и низинный [1; 8]. В северной части косы значительную площадь занимают заросли облепихи крушиновой.

Животный мир. Орнитофауна планируемого природного заказника в весенне-летний период насчитывает 115 видов птиц, из которых 96 видов – гнездящиеся.

Наибольшее значение для биологического разнообразия территория планируемого заказника имеет как место интенсивной миграции птиц. Балтийская коса так же, как и Куршская, ориентирована преимущественно с ССВ на ЮЮЗ, что совпадает с генеральным направлением Беломоро-Балтийского миграционного пути. Такая особенность географического положения обуславливает прохождение вдоль Балтийской косы весьма концентрированного миграционного потока сухопутных, водоплавающих и околоводных птиц.

В ходе наблюдения за видимой осенней миграцией птиц на Балтийской косе было зарегистрировано свыше 94 видов. Значительную часть миграционного потока птиц на Балтийской косе составляют водные и околоводные птицы (более 40 видов). Ключевыми участками для мигрирующих водоплавающих птиц являются прибрежные части морской акватории у пос. Коса (напротив крепости) и, в меньшей степени, бухта на заливе, примыкающая к Калининградскому морскому каналу.

На территории планируемого заказника зарегистрировано 29 видов млекопитающих, что составляет 42% от состава этого класса в фауне области. Наиболее типичными видами млекопитающих на Балтийской косе являются еж обыкновенный *Erinaceus europaeus*, крот *Talpa europaea*, лесная куница *Martes martes*, черный хорь *Mustela putorius*, горноста́й *Mustela erminea*, енотовидная собака *Nyctereutes procyonoides*, лиса *Vulpes vulpes*, барсук *Meles meles*, кабан *Sus scrofa* (около 30 особей), косуля *Capreolus capreolus* (20-25 особей).

Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и животных. Имеются следующие данные о наличии на территории планируемой ООПТ местопроизрастаний редких видов растений, местобитаний редких и находящихся под угрозой исчезновения видов животных, занесенных в списки Международного союза охраны природы, в красные книги Балтийского региона, Российской Федерации и Калининградской области и подлежащих охране в соответствии с международными обязательствами, законодательством Российской Федерации и нормативными правовыми актами Калининградской области. Материалы по редким видам подготовлены по оригинальным данным авторов и с использованием сведений из литературных источников [1; 4–7].

Сосудистые растения. 1. Синеголовник морской *Eryngium maritimum*. Широко распространен на авандюне, местами встречается по опушкам сосновых лесов (Красная книга РФ; Красная книга Калининградской области, категория 1; Красная книга Балтийского региона).

2. Линнея северная *Linnaea boreali*. Встречается в зеленомошных участках хвойного леса (Красная книга Калининградской области, категория 1; Красная книга Балтийского региона).

3. Блисмус сжатый *Blysmus compressus*. Произрастает на сыром лугу в северной части Балтийской косы за границей территории планируемого заказника (Красная книга Калининградской области, категория 1; Красная книга Балтийского региона).

4. Пальчатокоренник майский *Dactylorhiza majalis*. Как и блисмус сжатый, произрастает на сыром лугу в северной части Балтийской косы за границей территории планируемого заказника (Красная книга РФ; Красная книга Калининградской области, категория 1; Красная книга Балтийского региона).

5. Дремлик болотный *Epipactis palustris*. Произрастает на сыром лугу в северной части Балтийской косы за границей территории планируемого заказника (Красная книга РФ; Красная книга Калининградской области, категория 1; Красная книга Балтийского региона).

6. Ужовник обыкновенный *Ophioglossum vulgatum*. Произрастает на сыром лугу в северной части Балтийской косы за границей территории планируемого заказника (Красная книга РФ; Красная книга Калининградской области, категория 1; Красная книга Балтийского региона).

Из шести видов сосудистых растений, внесенных в Красную книгу Калининградской области, четыре произрастают на сыром лугу в северной части Балтийской косы, находящемся у границы территории планируемого заказника, в зоне, испытывающей повышенные антропогенные нагрузки.

Лишайники. Кладония остроконечная *Cladonia acuminata*. Произрастает во многих местах на дюнах и по опушкам сосновых лесов (Красная книга Калининградской области, категория 1).

Грибы. Псатирелла песчаная *Psathyrella ammophila*. Очень редко встречался на приморских дюнах. Ксерофильный вид, растущий на корнях трав-псаммофитов (Красная книга Калининградской области, категория 3).

Птицы. 1. Пеганка *Tadorna tadorna*. Редкий вид на территории Калининградской области (Красная книга Калининградской области, категория 3; Красная книга Балтийского региона). В периоды миграций регулярно встречается на морском побережье и на побережье Калининградского залива.

2. Черный коршун *Milvus migrans*. Вид, численность которого в Калининградской области значительно сократилась (Красная книга Калининградской области, категория 2; Красная книга Балтийского региона; Приложение II к Конвенции СИТЕС). Встречается в периоды миграций. Возможны единичные случаи гнездования.

3. Полевой лунь *Circus cyaneus*. Вид, численность которого в Калининградской области значительно сократилась (Красная книга Калининградской области, категория 2; Красная книга Балтийского региона; Приложение II к Конвенции СИТЕС). Редко встречается вдоль морского побережья и побережья залива в периоды миграций.

4. Орлан-белохвост *Haliaeetus albicilla*. Редкий вид на территории Калининградской области (Красная книга Калининградской области, категория 3; Красная книга России, категория 3; Красная книга Балтийского региона; Приложение I к Конвенции СИТЕС). На территории планируемого заказника возможно гнездование 1–2 пар. Регулярно встречается в периоды миграций. На побережье залива зимует до 10–15 особей.

5. Сапсан *Falco peregrinus*. Вид, исчезнувший на территории Калининградской области как гнездящийся, но редко встречающийся на пролете (Красная книга Калининградской области, категория 0-1; Красная книга России, категория 2; Красная книга Балтийского региона; Приложение II к Конвенции СИТЕС). Единичные птицы встречаются в периоды миграций вдоль морского побережья и побережья залива.

6. Кулик-сорока *Haematopus ostralegus*. Вид, находящийся в Калининградской области под угрозой исчезновения (Красная книга Калининградской области, категория 1; Красная книга России, категория 3; Красная книга Балтийского региона). На косе не гнездится. В периоды миграций регулярно встречается на морском побережье.

7. Фифи *Tringa glareola*. Вид, находящийся в Калининградской области под угрозой исчезновения как гнездящийся (Красная книга Калининградской области, категория 1; Красная книга Балтийского региона). Обычный пролетный вид на восточном побережье Калининградского залива. На территории планируемого заказника не гнездится.

8. Малая чайка *Larus minutus*. Редкий вид на территории Калининградской области (Красная книга Калининградской области, категория 3; Красная книга Балтийского региона). Обычный пролетный вид на морском побережье косы.

9. Малая крачка *Sterna albifrons*. Редкий вид на территории Калининградской области (Красная книга Калининградской области, категория 3; Красная книга России, категория 2; Красная книга Балтийского региона). Обычный пролетный вид на морском побережье косы.

10. Удод *Uria eopos*. Редкий вид на территории Калининградской области (Красная книга Калининградской области, категория 3; Красная книга России, категория 2; Красная книга Балтийского региона). На территории косы гнездятся единичные пары.

11. Средний дятел *Dendrocopos medius*. Редкий вид на территории Калининградской области (Красная книга Калининградской области, категория 3; Красная книга России, категория 2; Красная книга Балтийского региона). Единично гнездится на участках старых разреженных лиственных и смешанных лесов.

12. Полевой конек *Anthus pratensis*. Редкий вид на территории Калининградской области (Красная книга Калининградской области, категория 3; Красная книга Балтийского региона). Гнездится на дюнных грядах и прилежащей зоне палые вдоль морского побережья косы.

В настоящее время экологическая обстановка на территории планируемого государственного природного заказника «Балтийская коса» неоднородна и резко отличается в зависимости от удаленности того или иного участка от пристани и пос. Коса. Она остается относительно благополучной на труднодоступном участке косы, прилежащем к государственной границе, и очень острой в зоне поселка и комплекса технических сооружений, где рекреационная и иная антропогенная нагрузка по форме и интенсивности воздействия представляет реальную угрозу разрушения природных комплексов.

Таким образом, территория, прилежащая к границе планируемого заказника, может быть отнесена к категории экологически неблагоприятных. Тем актуальнее является придание особого охранного статуса той части косы, на которой резервы сохранения природных комплексов пока не исчерпаны. С учетом их современного экологического состояния природных комплексов и уровня биологического разнообразия целесообразно создание на части Балтийской косы особо охраняемой природной территории, основной целью которой должно быть обеспечение долговременного функционирования природных комплексов при минимальном уровне антропогенных воздействий.

Библиографический список

1. Губарева И.Ю. Флора Вислинской косы: дис. ... канд. биол. наук. Калининград, 1994. 180 с.
2. Дедков В.П., Федоров Г.М. Пространственное, территориальное и ландшафтное планирование в Калининградской области: монография / под. общ. ред. В.П. Дедкова. Калининград: Изд-во РГУ им. И. Канта, 2006. 184 с.
3. Калининградская область: Очерки природы / сост. Д.Я. Беренбейм; науч. ред. В.М. Литвин. Калининград: Янтарный сказ, 1999. 229 с.
4. Красная книга Калининградской области / под ред. В.П. Дедкова, Г.В. Гришанова. - Калининград: Изд-во РГУ им. И. Канта, 2010. 334 с.
5. Красная книга России: правовые акты. М.: Госкомэкология, 2000. 134 с.
6. Красная книга Российской Федерации (животные). М.: АСТ, Астрель, 2001. 860 с.
7. Петренко Д.Е. Лихенофлора песчаных аккумулятивных образований юго-восточного побережья Балтики (на примере Куршской и Балтийской кос Калининградской области): дис. ... канд. биол. наук. Калининград, 2005. 163 с.
8. Схема охраны природы Калининградской области. Калининград, 2004. 136 с.

References

1. Gubareva, I.Yu. (1994), Flora of Vistula Spit, Ph.D. Thesis, Kaliningrad, Russia.
2. Dedkov, V.P., and Fedorov, G.M. (2006), *Prostranstvennoe, territorial'noe i landshaftnoe planirovanie v Kaliningradskoj oblasti* [Spatial, landscape planning in Kaliningrad region], in Dedkov, V.P. (ed.), IKRSU Press, Kaliningrad, Russia.
3. Berenbejm, D.Ja. (1999), *Kaliningradskaja oblast': Ocherki prirody* [Kaliningrad region: essay about nature], in Litvin, V.M. (ed.), Jantarnyj skaz, Kaliningrad, Russia.
4. Dedkov, V.P. and Grishanov G.V. (ed.) (2010), *Krasnaja kniga Kaliningradskoj oblasti* [Red Data Book of Kaliningrad region], IKRSU Press, Kaliningrad, Russia.
5. Krasnaja kniga Rossii: pravovye akty [Red Data Book: enactments] (2000), Goskomjekologija, Moscow, Russia.

6. Krasnaja kniga Rossijskoj Federacii (zhivotnye) [Red Data Book of Russian Federation (animals)] (2001), Astrel, Moscow, Russia.
7. Petrenko, D.E. (2005), Lichenflora sandy accumulative formations south-eastern coast of the Baltic Sea (for example, Baltic and Curonian Spit Kaliningrad region) // Ph.D. Thesis, Kaliningrad, Russia.
8. Shema ohrany prirody Kaliningradskoj oblasti [Arrangement of Conservation og Kaliningrad region] (2004), Kaliningrad, Russia.

Поступила в редакцию: 01.06.2016

Сведения об авторах

Дедков Виктор Павлович

доктор биологических наук, профессор,
заведующий кафедрой биоэкологии и
биоразнообразия Балтийского федерального
университета им. И. Канта;
Россия, 236016, г. Калининград, ул. А.Невского, 14;
e-mail: VDedkov@kantiana.ru

Гришанов Геннадий Викторович

кандидат биологических наук, доцент кафедры
биоэкологии и биоразнообразия Балтийского
федерального университета им. И. Канта;
Россия, 236016, г. Калининград, ул. А.Невского, 14;
e-mail: GGrishanov@kantiana.ru

Зотов Сергей Игоревич

доктор географических наук, профессор кафедры
географии, природопользования и
пространственного развития Балтийского
федерального университета им. И. Канта;
Россия, 236016, г. Калининград, ул. А.Невского, 14;
e-mail: s.zotov@bk.ru

Чернышков Павел Петрович

доктор географических наук, профессор кафедры
географии, природопользования и
пространственного развития Балтийского
федерального университета им. И. Канта;
Россия, 236016, г. Калининград, ул. А.Невского, 14;
e-mail: ptchern@atlant.baltnet.ru

About the authors

Viktor P. Dedkov

Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of
the Department of Bioecology and Biodiversity, I.
Kant Baltic Federal University;
14, A. Nevskogo str., Kaliningrad, 236016, Russia;
e-mail: VDedkov@kantiana.ru

Gennady V. Grishanov

Candidate of Biological Sciences, Associate
Professor of the Department of Bioecology and
Biodiversity, I. Kant Baltic Federal University;
14, A. Nevskogo str., Kaliningrad, 236016, Russia;
e-mail: GGrishanov@kantiana.ru

Sergey I. Zotov

Doctor of Geographical Sciences, Professor of the
Department of Geography, Environmental
Management and Spatial Development, I. Kant
Baltic Federal University;
14, A. Nevskogo str., Kaliningrad, 236016, Russia;
e-mail: VDedkov@kantiana.ru

Pavel P. Chernyshkov

Doctor of Geographical Sciences, Professor of the
Department of Geography, Environmental
Management and Spatial Development, I. Kant
Baltic Federal University;
14, A. Nevskogo str., Kaliningrad, 236016, Russia;
e-mail: ptchern@atlant.baltnet.ru

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:

Дедков В.П., Гришанов Г.В., Зотов С.И., Чернышков П.П. Опыт комплексного экологического обследования планируемой особо охраняемой природной территории – государственного природного заказника «Балтийская коса» // Географический вестник = Geographical bulletin. 2016. №3(38). С. 121–126. doi 10.17072/2079-7877-2016-3-121-126

Please cite this article in English as:

Dedkov V.P., Grishanov G.V., Zotov S.I., Chernyshkov P.P. An ecological survey of the prospective protected area: Vistula Spit national reserve // Geographical bulletin. 2016. № 3(38). P. 121–126. doi 10.17072/2079-7877-2016-3-121-126

ТУРИЗМ И РЕКРЕАЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ

УДК 338.48 + 502.1

Ю.Н. Воронина
ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННОГО РАЗВИТИЯ ТУРИЗМА И МЕТОДЫ ЕГО
ОРГАНИЗАЦИИ НА ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ТЕРРИТОРИЯХ*Российский научно-исследовательский институт культурного и природного наследия
им. Д.С. Лихачева, г. Москва*

В статье приведены результаты исследования, проведенного автором на особо охраняемых территориях. Оно включило в себя изучение туристских ресурсов, характера туристско-рекреационной деятельности и проведение социологического опроса посетителей. В качестве объектов исследования выбраны известные национальные парки и музеи-заповедники России. Определены черты сходства и различия в современном развитии туристской деятельности на особо охраняемых природных и историко-культурных территориях. Они обусловлены применением концепции культурного ландшафта и поддержанием ведомственного подхода к сохранению наследия. Выявленные особенности позволяют сделать вывод о формировании культурно-экологического туризма, ориентирующегося на культурный ландшафт как особый вид наследия и деятельностью-практический характер туристской деятельности. Использование феномена культурного ландшафта в качестве основных методов организации культурно-экологического туризма на особо охраняемых природных и историко-культурных территориях предполагает разработку маршрутов, использование информационных средств и адаптацию обслуживания на основе комплексного подхода.

Ключевые слова: особо охраняемые природные и историко-культурные территории, национальный парк, музей-заповедник, культурно-экологический туризм, экологическая тропа, туристский маршрут.

Yu. N. Voronina
FEATURES OF MODERN DEVELOPMENT OF TOURISM AND METHODS OF ITS
ORGANIZATION ON SPECIALLY PROTECTED TERRITORIES*Russian Scientific Research Institute for Cultural and Natural Heritage named after D. Likhachev
(Institute of Heritage), Moscow*

The article presents the results of the research conducted by the author on specially protected natural and historical-cultural territories. It involved study of tourist resources as well as peculiarities of tourist-recreational activity and survey of visitors. The study objects are well-known national parks and museums-reserves of Russia. Certain similarities and differences in the current development of tourist activity on specially protected territories have been revealed. They are determined by the application of the cultural landscape concept and departmental approach towards the heritage conservation. The features revealed result in the conclusion about the formation of specially protected natural and historical-cultural territories of cultural-ecological tourism, which focuses on cultural landscape as a specific type of heritage and on practice-oriented nature of tourist activities. The main methods of cultural-ecological tourism organization have been defined, involving the development of routes, use of information tools, adaptation of service on the basis of the integrated approach, and use of the phenomenon of cultural landscape.

Key words: specially protected natural and historical-cultural territories, national park, museum-preserve, cultural-ecological tourism, nature trail, tourist route.

doi 10.17072/2079-7877-2016-3-127-137

Туристскую специализацию региона во многом определяют природно-рекреационные и историко-культурные факторы. Осмотр природных и историко-культурных объектов является одним из основных мотивов для путешествий туристов. Часть из этих объектов, имеющих особое значение, отнесены к особо охраняемым и включены в региональные, государственные или мировые списки культурного и природного наследия [17].

Существующие в России особо охраняемые территории разделяются на два типа: историко-культурные и природные. При этом следует отметить, что в правовом поле термин «историко-культурные территории» отсутствует. В нормативных документах историко-культурные территории фигурируют как достопримечательные места и территории историко-культурных музеев-заповедников [8]. В данной статье мы предлагаем их рассматривать как особо охраняемые историко-культурные территории (далее – ООИКТ). Понятие «особо охраняемая природная территория» (далее – ООПТ) закреплено в Федеральном законе от 14.03.1995 г. № 33-ФЗ «Об особо охраняемых природных территориях» и обозначает «природные комплексы и объекты, имеющие особое природоохранное, научное, культурное, эстетическое или рекреационное значение, для которых установлен режим особой охраны».

Наиболее широкими возможностями в сфере развития рекреации и туризма среди особо охраняемых территорий выделяются музеи-заповедники и национальные парки.

Осмотр культурных и исторических объектов часто является первостепенным мотивом для путешествий туристов. Культурно-познавательный туризм, ориентированный на знакомство с культурным наследием, занимал лидирующее положение на протяжении всего XX в., хотя все большее место начинают занимать другие виды туризма, в том числе экотуры [14]. Основным объектом экологического туризма являются национальные парки. Экологический туризм был признан одним из «наиболее динамично развивающихся секторов туристской отрасли. Его годовой рост составляет от 10 до 30 %, а доля в доходах от международного туризма достигает 10-15 %» [11]. Кроме того, он обладает «выраженным познавательным характером, проявляющимся в приобретении туристами экологических знаний и опыта бережного отношения к окружающей среде» [4].

Принимая во внимание, что ввиду своей территориальности ООИКТ и ООПТ обладают широким спектром взаимосвязанных между собой природных и историко-культурных туристско-рекреационных ресурсов, представляется необходимым рассмотреть проблему развития туристской деятельности и туристско-рекреационного использования территорий на основе концепции культурного ландшафта.

Материалы и методика исследования

С целью выявления особенностей современного развития туристской деятельности и методов ее организации на особо охраняемых природных и историко-культурных территориях автором было проведено исследование, включившее в себя изучение ресурсной базы, современного характера туристско-рекреационного использования территорий и проведение социологического опроса посетителей на территориях наиболее известных национальных парков и музеев-заповедников России [2]. В число изучаемых объектов вошли национальные парки «Кенозерский» (Архангельская обл.), «Угра» (Калужская обл.), «Смоленское поозерье» (Смоленская обл.) и музеи-заповедники М.А. Шолохова (Ростовская обл.), С.А. Есенина (Рязанская обл.), «Дивногорье» (Воронежская обл.). В процессе исследований применялись методы: полевых исследований, опроса, анализа и обобщения, сравнительно-географический, картографический, статистический, описания. Была собрана база данных о статистических показателях туристской деятельности, объектах природного и культурного наследия, туристских объектах и инфраструктуре, растительном и животном мире, факторах аттрактивности территорий [2].

Результаты и их обсуждение

Анализ собранных фактических материалов позволил сделать следующие выводы, характеризующие особенности современной туристской деятельности на особо охраняемых территориях:

1. Туристская деятельность на всех особо охраняемых территориях должна ориентироваться на использование комплекса историко-культурных и природных объектов, в том числе объектов культурного наследия в национальных парках и объектов природного наследия в музеях-заповедниках.

2. На всех особо охраняемых территориях необходимо вести активную деятельность по выявлению, сохранению и использованию объектов наследия различного происхождения.

3. В качестве основного объекта наследия и туристского ресурса должен рассматриваться культурный ландшафт, включающий в себя «объекты как природного, так и историко-культурного происхождения, взаимосвязанные и взаимодействующие друг с другом и создающие комплексное представление о территории» [10].

4. Для публичного представления полученной в ходе исследований информации должны использоваться как стационарные объекты – музейные экспозиции, информационные и визит-центры (например, музей «Рухлядный амбар» в национальном парке «Кенозерский» и музей Гжатского тракта в национальном парке «Угра»), так и экологические тропы и туристские маршруты (например, маршрут «Лесной кордон» в Государственном музее-заповеднике М.А. Шолохова) [15].

5. Проведение на особо охраняемых историко-культурных и природных территориях комплекса просветительских мероприятий [3]. Следовательно, музеи-заповедники и национальные парки должны развивать как культурно-познавательную, так и эколого-туристскую деятельность [9]. Следует отметить, что в таком контексте термин «экологический» должен отражать не только интерес к познанию природной среды и природоохранной деятельности, но и отношение человека к окружающей социокультурной, или культурно-экологической, среде.

6. Для сохранения и эффективного использования ООИКТ и ООПТ необходима организация добровольческих волонтерских движений, деятельность которых должна быть направлена на сохранение всех видов наследия и, в целом, культурно-экологической среды, на оказание помощи музеям-заповедникам и национальным паркам при решении данной проблемы.

Однако, несмотря на выявленное сходство между ООПТ ООИКТ, наблюдаются определенные различия. Они обусловлены традиционной практикой сохранения в пределах одного типа территории одного вида наследия, ставя при этом другие виды наследия на второй и третий планы. Так, в музеях-заповедниках в настоящее время осуществляются показы экспонатов и проведение экскурсий в стационарных объектах (музеях), где представлены прежде всего историко-культурные объекты наследия, а в национальных парках более традиционной является работа с экологическими тропами и туристскими маршрутами, демонстрирующими природные особенности местности. Данное утверждение основано на статистических показателях туристской деятельности музеев-заповедников и национальных парков (рис. 1).

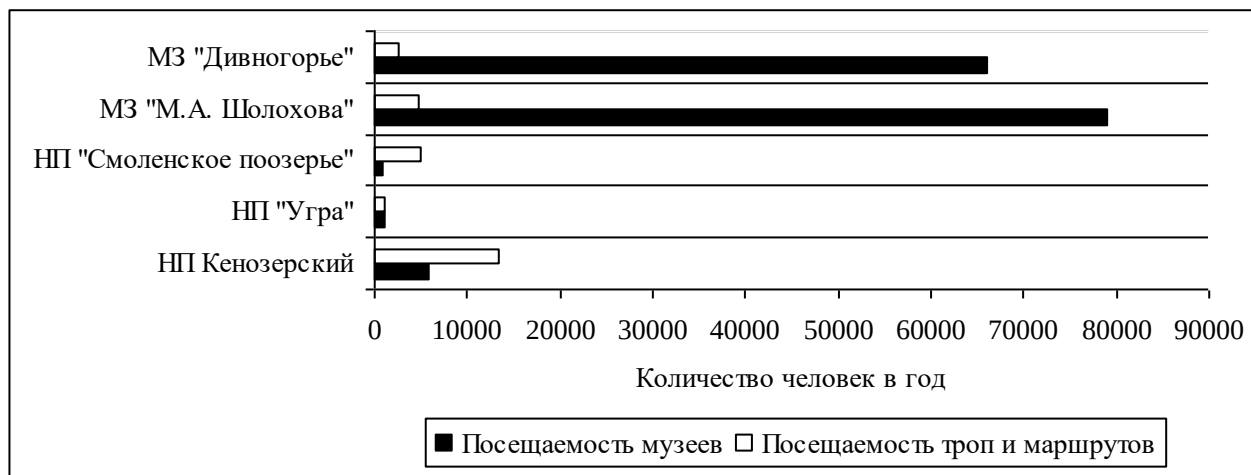


Рис. 1. Посещаемость музеев-заповедников и национальных парков

Национальные парки создавались для сохранения определенной природной территории, нередко достигающей значительных размеров. В то же время большая часть музеев-заповедников была образована для сохранения конкретных точечных объектов. Расширялись территории ООИКТ, прежде всего, за счёт включения в их границы зон охраны. Можно утверждать, что при формировании национальных парков развитие происходило от территории к конкретным объектам (создание визит-центров, музеев и других стационарных объектов), а музеев-заповедников – от локальных центров к территории (организация системы линейных маршрутов). Эта тенденция наблюдается до сих пор и должна быть учтена при организации современной туристской деятельности на особо охраняемых территориях.

В современной системе ООИКТ и ООПТ сохраняется ведомственный подход, определяющий использование и сохранение приоритетных для определённых ведомств (Министерства культуры и Министерства природных ресурсов) объектов культурного и природного наследия. Представление о культурном ландшафте как об особом виде наследия позволяет обеспечить комплексность использования культурного и природного наследия как единой целостной системы.

Логика рассуждений показывает, что развитие в ООПТ культурно-познавательной, а в ООИКТ природно-познавательной деятельности способствует формированию на особо охраняемых территориях специфичного вида туризма, ориентирующегося на смешение характеристик экологического и культурно-познавательного туризма. Развитие представлений о культурном ландшафте как объекте наследия и необходимость комплексного сохранения и использования объектов наследия обуславливают смысл комбинирования видов туризма, а естественный характер этого процесса подчеркивает внутренние, а не внешние предпосылки его формирования.

Рассматриваемое нами культурно-экологическое направление туризма обладает несколькими уже сложившимися чертами, выявленными на основании сравнения полученных в процессе исследования характеристик туристской деятельности музеев-заповедников и национальных парков (табл. 1).

1) ориентация на весь комплекс объектов наследия, расположенных на особо охраняемой территории;

2) использование различных методов и средств для представления туристам информации о наследии территории как целостном образовании;

3) ориентация на формирование личной ответственности за сохранение культурно-экологической среды и развитие конструктивной деятельности туристов [3];

4) целенаправленное развитие экологической культуры и экологии культуры как одного из результатов осуществления туристской деятельности.

Последний тезис требует пояснения. Д.С. Лихачев, обосновывая необходимость сохранения культурной среды наравне с природной, ввел словосочетание «экология культуры». Этим термином он характеризовал отношение человека к культурной среде. При этом ученый непосредственно не противопоставлял природную среду культурной среде, но выделял принципиальное различие между ними. Оно выражалось в возможности восстановления компонентов в природной среде и невозможности утраты в культурной. Ученый подчеркивал, что «экологию культуры необходимо воспитывать, а основным средством для этого служат уроки краеведения, т.к. любовь к родному краю подразумевает под собой бережное отношение к культурному достоянию» [12]. В отличие от экологии культуры экологическая культура определяет отношение человека к природной среде. Следовательно, развитие экологии культуры и экологической культуры определяет личностное отношение к охране культурно-экологической среды и формирует новое мировоззрение.

Таблица 1

Туристская деятельность музеев-заповедников и национальных парков

№ n/n	Характеристика	Музеи-заповедники	Национальные парки
1	Используемые туристские ресурсы	Водные объекты; поля, луга, поймы; формы рельефа; бывшие дворянские, купеческие и крестьянские усадьбы; памятники культового назначения (монастыри, церкви, храмы, часовни, погосты); отдельные сооружения гражданской архитектуры (дома, хозяйственные постройки и т.п.); леса, парки, рощи; памятники монументального искусства (скульптура); объекты археологического наследия; уникальные и редкие виды животных и растений	Водные объекты; леса, парки, рощи; поля, луга, поймы; памятники культового назначения (монастыри, церкви, храмы, часовни, погосты); отдельные сооружения гражданской архитектуры (дома, хозяйственные постройки и т.п.); объекты археологического наследия; бывшие дворянские и купеческие усадьбы; формы рельефа; памятники монументального искусства (скульптура); уникальные и редкие виды животных и растений
2	Способы представления информации туристам	Экскурсии, интерактивные программы, аудио- и видеозаписи, буклеты, информационные щиты, акции	Маршруты, интерактивные программы, информационные щиты, буклеты, акции, волонтерство
3	Направленность деятельности	Просвещение, повышение уровня общей культуры, мотивирование к активной (конструктивной) деятельности туристов	

Следует отметить, что в табл. 1 туристские ресурсы музеев-заповедников и национальных парков перечислены в порядке убывания их привлекательности для туристов, выявленной в процессе социологического опроса в объектах исследования. Исходя из представленных данных можно доказать, что окружающий объект показа ландшафт играет значительную роль в развитии туристской деятельности как на ООПТ, так и ООИКТ. Таким образом, полученные результаты позволяют изменить традиционное представление о том, что в музеях-заповедниках приоритетное значение имеют объекты историко-культурного происхождения, а национальные парки значимы только своим природным наследием.

Таким образом, к культурно-экологическому туризму, находящемуся на стыке культурно-познавательного и экологического туризма, можно отнести туристскую деятельность, имеющую деятельностно-практический характер, направленную на активное познание и сохранение наследия как подлинного, целостного и взаимообусловленного образования (рис. 2). Данное определение подразумевает под собой учет феномена культурного ландшафта, а также конструктивное отношение туриста к объектам наследия.



Рис. 2. Положение культурно-экологического туризма в системе туризма

Следовательно, имеется возможность определить объект культурно-экологического туризма. Им является культурный ландшафт ООИКТ и ООПТ, представляющий собой особый вид наследия и вмещающий в себя другие объекты культурного и природного наследия. Являясь сложным системным образованием, культурный ландшафт обладает значительным «информационным потенциалом, представляющим собой информационные слои, или текст, разной направленности»: природной, исторической, культурной, экологической, социальной и т.д. [1]. Выявленные особенности современного развития туристской деятельности на особо охраняемых территориях позволяют использовать информационный потенциал с помощью специально разработанных маршрутов. Учитывая феномен культурного ландшафта, необходимо, чтобы маршруты не только представляли разнообразие и целостность ландшафта, но и давали комплексную информацию о территории с помощью различных методов и средств.

На основе анализа особенностей современной туристской деятельности музеев-заповедников и национальных парков были определены другие методы (кроме разработки системы маршрутов):

- использование разнообразных средств для восприятия информационного потенциала территории;
- адаптация обслуживания под конкретного посетителя.

Кроме того, на основании изучения особенностей туристской и познавательной деятельности в музеях-заповедниках и национальных парках нами сформулированы следующие принципы:

- 1) целостное представление об особо охраняемой территории;
- 2) деятельностно-практический характер туристской активности;
- 3) ненанесение вреда наследию; помощь в его сохранении;

4) формирование и развитие экологической культуры и экологии культуры как базиса нового культурно-экологически-ориентированного мировоззрения.

Эти утверждения соответствуют принципам устойчивого туризма, которые «призваны обеспечить равновесие между интересами экономики и защитой окружающей среды, защиту общественных и культурных ценностей» [11].

Отсюда следует, что главным содержанием культурно-экологического туризма является формирование культуры людей в самом широком смысле этого понятия, а культурно-экологический тур – это посещение людьми благоприятных в экологическом отношении территорий, обладающих значительным культурным и природным потенциалом, с целью не только простого ознакомления, но и сознательного изучения уникальности и сохранности данной местности с последующим применением полученной информации в своем отношении к культуре и природе.

Рассмотрим более подробно методы организации культурно-экологического туризма, так как именно их реализация позволяет показать туристам все разнообразие форм и объектов культурного и природного наследия и составить целостное представление об особо охраняемой территории как культурном ландшафте.

Учитывая, что воспринять масштабность и целостность территории возможно только через непосредственное преодоление пространственных границ, то нужно уделить особое внимание разработке маршрутов. На основе анализа данных о существующих экологических тропах и туристских маршрутах автором было выделено несколько этапов:

- составление трассы маршрута;
- насыщение маршрута информацией;
- благоустройство маршрута;
- подготовка подачи информации во время экскурсионного обслуживания.

Прежде всего, при составлении трассы маршрута учитывается происхождение объектов наследия, являющихся объектами показа на тропе. В настоящее время на особо охраняемых территориях на основании собранной базы данных можно выделить природные, культурные и смешанные маршруты (табл. 2). Основным фактором подобного разделения являются происхождение объекта наследия и соотношение между включенными в маршруты и тропы природными и историко-культурными объектами.

Например, экологическая тропа «Тарасовская боровина» в национальном парке «Кенозерский» представляет собой прогулку по заповедному сосновому лесу с посещением утраченных деревень, знакомство с традициями рыболовства, земледелия и хозяйственного уклада жизни. В маршрут «Лесной кордон» в Государственном музее-заповеднике М.А. Шолохова включены природные (пойменный лес «Осинки», Шолоховские озера) и культурные (станичная конюшня, лесной кордон) объекты.

Таблица 2

Экологические тропы и туристские маршруты музеев-заповедников
и национальных парков [6; 7; 16]

<i>Экологические тропы и туристские маршруты</i>	<i>Природные объекты</i>	<i>Историко-культурные объекты</i>
Система пяти озер (национальный парк «Кенозерский»)	Озера, ручьи, болотные экосистемы	–
Широколиственные леса Засечной полосы (национальный парк «Угра»)	Флора и фауна старовозрастных широколиственных лесов	–
Озерный край (национальный парк «Смоленское поозерье»)	Озера (Баклановское, Рытое, Чистик, лесные экосистемы)	–
Тропа Друидов (музей-заповедник М.А. Шолохова)	Деревья	–
Ботаническая Мекка (музей-заповедник «Дивногорье»)	Степные экосистемы и типы степей	–
Есенинский цветник (музей-заповедник С.А. Есенина)	Цветочные растения	–
Село раскинулось узорно... (национальный парк «Кенозерский»)	–	Старинные крестьянские дома, Никольская часовня
Павловский плацдарм (национальный парк «Угра»)	–	Плацдарм времен Великой Отечественной войны

Окончание табл. 2

<i>Экологические тропы и туристские маршруты</i>	<i>Природные объекты</i>	<i>Историко-культурные объекты</i>
Сказки русского леса (национальный парк «Смоленское поозерье»)	–	Деревянные скульптуры сказочных персонажей
На родине М.А. Шолохова (музей-заповедник М.А. Шолохова)	–	Мемориальные объекты хутора Кружилинский
Лики меловых храмов (музей-заповедник «Дивногорье»)	–	Меловой храм
Обзорная экскурсия по территории (музей-заповедник С.А. Есенина)	–	Мемориальные объекты
Небеса и окрестности Кенозерья (национальный парк «Кенозерский»)	Акватория Кенозера, острова	Часовни, старинные крестьянские дома
Природа и история Козельского края (национальный парк «Угра»)	Озера Боровое и Ленивое	Усадьба Оболенских, монастыри Оптиная пустынь и Шамордино, краеведческий музей в г.Козельск
К истокам (национальный парк «Смоленское поозерье»)	Озера Сапшо и Светец, лесные экосистемы, ручей	Древнее городище, святой источник, немецкий дот
Вешенский карст (музей-заповедник М.А. Шолохова)	Карстовые воронки, сосновые насаждения, памятник природы «Вешенский дуб»	Станичная конюшня, водяная мельница
Дивногорье заповедное (музей-заповедник «Дивногорье»)	Меловые останцы, степные экосистемы	Меловой храм, Маяцкое городище
Край любимый (музей-заповедник С.А. Есенина)	Река, речная долина, луга, лес	Мемориальные объекты

Представленное разделение экологических троп и туристских маршрутов является условным, так как при отнесении маршрута к определенному виду необходимо учитывать историю использования объекта наследия. Например, водные объекты Кенозерского края исторически использовались для транспортного сообщения, рыболовного промысла, мукомольного производства. Разные породы деревьев на Тропе Друидов в Государственном музее-заповеднике М.А. Шолохова символизируют определенные типы человеческих характеров. На историко-культурные объекты, их внешний облик, размещение по территории, использованные для их создания материалы оказывают влияние природные условия местности. Следовательно, в отношении объектов природного происхождения возникает историко-культурный аспект, а в отношении объектов культурного наследия – природный аспект. Таким образом, для раскрытия целостности и уникальности культурного ландшафта все тропы и маршруты на особо охраняемых территориях, независимо от происхождения входящих в них объектов наследия, должны включать в себя природную и историко-культурную информацию, показывая взаимосвязь объектов культурного и природного наследия.

Анализ опыта музеев-заповедников и национальных парков для организации экологических троп и туристских маршрутов позволяет сделать вывод, что при составлении трассы маршрута необходимо включить число объектов показа, достаточное для целостного восприятия территории и не превышающее рекреационную емкость местности, где будет проходить маршрут. Под рекреационной емкостью подразумевается количество посетителей, которое может принять территория без нанесения окружающей среде необратимых негативных изменений и нарушения равновесия [5; 13]. При этом сама специфика ООИКТ и ООПТ обуславливает ограничение антропогенной нагрузки, в том числе рекреационной, с подразделением территории на зоны с различными режимами охраны и использования.

Затем определяется необходимость использования транспорта. Учитывая значительные площади особо охраняемых территорий и разнообразие природных условий в них, на маршруте возможно использование водного, гужевого, велосипедного или автомобильного транспорта. Кроме того, следует предусмотреть возможность сокращения трассы маршрута с целью приспособления для различных категорий туристов. Очевидно, что основные принципы организации трассы троп и маршрутов обусловлены целями, которые должны быть достигнуты в процессе прохождения маршрута, и физическими возможностями туристов. При прохождении маршрутов выделим следующие цели: показ разнообразия наследия на конкретной территории, представление о целостности культурного ландшафта, изучение взаимосвязи и соотношения между природными и

историко-культурными объектами. Физические возможности включают в себя общее физическое состояние человека и возрастные особенности.

Изучение опыта организации маршрутов в музеях-заповедниках и национальных парках позволяет предложить следующие способы адаптации обслуживания для туристов:

– разбивка основного маршрута на более короткие с возможностью начала и окончания прохождения в нескольких пунктах («Транскенозерская тропа» в национальном парке «Кенозерский»);

– создание более короткого маршрута, пересекающегося с основной трассой и захватывающего меньшее количество объектов показа (экологические тропы «К истокам» и «Вокруг древнего городища» в национальном парке «Смоленское поозерье»).

Наряду со сказанным, каждый маршрут должен включать в себя информацию о территории. Как показали результаты социологического исследования, посетителям интересны не только непосредственно сами объекты показа, но и природные, исторические, социально-экономические аспекты формирования окружающей местности, а также информация о создании и развитии самой особо охраняемой территории, являющиеся составными частями аттрактивности территории в целом (рис. 3).

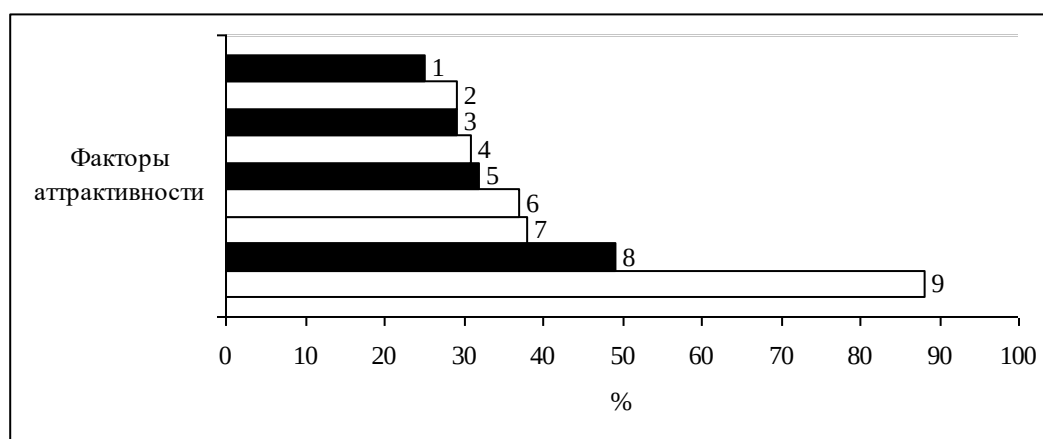


Рис. 3. Факторы аттрактивности особо охраняемых территорий (% от общего числа опрошенных):

1 – история развития особо охраняемых территорий, 2 – краеведение, 3 – отдельные сооружения гражданской архитектуры, 4 – усадьбы, 5 – формы рельефа, 6 – лес, парки, 7 – памятники культового назначения, 8 – луга, поля, поймы, 9 – водные объекты

Как видно на рис. 3, туристов на ООИКТ и ООПТ привлекает сочетание на одной территории водных объектов (88 %), открытых (49 %) и закрытых (37 %) пространств, форм рельефа (32 %), памятников культового назначения (38 %), усадеб (31 %) и отдельных сооружений гражданской архитектуры (29%). Информация краеведческого (29 %) и исторического (25 %) характеров чуть менее интересна, чем информация об историко-культурных объектах, но не менее значима для целостного восприятия культурного ландшафта. Следовательно, для туристов должна быть представлена комплексная информация о территории.

Необходимая информация для туристов может быть подана различными способами. Так, в музеях-заповедниках и национальных парках устанавливают информационные щиты на экологических тропах и туристских маршрутах как около объектов показа, так и по пути следования по маршруту.

Информация должна предоставляться на разных уровнях: текстовом, визуальном (фотографии, рисунки, схемы), тактильном (разные материалы щитов и элементов благоустройства, позволяющие дать представление о поверхности, алфавит Брайля) и слуховом. Помимо соблюдения принципа составления целостного представления о территории использование различных уровней информации позволит при прохождении маршрутов получить необходимую информацию людям с ограниченными возможностями здоровья. Часть информации можно размещать на уровне земли для более полного использования информационного потенциала культурного ландшафта, например, создание звериных троп и показ на них следов различных видов животных, обитающих на территории.

Следует отметить, что к насыщению маршрутов информацией относится и создание системы навигации, включающей в себя карты и схемы маршрутов, указатели, обозначение объектов показа и смотровых точек и т.п. Здесь также следует предусмотреть возможность предоставления комплексной информации разными способами. Например, указатели на экологической тропе «Вокруг

Поозерья» в национальном парке «Смоленское поозерье», имеющие форму птицы, делают акцент на биологическое разнообразие территории.

Затем следует приспособить маршрут для туристского использования. Исходя из обозначенных ранее принципов культурно-экологического туризма, при благоустройстве маршрутов необходимо ориентироваться на уменьшение антропогенной нагрузки на территорию (создание настилов, ограждений для предотвращения схождения туристов с маршрута, организация сбора мусора, обустройство организованных мест отдыха и т.п.), использование естественных для данной местности материалов, соответствие элементов благоустройства специфичным особенностям культурного ландшафта и используемый при прохождении маршрута транспорт (создание пунктов проката велосипедов, лодок, конских дворов, автостоянок и т.д.).

Очень важно предусмотреть форму подачи экскурсионного материала туристам, т.е. адаптацию экскурсионного обслуживания. Здесь возможно использование тех же принципов, что и при организации трассы маршрутов, т.е. соответствие подачи материала целям проведения экскурсии и возможностям туристов. Экскурсовод должен раскрыть не только существующие взаимодействия и взаимообусловленность компонентов культурного ландшафта, но и его разнообразие, комплексность и целостность. При этом он должен соотносить свой рассказ с общим уровнем развития посетителей, т.е. экскурсионное обслуживание на маршруте должно быть индивидуально ориентированным. Это позволяет более полно следовать принципу формирования экологической культуры и экологии культуры.

Выводы

Таким образом, в настоящее время ООИКТ и ООПТ обладают как сходными, так и различающимися чертами развития туристской деятельности. Особенности развития, характерные для обоих типов особо охраняемых территорий, связаны с сохранением и использованием культурного ландшафта как целостного объекта наследия, представляющего собой основной туристский ресурс. При этом использование культурного ландшафта предусматривает организацию системы локальных центров (музеи, визит-центры и информационные центры) и линейных маршрутов (экологические тропы и туристские маршруты), проведение комплекса просветительских мероприятий и развитие волонтерских движений.

Различия в развитии туристской деятельности на ООИКТ и ООПТ обусловлены применением ведомственного подхода к сохранению и использованию объектов наследия. Он характеризуется преобладанием природного наследия на ООПТ и культурного наследия на ООИКТ, отличиями в развитии территории и, как следствие, доминирующей ролью в туристской деятельности линейных маршрутов на ООПТ и локальных центров на ООИКТ.

Итак, нами сделаны следующие выводы. На особо охраняемых территориях осуществляется формирование культурно-экологического туризма, соединяющего в себе характеристики экологического и культурно-познавательного туризма. Данный вид туризма, имеющий деятельность-практический характер, должен быть направлен на активное познание и сохранение наследия туристами. В качестве объекта культурно-экологического туризма определен культурный ландшафт ООИКТ и ООПТ.

На основании анализа фактических данных о современной туристской деятельности исследуемых музеев-заповедников и национальных парков к основным методам организации культурно-экологического туризма на ООИКТ и ООПТ отнесены организация системы линейных маршрутов, применение разнообразных информационных средств с целью целостного восприятия культурного ландшафта и индивидуальная адаптация туристского обслуживания.

В процессе исследования линейные маршруты разделены на природные, культурные и смешанные. В национальных парках и музеях-заповедниках в настоящее время используются все три типа маршрутов и троп.

Выявленные в результате исследования особенности современного развития туризма на ООИКТ и ООПТ и процесс формирования культурно-экологического туризма, использующего в качестве основного туристского ресурса культурный ландшафт, соответствуют основным тенденциям развития мирового туристского рынка, учитывающим «усиление специализации туристской деятельности и развитие новых видов туризма» [11].

Библиографический список

1. Веденин Ю.А. Информационные основы формирования культурного ландшафта как объекта наследия // Известия РАН. Сер. геогр. 2003. №3. С. 7–13.

2. Воронина Ю.Н. Особенности современного использования природного и культурного наследия историко-культурных территорий // Музей-заповедник: экология и культура: мат. VI Межд. науч.-практ. конф. Ростов н/Дон.: ЗАО «Книга», 2015. С. 41–46.
3. Воронина Ю.Н. Формирование экологической культуры и экологии культуры на особо охраняемых территориях // Наука XXI века: новый подход: мат. XIII молодеж. Межд. науч.-практ. конф. студ., асп. и молодых ученых. СПб.; North Charleston, SC, USA: CreateSpace, 2015. С. 227–230.
4. Дедов А.В., Дедов А.А. Экотуристский потенциал флоры природно-заповедных территорий Подолья (Украина) // Географический вестник. 2014. №2(29). С. 95–99.
5. Ильина Л.А. Туристское природопользование: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. М.: Академия, 2009. 192 с.
6. Калинина Л.В., Храмчихин С.Н. «Край любимый...»: литературно-экологическая тропа // Есенинский вестник. 2013. №4(9). С. 16–19.
7. Карпова В.П. Формы общественного участия в сохранении и использовании культурного ландшафта: опыт национального парка «Угра» // Сельские культурные ландшафты: рекомендации по сохранению и использованию. М.: ЭкоЦентр «Заповедники», 2013. С. 108–117.
8. Кулешова М.Е. Законодательство о культурном наследии и место в нем культурных ландшафтов // Сельские культурные ландшафты: рекомендации по сохранению и использованию. М.: ЭкоЦентр «Заповедники», 2013. С. 41–52.
9. Кулешова М.Е. Культурный ландшафт как феномен наследия и объект управления (опыт России и Норвегии) // Материалы ICOMOS. Информ-культура. 1998. №2. С. 14–32.
10. Культурный ландшафт как объект наследия / под ред. Ю. А. Веденина, М. Е. Кулешовой. М.: Институт наследия; СПб.: Дмитрий Буланин, 2004. 620 с.
11. Кусков А.С., Джаладян Ю.А. Основы туризма. М.: КНОРУС, 2008. 400 с.
12. Лихачев Д.С. Экология культуры // Клуб и художественная самодеятельность. 1984. №1. С. 18–21.
13. Лось М.А. Природный туристско-рекреационный потенциал ландшафтно-экологической среды: особенности его оценки и рационального использования // Географический вестник. 2013. №2(25). С. 104–109.
14. Соколова М.В. История туризма. М.: Академия, 2012. 352 с.
15. Сухоруков С.А. Локализация и предварительная реконструкция Кцынской крепости Козельских засек // Природа и история Поугорья. Калуга: Изд-во ООО «Ноосфера», 2013. Вып. 7. С. 152–159.
16. Тяпкин А.Г. Программа «Традиционные промыслы Донского края» // Вешенский вестник. Ростов н/Дон.: ООО «Ростиздат». 2007. № 7. С. 54–62.
17. Щербакова С.А. Международный туризм: экономика и география: учеб. пособие. М.: Финансы и статистика, 2007. 144 с.

References

1. Vedenin, Yu.A. (2003), “Informational Base for Cultural Landscape Formation as a Heritage Object”, *Izvestiya Rossiiskoi Akademii Nauk. Seriya Geograficheskaya* [Proceedings of the Russian Academy of Sciences, Geography Series], no. 3, pp. 7–13.
2. Voronina, Yu.N. (2015), “Features of the modern use of natural and cultural heritage of historical and cultural areas”, *Materialy shestoi Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* [Proceedings of the sixth International scientific-practical conference], *Muzei-zapovednik: ekologiya i kul'tura*, [The Museum-Reserve: ecology and culture], Rostov-on-Don, Russia, 4-5 September 2015, pp. 41–46.
3. Voronina, Yu.N. (2015), “Formation of ecological culture and cultural ecology in protected areas”, *Materialy XIII molodezhnoi mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii studentov, aspirantov i molodykh uchenykh 20-21 maya 2015 goda* [Proceedings of the XIII youth international scientific-practical conference of students and young scientists 20-21 May 2015], *Nauka XXI veka: novyi podkhod* [Science of the XXI Century: A New Approach], Saint-Petersburg, Russia – North Charleston, SC, USA, 2015, pp. 227–230.
4. Dedov, A.V., Dedov, A.A. (2014), “Ecological and tourist potential of flora of Podolia's natural protected areas (Ukraine)”, *Geographicheskii Vestnik* [Geophysical Bulletin], no. 2 (29), pp. 95–99.
5. Il'ina, L.A. (2009), “*Turistskoe prirodopol'zovanie*” [Tourism nature management], *Akademiya*, Moscow, Russia.

6. Kalinina, L.V., Khrumchikhin, S.N. (2013), "Beloved homeland...: literary-ecological path", *Eseninskiy vestnik. Izdanie Gosudarstvennogo muzeya-zapovednika S.A. Esenina* [Esenin's Bulletin. Issue of the state museum-reserve of Sergey Esenin], no. 4(9), pp. 16–19.
7. Karpova, V.P. (2013), "Forms of public participation in the conservation and management of cultural landscape: the experience of the national Park "Ugra"", *Sel'skie kul'turnye landshafty: rekomendatsii po sokhraneniyu i ispol'zovaniyu* [Rural Cultural Landscapes: recommendations on conservation and use], pp. 108–117.
8. Kuleshova, M.E. (2013), "Legislation on cultural heritage and place of cultural landscapes in it", *Sel'skie kul'turnye landshafty: rekomendatsii po sokhraneniyu i ispol'zovaniyu* [Rural Cultural Landscapes: recommendations on conservation and use], pp. 41–52.
9. Kuleshova, M.E. (1998), "Cultural landscape as a heritage phenomenon and the object of management (Russia and Norway)", *Materialy ICOMOS* [Proceedings of ICOMOS], no. 2, pp. 14–32.
10. Vedenin, Yu.A., Kuleshova, M.E. (eds.) (2004), *Kul'turnyi landshaft kak ob"ekt naslediya* [Cultural landscape as a Heritage Object], Heritage Institute, Moscow, Dmitriy Bulanin, St. Petersburg, Russia.
11. Kuskov, A.S., Dzhalyadyan, Yu.A. (2008), *Osnovy turizma* [Fundamentals of tourism], KNORUS, Moscow, Russia.
12. Likhachev, D.S. (1984), "The ecology of culture", *Klub i khudozhestvennaya samodeyatel'nost'*, [A club and amateur performances], no. 1, pp. 18–21.
13. Los', M.A. (2013), "Natural tourist-recreational potential of the landscape and ecological environment: features of its estimation and rational use", *Geographicheskiy Vestnik* [Geophysical Bulletin], no. 2 (25), pp. 104–109.
14. Sokolova, M.V. (2012), *Istoriya turizma* [The history of tourism], Akademiya, Moscow, Russia.
15. Sukhorukov, S.A. (2013), "Localization and preliminary reconstruction of the Czyski fortress of Kozelsk abatis", *Priroda i istoriya Pougorya* [Nature and history of Pougorye], no. 7, pp. 152–159.
16. Tyapkin, A.G. (2007), "The program "Traditional crafts of the Don region"", *Veshenskii vestnik. Sbornik muzeinykh obrazovatel'nykh programm i metodicheskikh materialov* [Veshensky Bulletin. Collection of museum educational programs and training materials], no. 7, pp. 54–62.
17. Shcherbakova, S.A. (2007), *Mezhdunarodnyi turizm: ekonomika i geografiya* [International tourism: Economics and geography], Finansy i statistika, Moscow, Russia.

Поступила в редакцию: 26.02.2016

Сведения об авторе

Воронина Юлия Николаевна

аспирант ФГБНИУ «Российский научно-исследовательский институт культурного и природного наследия им. Д.С. Лихачева»;
Россия, 129336, г. Москва, ул. Космонавтов, д. 2;
e-mail: yuli-cher@mail.ru

About the author

Yulia N. Voronina

Postgraduate Student, Russian Scientific Research Institute for Cultural and Natural Heritage named after D. Likhachev;
2, Kosmonavtov st., Moscow, 129366, Russia;
e-mail: yuli-cher@mail.ru

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:

Воронина Ю.Н. Особенности современного развития туризма и методы его организации на особо охраняемых территориях // Географический вестник = Geographical bulletin. 2016. №3(38). С. 127–137. doi 10.17072/2079-7877-2016-3-127-137

Please cite this article in English as:

Voronina Yu. N. Features of modern development of tourism and the methods of its organization on specially protected territories // Geographical bulletin. 2016. № 3(38). P. 127–137. doi 10.17072/2079-7877-2016-3-127-137

УДК 338.48

И.С. Зырянова
ТУРИЗМ В УСЛОВИЯХ ТЕРРОРИСТИЧЕСКИХ УГРОЗ И СОВРЕМЕННЫХ МИГРАЦИЙ
В ЕВРОПЕ

Пермский государственный национальный исследовательский университет, г. Пермь

На основе данных глобального индекса терроризма по странам Европы за период с 2013 по 2015 г. выделены четыре группы по уровню безопасности путешествия, выявлены страны с минимальной террористической угрозой, как наиболее предпочтительные для путешествий. Приведены основные пути следования мигрантов, основанные на данных европейских средств массовой информации. Даны рекомендации по выбору предпочтительных районов путешествий. Угроза терроризма и массовые миграции беженцев в Европу вызывают необходимость переориентации туристов из наиболее популярных районов посещения, таких как столицы государств, крупные культурные центры, на территории, славящиеся своими природными достопримечательностями. Регионы путешествия следует выбирать вне основных путей следования мигрантов, без пересечения границ государств в местах перераспределения людей; использовать дороги регионального значения, сокращать время пребывания в местах большого скопления народа. Самостоятельный туризм позволяет составить маршрут, учитывая все негативные факторы, сопутствующие современной миграции.

Ключевые слова: миграции в Европе, самостоятельный туризм, Балканский коридор, глобальный индекс терроризма, благоприятные районы путешествий.

I.S. Zyrianova
TOURISM IN EUROPE UNDER THE CONDITIONS OF TERRORIST THREAT AND CURRENT
MIGRATION SITUATION

Perm State University, Perm

The article deals with the Global Terrorism Index data for European countries for the period from 2013 to 2015. According to the index, four groups of countries with minimal threat of terrorism are identified as most preferred for traveling. Recommendations on how to choose preferable tourist destinations are given. The growing threat of terrorism and mass migration of refugees to Europe are reorienting tourists from visiting the most popular areas, such as national capitals and major cultural centers to visiting areas famous for their natural attractions. Independent tourism allows for planning routes taking into account all the negative factors associated with modern migration. It is advisable to choose regions for traveling out of the main routes of migration flows, to use regional roads, and to reduce time spent in areas with high concentration of people.

Key words: migration in Europe, Balkan corridor, independent tourism, Global Terrorism Index, favorable areas for travelling.

doi 10.17072/2079-7877-2016-3-138-145

Аналитическая туристская литература последних десятилетий, как правило, начинается с повествования о том, что туризм – самая быстроразвивающаяся отрасль экономики, современный феномен. Миллионы людей во всем мире воспринимают туризм как стиль жизни и не хотят отказываться от ярких впечатлений. Как правило, человек, который совершил самостоятельно организованную поездку, будет и в дальнейшем стремиться путешествовать, не учитывая сложную экономическую личную или общественную ситуацию, криминогенную обстановку в районах посещения, нестабильные политические отношения.

Террористическая угроза является наиболее негативным фактором для развития туризма на сегодняшний день. Преступники достигают наибольший эффект от гибели значительного количества людей, поэтому часто теракты случаются в местах скопления туристских групп – около объектов

мирового значения, в отелях, на железнодорожных вокзалах и в аэропортах. При этом террористам не важны ни религия, ни национальность мирных граждан, им необходимы паника и страх у населения.

Современного туриста могут остановить от поездки только крупномасштабные боевые действия и установленный режим, открыто негативно относящийся к иностранцам. Так, на сайтах-поисковиках нет предложений по отдыху в Сирии, Афганистане, Йемене. Ситуация с введением запрета на продажу путевок в Египет и Турцию обусловила появление предложений для отдыха россиян через соседние страны, но не полный отказ от посещения излюбленных курортов Красного и Средиземного морей.

Несомненно, российские туроператоры пытаются переориентироваться на внутренний туризм, который только начинает открывать перед нами свои достоинства. При составлении маршрутов российский турист имеет как ограничения (климатические, клещевая опасность и др.), так и выгоды (родной язык, национальную валюту, более глубокие знания истории и территории). Фундаментальная база рекреационной географии, самодетального туризма, сложившаяся во времена Советского Союза, позволяет восстанавливать прошлые наработки, действующие в новых экономических условиях. Второе дыхание получили всесоюзные маршруты Золотого кольца, знаменитые литературные и исторические места России, плановые активные туры Кавказа, Крыма, Алтая [2].

Вместе с тем в данной статье рассматривается тема «ускользающей» Европы, как одного из самых любимых, хорошо освоенных и понимаемых россиянами региона для путешествий. На протяжении последнего десятилетия каждый желающий имел возможность познакомиться с Европой поближе несмотря на визовый режим и «трудности перевода».

В сложившейся ситуации возникает необходимость составлять маршруты, включающие в себя самые безопасные места отдыха; выбирать регионы, имеющие минимальное воздействие от преступных действий террористов. Поскольку наиболее уязвимыми стали столицы стран, стоит обратить внимание на провинцию, сельскую местность и малонаселенные территории. Попытаемся проанализировать ситуацию в регионах, возможных для путешествий.

Международная группа экспертов института экономики и мира (The Institute for Economics and Peace) Сиднейского университета проводит ежегодное комплексное исследование, позволяющее определить уровень террористической активности в странах мира и глобальный индекс терроризма (The Global Terrorism Index). Расчетная часть по индексу выполнена на основе информации из глобальной базы данных терроризма национального консорциума по изучению терроризма при университете штата Мэриленд, имеющей широкую статистическую базу о террористической деятельности. База данных содержит информацию о более чем 100 тыс. случаев террористических актов за последние десять лет. Ученые оценивают уровень террористической активности внутри той или иной страны по четырем основным показателям: количество террористических происшествий, количество погибших, количество пострадавших и уровень материального ущерба [7].

Анализ данных карт индекса террористической угрозы за последние три года (с 2013 по 2015 г.) позволил выявить наиболее безопасные страны Европы для посещения (таблица). Нулевой индекс на протяжении трех лет присущ Латвии, Литве, Польше, Словакии, Словении, Румынии, Финляндии и Эстонии. У таких стран, как Португалия, Армения, Дания, Молдова, Хорватия, Нидерланды, Сербия, Черногория больше 1,5 единиц индекс не повышался. Поэтому можно говорить об этих странах как о наименее опасных касательно террористической угрозы.

Следующую группу можно выделить как страны с нарастающей террористической опасностью, но рекомендуемые для посещения (индекс до 3). В этой группе стран индекс постепенно возрастал к 2015 г. (Австрия, Албания, Бельгия, Венгрия, Босния и Герцеговина, Исландия, Македония, Чехия, Швейцария) либо имел устойчивое значение в течение трёх лет (Беларусь, Болгария, Грузия, Испания, Норвегия, Швеция).

Потенциально представляют опасность теракты в третьей группе: индекс составляет от 3 до 4,5 единиц. Из данных таблицы следует, что террористическая угроза в большинстве стран сохраняет тенденцию к увеличению (Германия, Ирландия, Италия, Кипр).

Группа стран Европы, где индекс террористической угрозы превышает 4,5 единиц, является наиболее опасной. Они входят в тридцатку стран мира, где возможен терроризм: Украина (12-е место в 2015 г.), Россия (23-е место), Великобритания (28-е место), Греция (29-е место), Франция (30-е место).

В страны Европы традиционно приезжало большое количество беженцев с Ближнего Востока и Африки. Основной поток шел через Марокко – Гибралтар – Испанию. Страны ЕС оказывают ощутимую финансовую помощь правительству Марокко в выявлении среди мигрантов людей,

нуждающихся в убежище и последующей переброске в лагеря для мигрантов по всей Европе. В связи с быстрым увеличением количества горячих точек по всему Ближнему Востоку и Северной Африке этот маршрут не стал справляться, что обусловило появление морских путей из Африки на итальянскую Лампедузу, из Турции в Грецию (рис. 1).

Индекс террористической угрозы стран Европы в 2013-2015 гг.

Страна	Год					
	2013		2014		2015	
	Индекс	Место в рейтинге	Индекс	Место в рейтинге	Индекс	Место в рейтинге
Группа 1 Безопасные страны (индекс до 1,5 по данным за 2015 г.)						
Латвия, Литва,	0	124	0	124	0	124
Польша,	0	124	0	124	0	124
Румыния,	0	124	0	124	0	124
Словакия,	0	124	0	124	0	124
Словения,	0	124	0	124	0	124
Финляндия	0	124	0	124	0	124
Молдова	0,35	100	0,28	121	0,038	121
Эстония	0	124	0	124	0,076	119
Дания	0,18	112	0,19	107	0,091	118
Армения	0,34	101	0,27	102	0,115	116
Хорватия	0,23	108	0,23	105	0,115	116
Португалия	0,55	97	0,23	105	0,267	110
Сербия	1,15	89	0,58	89	0,41	106
Нидерланды	1,02	92	0,58	89	0,429	105
Черногория	1,32	86	0,7	87	0,659	103
Венгрия	0,14	114	0,07	116	1,187	98
Исландия	0,08	119	0,08	113	1,219	96
Швейцария	2,03	72	1,34	77	1,349	95
Группа 2 (индекс от 1,5 до 3)						
Босния и Герцеговина	1,48	84	0,76	86	1,516	91
Бельгия	1,03	91	0,53	93	1,977	82
Австрия	1,68	79	0,24	103	2,088	79
Албания	0,22	109	0,19	107	2,116	78
Беларусь	2,78	58	2,85	53	2,125	77
Македония	1,38	85	1,45	75	2,252	73
Грузия	2,95	56	2,58	60	2,373	71
Болгария	2,75	61	2,58	60	2,421	70
Чехия	0,86	93	0,81	85	2,484	68
Испания	2,73	62	1,84	69	2,622	65
Норвегия	3,41	49	3,57	44	2,738	64
Группа 3 (индекс от 3 до 4,5)						
Кипр	3,19	52	2,3	66	3,08	61
Швеция	1,71	78	1,07	82	3,083	60
Италия	2,88	57	2,55	62	3,364	54
Германия	1,77	77	1,02	83	3,442	53
Ирландия	3,18	53	3,09	47	3,663	48
Группа 4 (индекс более 4,5)						
Франция	4,88	30	2,67	56	4,553	36
Греция	5,24	25	4,73	29	4,976	29
Великобритания	5,45	21	5,17	27	5,613	28
Россия	6,64	11	6,76	11	6,207	23
Украина	3,14	55	2,95	51	7,2	12

Морской путь из Ливии в Италию, который является наиболее опасным вследствие большого расстояния между пунктами по морю, составляет примерно 300 км между африканским побережьем

и островом Лампедуза. В то же время большинство беженцев из Сирии, Ирака, вследствие войны, прибыли в Турцию. Наиболее состоятельные из них, имеющие возможность оплатить переброску в Европу, пользуются услугами контрабандистов на протяжении всего пути. Так появился более популярный, массовый путь отправки беженцев из Турции через греческие острова (Лесбос, Кос) в Европу, получивший название «балканский маршрут» (рис. 2).

В основном мигранты перемещаются по крупным железнодорожным путям и автомагистралям. Основная железная дорога из Греции в страны Западной Европы проходит по территориям Македонии, Сербии, Венгрии. Поскольку, меридиональная автомагистраль E65 Мальмё - Ханья также проходит через эти страны, Албания, Черногория, Румыния меньше подвержены наплыву мигрантов.

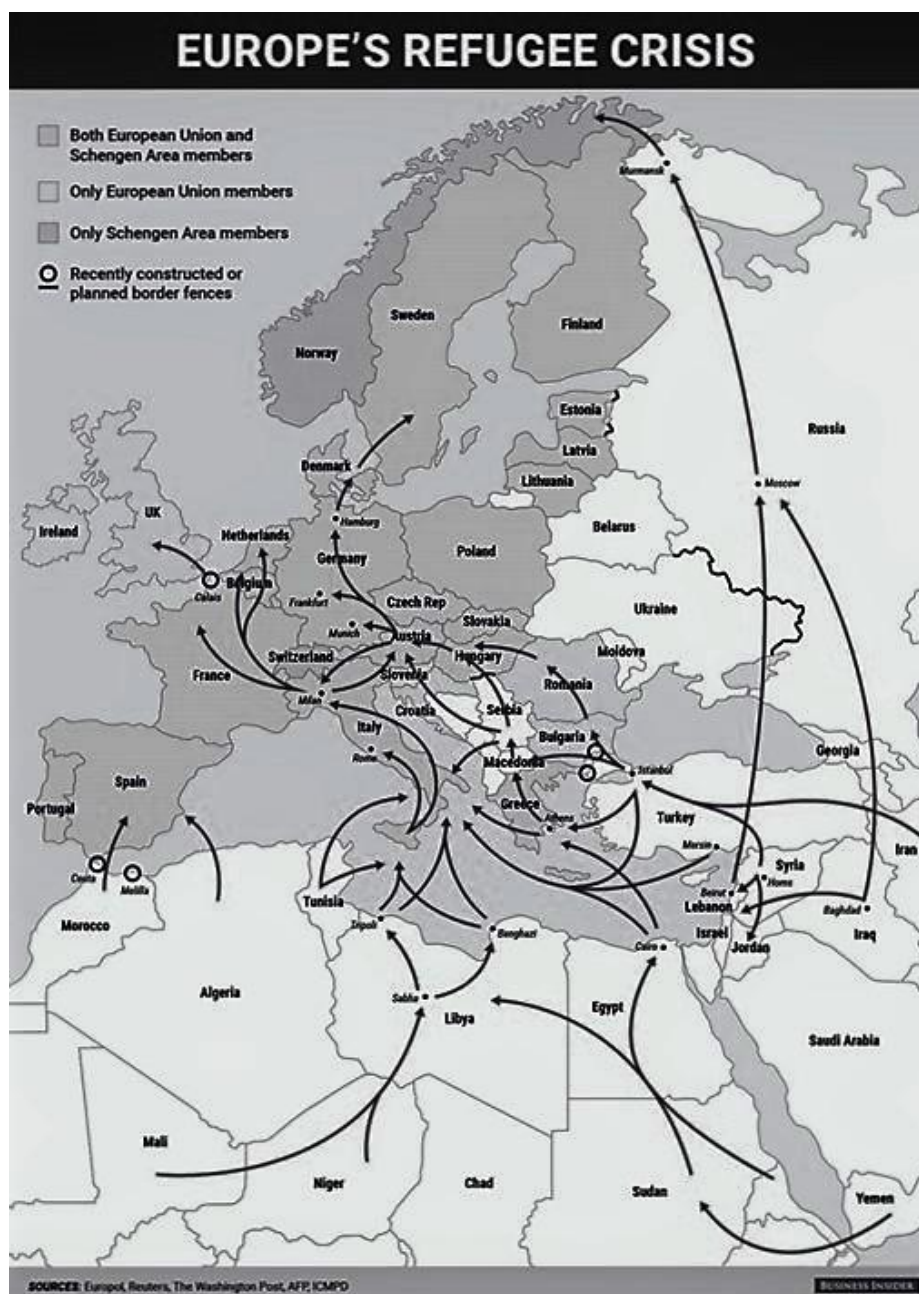


Рис.1. Маршруты беженцев в Европу (по данным Business Insider) [5]

Страны первой группы имеют положительный имидж благодаря нулевому индексу, но политическое и экономическое положение некоторых из этих стран не позволяет их рекомендовать как безопасные, в частности Молдова, где периодически отмечаются массовые протесты населения и трудная экономическая ситуация. Словения, Словакия, Сербия и Хорватия ощутили на себе

опасность непрекращающегося потока мигрантов. В основном страдают городки, расположенные близ границ государств. Толпы беженцев в летнее время находились в парках столицы Сербии – Белграде. Вместе с тем отметим, что в этих странах незначительная часть мигрантов находится в пограничной зоне, поскольку большинство людей стремятся в более богатые Германию и Австрию (рис. 3).

Таким образом, исследуя данные тенденции, мы можем рекомендовать для посещения страны Прибалтики, Армению, Португалию, Нидерланды, Данию, Финляндию и Черногорию. Если говорить о российских туристах, то большинство в 2015 г. выбрали для путешествия гостеприимные безвизовые страны Закавказья.

Путь мигрантов в Германию

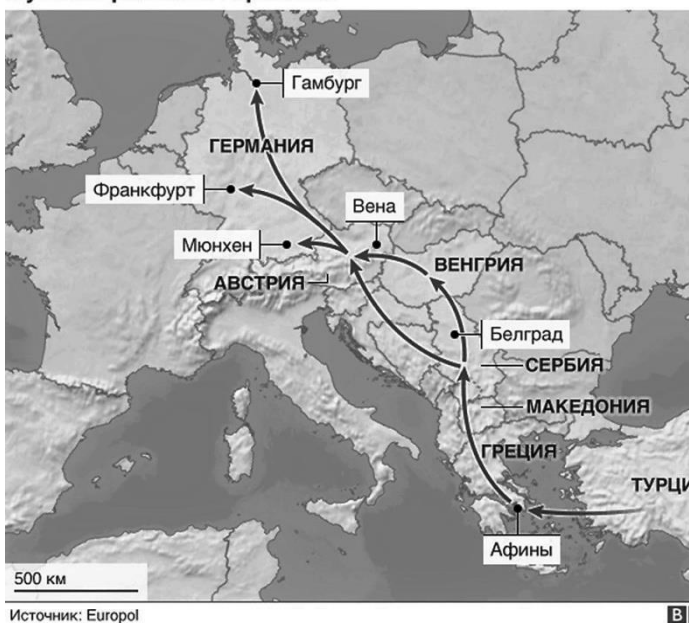


Рис. 2. Путь мигрантов в Германию
(по данным ВВС) [3]



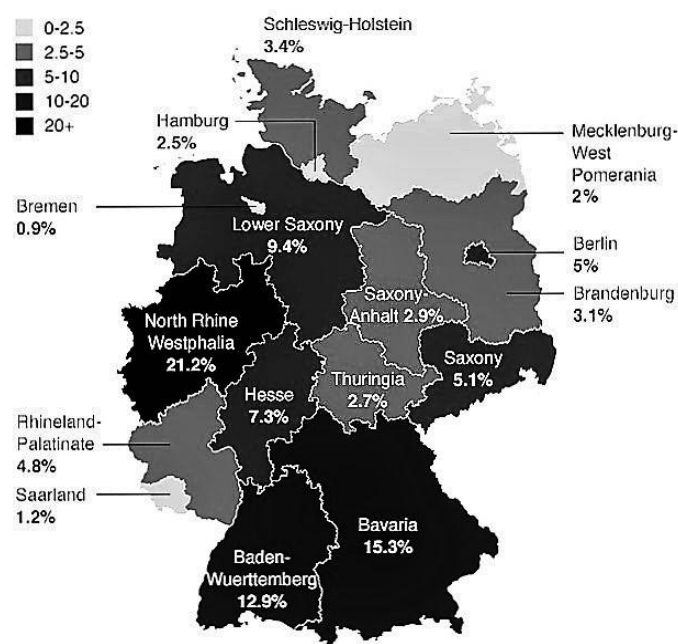
Рис. 3. Балканский маршрут беженцев с распределительными лагерями (по данным международной неправительственной организации по правам человека Amnesty international) [4]

Вторая группа стран – самая многочисленная в Европе. Это говорит о том, что Европа остается благоприятным регионом для посещения, если относится ответственно к планированию маршрута. Австрия, Албания, Бельгия, Венгрия, Босния и Герцеговина, Исландия, Македония, Чехия, Швейцария, Беларусь, Болгария, Грузия, Испания, Норвегия, Швеция возможны для посещения при условии владения актуальной информацией о притоке беженцев в тот или иной город, знание ситуации на границе и возможности выбора для путешествия тех дорог, которые не интересуют мигрантов. Страны отличаются относительным спокойствием, но возможны спонтанные акты агрессии, в связи с чем они имеют повышенный индекс террористической угрозы, например, существующее многолетнее напряжение в Испании с басками, обострение грузинских конфликтов на границе с Абхазией и Южной Осетией.

Из данной группы стран мы рекомендуем посещение Албании, Боснии, Беларуси, которые практически не вовлечены и имеют стабильную экономическую ситуацию. В Австрии следует обратить внимание на активные туры по Альпам, чем на экскурсионный туризм по Вене (та же ситуация в Бельгии, Швейцарии). Исландия, Норвегия и Швеция открыты для любителей северного отдыха, но рекомендуем заменить посещение Стокгольма другими городами вследствие увеличивающихся выступлений шведских националистов против мигрантов. Болгария и Испания традиционно в этом году будут предлагать пляжный отдых, ожидается повышенный спрос побережий этих стран у европейцев в связи с тревожной ситуацией в Турции и Египте. Для россиян из этой группы наиболее доступны Республика Беларусь и Грузия; за последнее время турпоток в эти страны растет как в организованном, так и в самостоятельном туризме.

В Германии и Италии значительно возросла террористическая угроза в 2015 г., что обусловлено мощной волной беженцев и вовлечением практически всей территории данных стран в миграционный процесс. Германия, как самая гостеприимная страна Европы в этом кризисе, приняла мигрантов разных национальностей, не адаптированных к европейским ценностям. При этом большая их часть стремится в крупные города, являющиеся также любимыми местами посещения туристами, – Мюнхен, Дрезден, Берлин, Кёльн. Вместе с тем следует отметить, что лагеря беженцев размещены повсеместно по территории страны около Гамбурга, Нюрнберга, Хайденау, Кальден, Регенсбург, Виллинген-Швеннинген и многих др. (рис.4). Несмотря на все препятствия, Германия является привлекательной для самостоятельных российских туристов вследствие расширяющегося списка аэропортов, работающих с компаниями-лоукостерами из России.

Distribution of Asylum Seekers in Germany



Source: Bamf

BBC

Рис. 4. Земли Германии по распределению беженцев (по данным BBC) [6]

Наиболее опасная группа стран Европы, где индекс террористической угрозы превышает 4,5. Они входят в тридцатку стран мира, где возможен терроризм: Украина (12-е место в 2015 г.), Россия (23-е место), Великобритания (28-е место), Греция (29-е место), Франция (30-е место).

Россия входит в данную группу вследствие напряженной обстановки в республиках Северного Кавказа, а показатель глобального индекса терроризма характеризует страну в целом. Благодаря обширной территории нашей страны данный показатель не отражает реальную угрозу по всей территории России.

К сожалению, Украина практически не входит в группу стран, привлекательных для путешествий, хотя располагает туристскими центрами разной направленности десятилетиями посещаемыми именно россиянами. Это и морские курорты (Одесса, Бердянск), и экскурсионный туризм (Киев, Львов), и активные туры в Карпатах. Политическая нестабильность вызывает и массовые выступления, которые проходят на центральных площадях столиц и крупных городов, в местах массового посещения туристами. Около центральных площадей расположены основные объекты туристского показа – музеи, храмы, галереи, пешеходные улочки.

Путешествуя по Великобритании в этом году, стоит особое внимание обратить на Шотландию, где расположены средневековые замки, многочисленные небольшие колоритные городки в объезд крупных центров.

В Греции привлекательными и относительно безопасными остаются самые массовые направления россиян – полуостров Халкидики и остров Крит, находящиеся вне основного потока беженцев,

выбывают из туристского интереса острова Эгейского моря. Халкидики и Крит находятся вне основного потока беженцев. На наш взгляд, нежелательны экскурсионные туры по городам Греции.

Франция, пережившая ряд терактов в 2015 г., наиболее ярко отражает идеи статьи о наиболее предпочтительных районах путешествий в условиях европейского миграционного кризиса и террористической угрозы. На ее примере можно выделить основные положения, которыми надо руководствоваться при составлении самостоятельного маршрута или выборе района посещения при организованном туре. Во-первых, маршрут путешествия не должен проходить по пути следования мигрантов, вследствие возможной опасности. Во-вторых, при возможности избегать посещение столиц, крупных городов, мест массового посещения, как наиболее уязвимых для проведения терактов, а также событийных крупных мероприятий. В-третьих, не следует выбирать приграничные территории, где распределяются лагеря беженцев. В-четвертых, представляют опасность крупные транспортные узлы – морские порты, аэропорты, железнодорожные вокзалы, где не исключена возможность терактов.

Особый интерес вызывает посещение сельской местности: всевозможные гастрономические маршруты, экологический туризм, познавательные туры, знакомящие с ремёслами и культурой разных народов.

Желательно выбирать дороги регионального значения, которые, как правило, живописны, более полно отражают жизнь местного населения, имеют определенную туристскую тематику, например, винные маршруты Франции и Италии, обзорные дороги Норвегии. Во всех странах есть красивейшие автомобильные маршруты по видовым местам.

Самостоятельный туризм позволяет составить маршрут, учитывая все негативные факторы, сопутствующие современной миграции. [1]. В конечном итоге, наиболее безопасным становится активный туризм по малонаселенным природным территориям. Европейская туриндустрия создала большое разнообразие освоенных районов для занятия трекингом, рафтингом и другими видами туризма. На территории всех стран расположены национальные парки с прекрасно развитой туристской инфраструктурой. Именно на посещение природных достопримечательностей надо сделать акцент.

Библиографический список

1. Зырянов А.И., Зырянова И.С. Технология планирования самостоятельного путешествия // Географический вестник. 2013. №2(25). С. 99–103.
2. История российского туризма / под ред. Т.И.Власовой. СПб.: Изд-во Д.А.Р.К., 2009. 432 с.
5. Europe migrants: Tracing perilous Balkan route to Germany. URL: <http://www.bbc.com/news/world-europe-34039968> (дата обращения: 01.02.2016).
6. Europe's borderlands. Amnesty international. URL: <https://www.amnesty.org/en/documents/eur70/1579/2015/en/> (дата обращения: 02.02.2016).
7. Europe's refugee crisis. URL: <http://www.businessinsider.com/map-of-europe-refugee-crisis-2015-9> (дата обращения: 05.02.2016).
8. Migrant crisis: What next for Germany's asylum seekers? URL: <http://www.bbc.com/news/world-europe-34175795> (дата обращения: 03.02.2016).
9. The Global Terrorism Index. URL: <http://www.visionofhumanity.org/#/page/indexes/terrorism-index> (дата обращения: 12.02.2016).

References

1. Zyrianov A.I., Zyrianova I.S. (2013), "Independent travelling planning technology", *Geographicheskii Vestnik*, vol.2, no.25, pp. 99–103.
2. *History of Russian tourism* (2009), D.A.R.K. Publ., Saint-Petersburg, Russia.
3. British Broadcasting Corporation (2015), "Europe migrants: Tracing perilous Balkan route to Germany", available at: <http://www.bbc.com/news/world-europe-34039968> (Accessed 01.08.2016).
4. Amnesty International (2015), "Europe's borderlands: violations against refugees and migrants in Macedonia, Serbia and Hungary", available at: <https://www.amnesty.org/en/documents/eur70/1579/2015/en/> (Accessed 02.02.2016).
5. Business insider (2015), "Europe's refugee crisis", available at: <http://www.businessinsider.com/map-of-europe-refugee-crisis-2015-9> (Accessed 02.02.2016).
6. British Broadcasting Corporation (2015), "Migrant crisis: What next for Germany's asylum seekers?", available at: <http://www.bbc.com/news/world-europe-34175795> (Accessed 03.02.2016).

7. Institute for economics and peace (2015), "The Global Terrorism Index", available at: <http://www.visionofhumanity.org/#/page/indexes/terrorism-index> (Accessed 03.02.2016).

Поступила в редакцию: 09.03.2016

Сведения об авторе

Зырянова Инна Станиславовна

старший преподаватель кафедры туризма
Пермского государственного национального
исследовательского университета;
Россия, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15;
e-mail innaziryanova@mail.ru

About the author

Inna S. Zyrianova

Senior Lecturer, Department of Tourism, Perm State
University;
15, Bukireva Str, Perm, 614990, Russia;
e-mail innaziryanova@mail.ru

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:

Зырянова И.С. Туризм в условиях террористических угроз и современных миграций в Европе // Географический вестник = Geographical bulletin. 2016. №3(38). С. 138–145. doi 10.17072/2079-7877-2016-3-138-145

Please cite this article in English as:

Zyrianova I.S. Tourism in Europe under the conditions of terrorist threat and current migration situation // Geographical bulletin. 2016. № 3(38). P. 138–145. doi 10.17072/2079-7877-2016-3-138-145

УДК 796.5:338.48

А.Ю. Королев

СОГЛАСОВАННОСТЬ ТУРИСТСКИХ МАРШРУТОВ С ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИМ СТРОЕНИЕМ СЕВЕРНОГО УРАЛА

Пермский государственный национальный исследовательский университет, г. Пермь

Изучаются особенности рельефа Северного Урала – поверхности выравнивания, которые являются фактором развития активного туризма. Благодаря сочетанию поверхностей выравнивания, расположенных на высоте около 900 м над уровнем Мирового океана, и лесной зоне, заканчивающейся на Северном Урале на высоте 750–900 м, появляется возможность совершать разнообразные виды путешествий по хребтам Северного Урала. Отсюда открываются живописные панорамные виды, нет болот и труднопроходимого леса. Самый показательный маршрут – на хребте Поясовый камень, ведущий на плато Маньпупунер. Здесь организуются пешеходные, лыжные, велосипедные, автомобильные и квадрациклетные путешествия. Другие наиболее массовые маршруты проложены по хребтам Кваркуш, Главный Уральский хребет, Хозатумп, Чувальский камень, Ольховочный, Ошньер, Молебный и Муравьиный.

Ключевые слова: Северный Урал, поверхности выравнивания, активный туризм, Пермский край.

A.Yu. Korolev

COORDINATION OF TOURIST ROUTES WITH GEOMORPHOLOGICAL STRUCTURE OF THE NORTHERN URALS

Perm State University, Perm

The topography of the Northern Urals, namely surface alignment, which is an active tourist development factor, has been studied. Thanks to the combination of aligned surfaces, which are located at the altitude of 900 m above the sea level, and the fact that the forest area in the Northern Urals ends at the altitude of 750–900 m, depending on the location and breadth of the mountain range, it is possible to make different kinds of travelling on the ridges of the Northern Urals. There are scenic panoramic views, no swamp lands and

impenetrable forests, besides the conditions are comfortable in terms of insects. Thus, surface alignment appears to be an important factor for the development of tourism in the Northern Urals. There is a developed system of routes traversing the mountain ranges. The best example is the path on the Poyasovy stone ridge, which leads to Manpupuner plateau. Different kinds of tourist routes are organized there, including hiking, skiing, cycling, automobile and ATV routes. Other popular mass tourist routes were laid on the following ridges: Kvar Kush, Ural Mountains, Hozatump, Chuvalsky rock, Olhovochny, Oshner, Molebny and Muravyiny.

Keywords: Northern Urals, surface alignment, active tourism, Perm Krai.

doi 10.17072/2079-7877-2016-3-145-150

Древние поверхности выравнивания, являющиеся одной из главных особенностей рельефа Урала, впервые изучены В. А. Варсанюфьевой в 1932 г. на Северном Урале [1] и в дальнейшем описаны другими исследователями на Среднем и Южном Урале. Исследователи, изучающие Урал, выделяют от одной до семи древних поверхностей выравнивания, что является доказательством неравномерного во времени поднятия Уральских гор. Самая высокая поверхность выравнивания соответствует наиболее древнему циклу выравнивания рельефа вследствие выветривания и переноса продуктов разрушения горных пород в пониженные участки земной поверхности.

И.П. Герасимов считает, что Урал приобрел современный горный характер в результате более поздних поднятий, которые были в неогене и четвертичном периоде. Там, где неотектонические движения были значительно выражены, располагаются наиболее высокие горные участки, где они проявлялись слабо – лежат мало измененные древние поверхности выравнивания [2]. Такие особенности рельефа Уральского хребта являются важным фактором развития активных видов туризма, особенно на Северном Урале.

Северный Урал является одним из самых протяженных из пяти туристско-географических районов Уральского хребта [6]: его протяженность с севера на юг, как и у Южного Урала, превышает 500 км. Он более труднодоступный, чем Южный Урал, а северная его часть является одной из самых труднодоступных на Уральском хребте – участок от хребта Маньпупунер до трассы газопровода «Сияние Севера», которая проходит через верховья р. Щугор, южнее горы Тэлпосиз (1619 м, высшая точка Северного Урала). На Урале есть второе такое же труднодоступное место – на границе Приполярного и Полярного Урала, в районе горы Грубеиз.

Северный Урал на юге граничит со Средним Уралом, граница проходит севернее хребта Ослянка (1119 м, высшая точка Среднего Урала). На севере граничит с Приполярным Уралом, граница проходит по широтному течению р. Щугор, севернее горы Тэлпосиз.

Северный Урал – уникальная природная зона, наиболее благоприятная для развития пешеходного и лыжного туризма [8]. Здесь, в отличие от других горных систем и даже от других районов Урала, сложилось своеобразное сочетание поверхностей выравнивания и высотной поясности. Зона лесов на Северном Урале достигает высоты 700–850 м над ур. м. (в зависимости от широты расположения гор и солонной ориентации склонов). Примерно на этой же высоте начинается выполаживание склона и практически полное выравнивание поверхности. Такие поверхности выравнивания тянутся почти по всем хребтам Северного Урала на высоте более 800 м. Перепад высот большинства хребтов здесь составляет 400–600 м.

Хребты на Северном Урале часто довольно протяженные. Самый длинный из них – хребет Поясовый камень непрерывно тянется на расстоянии более 100 км, причем на всем своем протяжении нигде не опускается ниже зоны леса и ниже 800 м. Такие ровные широкие протяженные плато нередко прерываются вершинами высотой более 1200 м, с многочисленными мощными отрогами западного и восточного направления. Этот участок Уральского хребта Г.А. Максимович относит к Среднегорной области Северного Урала [7], в которой он выделяет нагорные террасы.

Такое уникальное строение рельефа идеально подходит для организации пешеходных и лыжных путешествий, вдоль осевой линии хребтов, по направлению с севера на юг или в противоположном. Этому способствуют следующие факторы: прекрасные панорамы, открывающиеся с хребта во все стороны, более комфортные условия в отношении насекомых в летнее время. Намного более удобная местность для передвижения: нет густого леса, завалов, болот в отличие от местности, расположенной с запада и востока от хребта, где простирается труднопроходимая уральская тайга с множеством болот [3].

На Среднем Урале, который является самым низким районом Уральских гор, абсолютная высота редко достигает отметки 800 м, поэтому только на отдельных вершинах склоны гор поднимаются выше зоны лесов. На Ослянке и в Басегах поверхности выравнивания расположены выше зоны лесов. Поскольку эти хребты находятся обособленно друг от друга и со всех сторон окружены труднопроходимой болотистой и лесистой местностью, то развития пешеходного и лыжного туризма не сложилось. Туристы изредка совершают траверс хребта Ослянка, а хребет Басеги находится на территории одноименного заповедника, поэтому доступ туристов туда возможен только по особо выделенной тропе на две вершины: с севера на вершину Северный Басег (952 м), а с юга на вершину Южный Басег (851 м).

На Приполярном и Полярном Урале путешествуют в основном по долинам рек в связи с сильно изрезанным рельефом самого хребта.

На Северном Урале исторически сложилась целая система туристских маршрутов. Наиболее показательный и популярный маршрут – по хребту Поясовый камень на плато Маньпупунер, который является третьим из чудес России, после Долины Гейзеров на Камчатке и озера Байкал. Плато Маньпупунер представляет собой уникальное явление природы. Здесь на отдельно стоящем небольшом хребте, расположенном с запада от основного водораздельного хребта, образовалось множество высоких каменных фигур, напоминающих разных сказочных животных. Наиболее яркими из них являются семь огромных каменных истуканов, высотой более 30 м, расширяющихся к верху. Они выстроились в линию, как будто сказочное войско, а впереди стоит их предводитель с поднятой рукой. Поэтому коренной народ манси, проживающий здесь много столетий, сложил несколько красивых легенд об этом месте, и это плато было у них местом поклонения.

Маршрут на плато Маньпупунер проходит в основном по хребту Поясовый камень, и лишь в самом конце тропа спускается на запад, переходит исток р. Печора и поднимается на Маньпупунер. Этот маршрут радиальный, потому что выхода из района севернее Маньпупунера нет – ближайшая дорога расположена только на газопроводе «Сияние Севера», что намного сложнее и дальше, чем выход обратно. Протяженность маршрута по хребту большая – более 80 км. Маршрут начинается на р. Ауспия – это последнее место, куда можно добраться на автотранспорте. Далее туристы 26 км поднимаются на хребет по тропе на печально известный перевал Дятлова. Каждый год этим маршрутом проходит до 1000 чел. несмотря на труднодоступность и сложность маршрута.

В последнее время любители авто-мототуризма проложили здесь автомобильную колею, проезд по которой возможен только на специальных подготовленных автомобилях и на квадрациклах. В некоторых местах автомобиль может проехать только с использованием лебедки. Автомобильная трасса проложена немного другим путем, чем пешеходный маршрут, и имеет большую протяженность и перепад высот. Выбор пешеходного маршрута определяется перепадом высот и протяженностью.

В зимнее время по этому маршруту в последнее время осуществляются снегоходные экскурсии. Плато Маньпупунер расположено на территории Печоро-Илычского заповедника, поэтому для его посещения нужно получать разрешение. Руководство заповедника построило на плато туристскую базу, и в зимнее время туристы, приезжающие на снегоходах, ночуют в теплых условиях. Лыжные маршруты в настоящее время стали редкими – всего несколько раз за сезон; наиболее оптимальное время – март.

Кроме хребта Поясовый камень поверхности выравнивания имеют другие хребты, на которых также развит пешеходный и лыжный туризм. Наиболее доступный и удобный для таких целей – хребет Кваркуш, довольно протяженный – более 100 км, но только его северная половина превышает высоту 850 м и поднимается выше зоны лесов. На Кваркуше расположено целое горное плато с зоной тундры шириной до 15 км, а длиной до 40. Над плато возвышается высшая точка хребта – гора Вогульский камень (1066 м), немного южнее которой начинается р. Жигалан с самыми высокими водопадами в Пермском крае. Здесь туристы ходят по старым мансийским тропам и вездеходным колеям. В летнее время, кроме пешеходных, через Кваркуш проходят велосипедные маршруты, соединяющие Свердловскую область и Пермский край. В последние годы здесь начали развиваться внедорожный автомобильный туризм и путешествия на квадрациклах. Кваркуш, хребет довольно обособленный, находится к западу от основного водораздельного хребта, поэтому пешеходные маршруты по нему редко совмещаются с маршрутами по другим хребтам. Восточнее Кваркуша, через долину р. Улс, расположен мощный и довольно крутой хребет – Главный Уральский с высшей точкой, горой Гумбольдта (1410 м). Этот хребет вытянут с севера на юг более чем на 50 км, имеет сложный рельеф, близкий к альпийскому. Здесь поверхности выравнивания расположены на высоте

1100 м, где также осуществляются туристские путешествия, причем более интересные и протяженные, поскольку на севере этот хребет плавно переходит в более низкий и пологий хребет Хозатумп, протянувшийся более чем на 60 км. На этой обширной горной территории имеются возможности создания национального парка с целью привлечения туристов к большому количеству аттрактивных объектов и защиты оставшихся лесов от полной вырубki [4].

Севернее р. Велс, на левом берегу р. Вишеры расположен довольно пологий и ровный хребет Чувальский камень, напоминающий Кваркуш, но меньших размеров. На нем находится ровное плато с высшей точкой 912 м. Чувальский камень является стартовой точкой для походов по хребтам Вишерского заповедника, где с 2013 г. разработаны экологические тропы и разрешены походы туристов в сопровождении сотрудников заповедника. С севера Чувальского камня возможны переходы с небольшим спуском в зону лесов на хребет Тулымский камень (1469 м) – высшую точку Пермского края и хребет Ольховочный.

Тулымский камень вытянут на 30 км и имеет сложное строение рельефа, поэтому двигаться по нему траверсом довольно трудно, тем не менее ранее, когда еще не существовало Вишерского заповедника, по нему осуществлялись пешеходные и лыжные маршруты с переходом на расположенный севернее хребет Муравьиный камень с высшей точкой, горой Хусь-Ойка (1351 м). Хребет Ольховочный более ровный и пологий, по которому довольно удобно передвигаться и перейти к хребту Молебный Камень и горе Ишерим (1331 м). Один из самых интересных в Пермском крае Молебный камень вытянут с севера на юг почти на 30 км, имеет две главные вершины: северную, высшую точку хребта, Ойкачахль (1322 м), и южную – гору Эквачахль (1290 м). Здесь расположены святые горы народа манси. Ойкачахль, в переводе с мансийского означает Бог Отец, а Эквачахль – Богиня Мать. До начала XX в. манси совершали сюда паломничество с огромных территорий, с расстояний в несколько сотен километров, с берегов Оби. При движении в северном направлении возможны переходы с Молебного хребта на удобный для движения по поверхностям выравнивания хребет Ошньер. При переходе с хребта на хребет нужно на протяжении 7 км спуститься в зону лесов и пройти по водоразделу рек Ниолс (бассейн Вишеры) и Северная Тошемка (бассейн Оби). Ошньер – хребет протяженностью около 40 км, с высшей точкой горой Сампалчахль (948 м), что в переводе с языка манси означает «косая» или «одноглазая гора» вследствие ее своеобразного вида – немного скошенной вершины.

Западнее горы Сампалчахль находится одна из красивейших вершин Урала – гора Мунинтумп, или Армия высотой 924 м. На ней расположено несколько скоплений живописных камней (каменных городов). Эта гора расположена в междуречье рек Ниолс и Вишера. Хребет Ошньер соединяется с хребтом Поясовый камень в ключевом месте – на горе Саклаимсори-Чахль (1128 м). На этой вершине сходятся три региона России – Пермский край, республика Коми и Свердловская область. Также по этой вершине проходит граница бассейнов трех морей: на юго-запад – бассейн Вишеры и Каспийского моря, на восток – бассейн Оби и Карского моря, а на северо-запад – бассейн Печоры и Баренцева моря. Прямо с вершины горы Саклаимсори-Чахль, которая является самой северной точкой Пермского края, в юго-западном направлении начинается р. Вишера. Истоки Вишеры окружены многочисленными хребтами и отрогами, и на большинстве из них расположены каменные города – многочисленные причудливые скалы-останцы. Эти объекты, удобные для передвижения, с отличными панорамами, всегда притягивали туристов. В истоке западного притока Вишеры – р. Лопья находится самое труднодоступное место Пермского края – его полюс недоступности [5].

На Северном Урале большинство маршрутов построены следующим образом: вначале подход по лесу к основанию хребта от места, куда можно добраться на автотранспорте. Далее – подъем на хребет без тропы, по труднопроходимым местам, с многочисленными завалами, а после этого осуществляется выход на хребет, и дальше – комфортное передвижение в нужном направлении при условии хорошей погоды. Маршруты построены таким образом, что туристам приходится иногда спускаться в зону лесов, чтобы перейти с хребта на хребет. Кроме того, при движении траверсом нет необходимости брать с собой примусы и горючее для приготовления пищи, а на ночевку можно спускаться в зону леса и готовить на дровах.

Итак, из множества удобных для передвижения горных хребтов Урала мы рассмотрели только те, по которым чаще всего путешествуют туристы. Такой феномен, как сочетание поверхностей выравнивания с началом зоны горной тундры, что удобно для организации путешествий, существует только на Северном Урале. Это является важным фактором, притягивающим туристов для организации путешествий по разным видам туризма: пешеходному, лыжному, автомобильному, на квадроциклах, а иногда и на велосипедах. Большое значение для развития туризма имеет наличие

инфраструктуры, в первую очередь, дорог, по которым на каком-либо виде транспорта можно добраться к началу маршрута по горному хребту. На Северном Урале ограничено количество подъездных путей, что является существенным фактором, препятствующим развитию активного туризма. Сочетание этих двух противоборствующих явлений – удобных маршрутов с недостаточным количеством дорог приводит к более медленному развитию туризма.

Библиографический список

1. Варсанофьева В.А. Геоморфологические наблюдения на Северном Урале // Известия Гос. географического об-ва. 1932. Т. 64. Вып. 2–3. С. 105–171.
2. Герасимов И.П. Структурные черты рельефа земной поверхности на территории СССР и их происхождение. М.: Изд-во АН СССР, 1959.
3. Зырянов А.И., Королев А.Ю. Туристское районирование горных территорий // Вестник Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 2009. №6. С. 19–25.
4. Королев А.Ю. Обоснование создания национального парка «Хребет Кваркуш» на территории Красновишерского района Пермского края // Географический вестник. 2012. №1(20). С. 99–104.
5. Королев А.Ю. Полюсы недоступности Пермского края // Региональные исследования. 2014. №1. С. 130–133.
6. Королев А.Ю. Эталонные маршруты и оценка туристских возможностей горных территорий. Пермь, 2011. 59 с.
7. Максимович Г.А. Опыт геоморфологического районирования Пермской области // Зап. Перм. отд. геогр. общества СССР. Пермь, 1960. С. 5–23.
8. Якунин В.Н. Виды туризма: историография проблемы // Запад-Россия-Восток. 2014. № 8. С. 499–517.

References

1. Varsanofieva, V.A. (1932), “Geomorphological observations in the Northern Urals”, *Izvestiya Gosudarstvennogo geograficheskogo obshhestva* [The State Geographical Society Herald], vol. 64, no. 2-3, pp. 105–171.
2. Gerasimov, I.P. (1959), *Strukturnye cherty rel'efa zemnoj poverkhnosti na territorii SSSR i ikh proiskhozhdenie* [Structural features of the land surface relief in the territory of the USSR and their origin], Academy of Sciences of the USSR, Moscow, Russia.
3. Zyryanov, A.I. and Korolev, A.Yu. (2009), “Touristic regionalization of mountain areas”, *Vestnik Moskovskogo Universiteta, Seriya 5: Geografiya* [MSU Vestnik. Series 5. Geography], no. 6, pp. 19–25.
4. Korolev, A.Yu. (2012), “The ground for creation of “Hrebet Kvarkush” national park on the territory of Krasnovishersky district of Perm Krai”, *Geograficheskij Vestnik* [Geophysical Bulletin], no. 1 (20), pp. 19–25.
5. Korolev, A.Yu. (2014), “Inaccessibility poles of the Perm region”, *Regional research*, no. 1 (43), pp. 130–133.
6. Korolev, A.Yu. (2011), *Etalonnye marshruty i ocenka turistskikh vozmozhnostej gornyx territorij* [Reference routes and assessment of tourist opportunities of mountain territories], Perm, Russia.
7. Maksimovich, G.A. (1960), “Experience of geomorphological zoning of the Perm region”, *Zapiski Permskogo Otdeleniya Geograficheskogo Obshhestva SSSR* [Notes of the Perm Branch of the Geographical Society of the USSR], pp. 5–23.
8. Yakunin, V.N. (2014), “Types of tourism: historiography problems”, *West-Russia-East. Political, economic and cultural cooperation: collection of scientific papers of the VIII International scientific-practical conference*, no. 8, pp. 499–517.

Поступила в редакцию: 02.03.2016

Сведения об авторе

Королев Андрей Юрьевич

кандидат географических наук, доцент кафедры туризма Пермского государственного национального исследовательского университета; Россия, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15; e-mail: korolev@psu.ru

About the author

Andrei Yu. Korolev

Candidate of Geographical Science, Associate Professor, Department of Tourism, Perm State University; 15, Bukireva st., Perm, 614990, Russia; e-mail: korolev@psu.ru

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:

Королев А.Ю. Согласованность туристских маршрутов с геоморфологическим строением Северного Урала // Географический вестник = Geographical bulletin. 2016. №3(38). С. 145–150 .
doi 10.17072/2079-7877-2016-3-145-150

Please cite this article in English as:

Korolev A.Yu. Coordination of tourist routes with geomorphological structure of the Northern Urals // Geographical bulletin. 2016. № 3(38). P. 145–150. doi 10.17072/2079-7877-2016-3-145-150

КАРТОГРАФИЯ И ГЕОИНФОРМАТИКА

УДК 528.942, 912.4

Р.К. Абдуллин
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ОПАСНЫХ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ**Пермский государственный национальный исследовательский университет, г. Пермь*

В статье представлен обзор современного состояния картографирования опасных гидрометеорологических явлений (ОГМЯ). Рассмотрен российский и зарубежный опыты создания печатных и электронных карт, а также картографических веб-сервисов по данной тематике. Разработаны авторские классификации картографических произведений, посвященных опасным гидрометеорологическим явлениям, по двум признакам: направлению тематического картографирования и пространственному охвату отображаемой территории. Описаны используемые способы картографического отображения различных характеристик ОГМЯ. Показано, что особенно большие сложности возникают при картографировании ОГМЯ на региональном уровне, что обусловлено, главным образом, дефицитом исходной информации.

Ключевые слова: опасные гидрометеорологические явления, геоинформационное картографирование, способы картографического изображения, картографические веб-сервисы, чрезвычайные ситуации.

R.K. Abdullin
THE CURRENT STATE OF MAPPING HYDROMETEOROLOGICAL HAZARDS*Perm State University, Perm*

The article reviews the current state of mapping hydrometeorological hazards. Both Russian and foreign experience of creating paper and electronic maps, as well as web mapping services on the subject are considered. The author's classifications of cartographic works concerning natural hazards have been developed, the works being grouped according to two features: direction of thematic mapping and spatial coverage of the displayed area. The used methods for mapping various characteristics of hydrometeorological hazards are described. It is shown that the greatest difficulties arise when mapping natural hazards at the regional level, which is caused mainly by deficiency of the initial information.

Key words: hydrometeorological hazards, GIS mapping, methods of cartographic images, web mapping services, emergency.

doi 10.17072/2079-7877-2016-3-151-160

Карты опасных гидрометеорологических явлений являются важной составляющей для обеспечения безопасности населения [11], поскольку они дают представления о характере, интенсивности и периодичности возможных угроз для определенной территории, а также служат основой для прогнозирования вероятности возникновения данных явлений.

Изучение пространственно-временного распределения ОГМЯ и количественная оценка вероятности их возникновения, а также создание на основе полученной информации об ОГМЯ картографических материалов необходимы для оценки территориального риска чрезвычайных ситуаций (ЧС) природного характера, а также для разработки мероприятий, нейтрализующих и смягчающих их негативные последствия.

Подходы и методы картографирования опасных гидрометеорологических явлений. Как в России, так и за рубежом накоплен значительный опыт создания карт опасных природных явлений. В России первые попытки их отображения на картах относят к началу XX в. [10]. В ходе исследования рассмотрено множество работ в области изучения и картографирования опасных природных явлений

[3-6; 13; 19; 33-34; 43; 44]. Исходя из изученных материалов все многообразие авторских картографических произведений по теме ОГМЯ можно классифицировать по двум признакам:

- 1) направлению тематического картографирования опасных природных явлений;
- 2) пространственному охвату территории, отображаемой на карте.

С точки зрения направлений картографирования опасных природных явлений все имеющиеся карты можно сгруппировать следующим образом:

- карты режимных характеристик опасных явлений;
- карты мест фиксации опасных явлений;
- карты причиненного опасным природным явлением ущерба;
- карты опасности, риска и вероятности возникновения чрезвычайных ситуаций, вызванных опасными природными явлениями, а также оценки возможного ущерба.

К картам режимных характеристик опасных явлений относятся карты их повторяемости и интенсивности. Они, как правило, создаются в научно-познавательных целях и для сопровождения задач мониторинга, поскольку отражают ареалы наиболее частого возникновения опасных явлений и их наибольшей интенсивности. Карты повторяемости отображают закономерности распределения случаев опасных явлений во времени и пространстве. Они создаются на основе анализа многолетних рядов данных метеорологических и гидрологических наблюдений. Карты интенсивности опасных явлений преимущественно отражают их количественные (включая экстремальные) и качественные характеристики. Основным источником информации для картографирования интенсивности ОЯ являются оперативные и архивные данные наблюдательной сети.

Существует целый ряд как российских, так и зарубежных научных работ, в которых реализованы методики построения карт повторяемости и интенсивности явлений на основе анализа многолетних рядов данных об ОЯ, полученных наблюдательной сетью. Например, в работах [1; 21] представлены карты повторяемости опасных явлений погоды для Европейской территории России. В Атласе природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций в Российской Федерации [3] представлены карты повторяемости и интенсивности многих опасных метеорологических и гидрологических явлений на территории страны; аналогичные карты для федеральных округов России имеются в атласах [3; 4; 6]. Для Пермского края также созданы карты повторяемости и интенсивности некоторых видов ОГМЯ (сильной жары, сильных дождей и снегопадов, затоплений речных пойм) [23].

Множество карт повторяемости и интенсивности отдельных видов опасных явлений (торнадо, ураганов, засух, наводнений, землетрясений и др.) за разные временные периоды разработано государственными научными учреждениями в США: Геологической службой США (USGS) [42], Национальным управлением океанических и атмосферных исследований США (NOAA) [38], Департаментом сельского хозяйства США (USDA) [40].

В некоторых случаях для создания карт режимных характеристик ОЯ, помимо данных наблюдательной сети, используются другие источники информации. Интересен опыт Европейского агентства по окружающей среде (ЕЕА) по картографированию повторяемости опасных явлений на территории Европейского Союза [29]. На сайте и в отчетах Агентства [29; 33; 34] представлены карты, отображающие распределение числа случаев зафиксированных ЧС природного характера в Европе начиная с 1998 г. Большинство карт получено на основе сведений из базы данных международных стихийных бедствий (EM-DAT) Центра исследований эпидемиологии катастроф (CRED), расположенного в Бельгии. База EM-DAT содержит основные данные о более чем 18 тысячах катастроф и их последствиях, случившихся с 1900 г. по текущую дату. База формируется по данным из различных источников, таких как учреждения ООН, неправительственные организации, страховые компании, научно-исследовательские институты, средства массовой информации [27].

В ряде случаев для картографирования режимных характеристик опасных явлений могут использоваться данные дистанционного зондирования. Так, для создания ежедневных карт интенсивности града и гроз в ФБГУ НИЦ «Планета» применяется информация метеорологических спутников Meteosat-10, которую в дальнейшем можно использовать для оценки их пространственно-временного распределения [18]. Опыт применения данных ДЗЗ со спутников Terra/Aqua/MODIS в целях картографирования повторяемости затопления речных пойм и частоты возникновения природных пожаров описан в работах [2; 23].

При создании карт режимных характеристик ОГМЯ используют методы геоинформационного картографирования и математико-картографического моделирования в комбинации со статистическими методами [15; 16; 23].

Из наиболее известных способов картографического изображения, описанных в классических трудах по картографии [7; 8; 24], для отображения режимных характеристик опасных явлений на картах чаще всего применяются:

- количественный фон в сочетании с изолиниями и псевдоизолиниями;
- картограммы и картодиаграммы (при отображении повторяемости ОЯ по единицам административного деления);
- качественный фон (при дифференциации территории по частоте возникновения и интенсивности ОЯ);
- способ значков и шкал условных знаков при отображении интенсивности и экстремальных характеристик явлений.

Карты мест фиксации опасных явлений создаются как с использованием данных о пространственной и временной локализации явлений, зарегистрированных наблюдательной сетью, так и на основе информации, полученной другими способами (например, по данным ДЗЗ, от очевидцев событий, из средств массовой информации). Карты данной группы могут содержать либо оперативную информацию, либо архивные данные о зафиксированных за какой-либо промежуток времени явлениях. Карты мест фиксации случаев опасных явлений предоставляют сведения, которые в дальнейшем могут быть использованы для изучения повторяемости и других характеристик явлений, поэтому требуют регулярного обновления.

В качестве примера регулярно обновляемой карты мест фиксации опасных явлений можно привести интерактивную карту Европы (включая Европейскую территорию России) на сайте Европейской базы данных об опасных явлениях, нанесших социально-экономический ущерб – ESWD [30]. На ней в виде точечных объектов отображены места фиксации опасных метеорологических явлений: торнадо, сильных дождей и снегопадов, сильных ветров, гроз, крупного града и т.д.

Аналогичные оперативно обновляемые карты мест локализации опасных природных явлений представлены также на веб-ресурсах национальной системы мониторинга и прогноза стихийных бедствий США (NationalWeatherService), Внутренней системы пространственного управления чрезвычайными ситуациями (IGEMS), Департамента управления чрезвычайными ситуациями США (USDI) и Департамента сельского хозяйства США (USDA) [32; 41; 43].

Карты мест фиксации опасных природных явлений на территории России приводятся в атласах природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций [3-6], например, карты мест образования ледовых заторов и зажоров, участки схода селей и оползней и др. Известны аналогичные работы и на региональном уровне. Так, для территории Пермского края была создана карта мест возникновения ледовых заторов [14].

Места фиксации опасных явлений на картах могут отображаться различными способами, что зависит от масштаба создаваемой карты и площади территории, подвергшейся воздействию опасного явления. Так, значками обычно показывают опасные явления при мелкомасштабном картографировании либо таким же способом отображают пункты наблюдательной сети, отметившие явление и иные места, где зафиксировано ОЯ. Способом линейных знаков и знаков движения отображают опасные явления линейного распространения с указанием направления его распространения (например, шквалы, смерчи и др.). Ареалы используют для отображения опасных явлений, имеющих значительную площадь распространения в масштабе карты (например, карты зон затопления, карты распространения засух).

Карты ущерба, причиненного опасными явлениями, отражают количественные и качественные характеристики нанесенного ущерба. В качестве основного источника исходных данных для таких карт используют сведения, полученные в ходе проведения обследований районов, в которых наблюдались чрезвычайные ситуации. В России задача по обследованию территорий входит в полномочия Росгидромета и региональных УГМС и ЦГМС, вместе с ними в обследованиях могут принимать участие и другие заинтересованные организации [22].

Обычно на данных картах отображаются показатели экономического и экологического ущерба, а также сведения о количестве человеческих жертв. Отметим, что информация о нанесенном ущербе показывается по пострадавшим от воздействия ОЯ территориальным единицам (административно-территориального деления, лесничествам и т.п.), поскольку данные сведения используются для подсчета и компенсации ущерба. Российский опыт картографирования ущерба, причиненного различными видами опасных природных явлений, наиболее широко представлен в атласах ЧС: карты возможного ущерба при нагонных затоплениях, карты ущерба, нанесенного сходами селей и др. [3-6].

Известен ряд исследований, проведенных и на региональном уровне. Например, в работе [23] описан опыт картографирования влияния ветровалов и пожаров на лесные ресурсы Пермского края с оценкой потерь лесничеств от данных типов опасных явлений, произошедших в период с 2001 по 2013 г.

Аналогичные исследования проводятся и в зарубежных странах, в частности в США и странах Евросоюза. На картах отображаются такие характеристики, как число погибших и пострадавших людей, численность населения, проживающего в зоне воздействия ОЯ, суммарные убытки от воздействия ОЯ по территориям штатов США и стран, входящих в ЕС [29;38].

При отображении количественных характеристик причиненного опасными явлениями ущерба по единицам административно-территориального деления чаще всего используются способы картограмм и картодиаграмм; качественные характеристики ущерба отображают способом качественного фона.

Карты опасности, риска и вероятности возникновения чрезвычайных ситуаций, вызванных опасными природными явлениями, а также оценки возможного ущерба широко распространены, поскольку большинство исследований в области ОГМЯ посвящено оценке рисков их возникновения, возможного социально-экономического и экологического ущерба от них. Основное назначение картографических материалов, относящихся к данной группе, состоит в информационном сопровождении задач прогнозирования опасных явлений и возможных ЧС природного характера. Они активно используются компаниями при страховании объектов, находящихся в зонах повышенного риска возникновения опасных явлений. Стоит отметить, что карты данной группы чаще всего носят комплексный и синтетический характер и среди них широко распространены работы по районированию территорий.

Карты вероятности ЧС, вызванных ОГМЯ, для территории всей России и для федеральных округов представлены в атласах [3–6]. Это карты частоты проявления разных видов ОЯ, риска возникновения ЧС природного характера разного уровня (местного, регионального) и др.

Из региональных работ по картографированию опасности возникновения ОЯ и связанных с ними ЧС можно отметить исследования, проведенные для территории Иркутской и Томской областей [13; 20; 26]. Также известен ряд работ, в которых рассматривается влияние опасных гидрометеорологических явлений на отдельные отрасли экономики (сельское хозяйство, транспорт), и созданы соответствующие картографические произведения [10; 12].

За рубежом также накоплен значительный опыт картографирования риска возникновения опасных природных явлений. Работы в данном направлении ведутся в Европе, в частности, произведена оценка риска землетрясений, затопления пойм рек в пределах водосборов, затопления крупнейших городов и влияния на них сильной жары. Европейским агентством по окружающей среде разрабатываются прогнозные карты потенциального изменения интенсивности и частоты разных типов опасных явлений под воздействием глобального изменения климата [29].

В Соединенных Штатах активно ведутся работы по оценке рисков опасных явлений для территории страны. Известны карта риска возникновения землетрясений, созданная по данным Геологической службы; карта риска торнадо, полученная на основе данных Национального управления океанических и атмосферных исследований; карта вероятности возникновения ураганов, построенная по данным университета Майами. На основе интеграции данных перечисленных выше карт произведено районирование территории США по риску возникновения опасных природных явлений и его результат опубликован в виде карты [35].

При отображении риска возникновения опасных природных явлений чаще всего используются такие способы картографического изображения, как картограммы, количественный и качественный фон. Выбор способа зависит от типов характеристик, описывающих риск и вероятность явления или ЧС.

Другим критерием классификации карт опасных явлений является пространственный охват картографируемой территории. В зависимости от этого подходы к созданию карт могут различаться. Различия главным образом определяются содержанием исходной информации. Картографирование опасных природных явлений осуществляется на различных пространственно-иерархических уровнях: глобальном (мировом), уровне отдельных континентов или частей света (макрорегиональном), уровне отдельных стран (национальном), а также регионов внутри стран (региональном).

Картографирование распространения опасных природных явлений на глобальном уровне позволяет получать наглядную информацию о зонах, наиболее подверженных воздействию опасных природных явлений и ЧС природного характера, имеющих значительное экономическое, социальное,

экологическое воздействие на мировое сообщество. Такого рода информация может использоваться в целях международного (в том числе научного) сотрудничества в области прогнозирования, предупреждения стихийных бедствий и смягчения негативных последствий от них. Создание карт опасных природных явлений на глобальном уровне требует международного научного взаимодействия в плане обмена данными и методиками картографирования.

Если руководствоваться предыдущей классификацией карт, то большинство работ по картографированию опасных явлений на глобальном уровне посвящены отображению мест фиксации ОЯ и оценкам рисков их возникновения. Ряд таких карт представлен в научных трудах европейских исследователей [31; 36; 37]. Так, на общей карте мировых природных опасностей страховой компании MunichRe [37], выполненной европейскими геофизиками, отображено пространственно-временное распределение землетрясений, вулканических опасностей, тропических циклонов, цунами, многих опасных метеорологических явлений и выделены зоны их разной интенсивности. В статье [31] представлен ряд карт, отображающих результаты оценки уровня уязвимости различных стран для опасных явлений с точки зрения общего воздействия на страну и отдельно на экономику и общество. Работа [36] посвящена глобальному картографированию опасностей и рисков возникновения стихийных бедствий. В частности, проведена классификация стран мира на основе расчета индекса DRI (DisasterRiskIndex), определяющего риск смерти в зависимости от физического воздействия ОЯ, а также – индекса WRI (WorldRiskIndex), указывающего вероятность того, что страна или регион будут затронуты стихийным бедствием. При его расчете учитываются следующие виды опасных природных явлений: наводнения, ураганы, землетрясения, засухи и повышение уровня моря.

Результаты исследований опасных явлений, полученные коллективом авторов из Китая, США и Германии, отражены в Мировом атласе рисков стихийных бедствий [44]. В нем представлены основные районы распространения в мире разных видов природных опасностей, а также характеристики рисков их возникновения и причиненного ущерба по странам мира. Помимо картографических материалов в атласе описаны методические основы создания представленных карт.

Картографирование распространения опасных природных явлений на макрорегиональном и национальном уровнях. Исходя из анализа научных работ и картографических материалов, можно заключить, что пространственно-временное распределение опасных явлений чаще всего изучается именно в масштабах отдельных стран и их групп. Это главным образом связано с большим, чем на других пространственно-иерархических уровнях, количеством исходной информации для картографирования ОЯ.

Примеры карт распределения опасных природных явлений по территории России представлены в Национальном атласе России (т. 2) [19], а также в «Атласе природных и техногенных чрезвычайных ситуаций в Российской Федерации» [3]. Опыт картографирования ЧС, вызванных опасными природными явлениями, на территории России описан в работе [10].

Анализ зарубежных картографических материалов позволяет сделать вывод о том, что на макрорегиональном и национальном уровнях созданию карт пространственно-временного распределения ОГМЯ наибольшее внимание уделяется в США, странах Европы и в Австралии [33-35; 38-40; 42].

Карты распространения опасных природных явлений на региональном уровне. Количество картографических материалов по тематике ОГМЯ на региональном уровне сравнительно невелико, так как пространственный анализ режимных характеристик опасных явлений на региональном уровне представляет определенные сложности по нескольким причинам. Во-первых, ОГМЯ сами по себе являются событиями редкой повторяемости, и часто массив данных о зафиксированных случаях недостаточен для обнаружения каких-либо закономерностей их пространственного распределения. Во-вторых, при средне- и крупномасштабном картографировании опасных явлений необходимо учитывать местные природно-климатические условия. Наряду с этим следует отметить недостаточный объем однородных данных и пропуск многих случаев опасных явлений существующей наблюдательной сетью. Последняя проблема особенно характерна для территории России.

Несмотря на перечисленные проблемы в России известно несколько работ по картографированию ОГМЯ на региональном уровне. Так, ряд карт климатических и гидрологических характеристик ОЯ для территории Иркутской области представлен в атласе «Иркутская область: экологические условия развития» [13], также пространственно-временные закономерности проявления опасных природных

явлений изучались на территории Астраханской области [17]. С точки зрения экологического влияния на человека рассмотрены повторяемость и пространственное распределение опасных явлений для Новосибирской области [9].

Изучение зарубежных работ, связанных с картографированием ОГМЯ, показало, что исследований в данном направлении на региональном уровне известно немного. Среди них можно привести пример работ по изучению пространственного распределения случаев смерчей Оклахома и Техас [28].

Еще одним важным направлением в изучении ОЯ является атласное картографирование. Как известно, атлас – это система карт, концентрирующая знания и представления о местности и жизни общества в рамках определенной темы [25]. Атласы опасных природных явлений и вызванных ими ЧС позволяют представить целостную характеристику подверженности территории их воздействию. В России имеется опыт создания таких атласов только на национальном уровне [3] и для отдельных федеральных округов [4-6].

Заключение

Исходя из всего изложенного можно сделать следующие выводы:

1. Разнообразие характеристик опасных гидрометеорологических явлений, которые могут быть отображены на картах, и используемых для этого способов картографической визуализации вызывает необходимость классифицировать все картографические произведения по данной тематике. Выделены следующие типы карт ОГМЯ: карты режимных характеристик явлений; карты мест фиксации явлений; карты характеристик ущерба, связанного с ОГМЯ; карты опасности, риска и вероятности возникновения ЧС, вызываемых ОГМЯ.

2. Карты опасных гидрометеорологических явлений создаются на глобальном, макрорегиональном, национальном и региональном уровнях. В большинстве случаев пространственно-временное распределение опасных явлений изучается в масштабах отдельных стран и их групп, что обусловлено большей доступностью исходной информации.

3. Картографирование характеристик ОГМЯ на региональном уровне представляет определенные сложности по ряду причин. Во-первых, ОГМЯ сами по себе являются событиями редкой повторяемости, и часто массив данных о зафиксированных случаях недостаточен для обнаружения каких-либо закономерностей их пространственного распределения. Во-вторых, при средне- и крупномасштабном картографировании необходимо учитывать свойства подстилающей поверхности, которые могут влиять на распределение опасных явлений. К ним относятся особенности рельефа, а также наличие крупных водоемов и городских агломераций. В-третьих, многие случаи опасных явлений пропускаются существующей наблюдательной сетью ввиду ее низкой плотности. По этой же причине на региональном уровне часто невозможно создать однородные многолетние ряды наблюдений за ОГМЯ.

Библиографический список

1. Андреева Е.С. Концепция вероятностно-географического прогнозирования опасных явлений погоды юга России: автореф. дис. ... докт. геогр. наук. СПб., 2008. 45 с.
2. Архипкин О.П., Спивак Л.Ф., Сагатдинова Г.Н. Районирование по степени опасности паводков и пожаров территории некоторых областей Казахстана по многолетним рядам данных ДЗЗ // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2009. Т 6. № 2. С. 487–496.
3. Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций в Российской Федерации / под общ. ред. С.К. Шойгу. М.: Дизайн. Информация. Картография, 2005. 269 с.
4. Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций: Российская федерация. Дальневосточный федеральный округ / под общ.ред. С.К. Шойгу. М.: Дизайн. Информация. Картография, 2007. 324 с.
5. Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций: Российская Федерация. Приволжский федеральный округ / под общ.ред. С.К. Шойгу. М.: Дизайн. Информация. Картография, 2008. 323 с.
6. Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций: Российская Федерация. Сибирский федеральный округ / под общ.ред. С.К. Шойгу. М.: Дизайн. Информация. Картография, 2009. 382 с.
7. Берлянт А.М., Востокова А.В., Кравцова В.И. и др. Картоведение / под ред. А.М. Берлянта. М.: Аспект Пресс, 2003. 477 с.

8. Берлянт А.М. Картография. М.: Аспект Пресс, 2002. 336 с.
9. Воронина Л.В. Экологический аспект опасных погодных явлений // Итерэкспо Гео-Сибирь. Дистанционные методы зондирования земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология. 2010. Т.4. Ч.2. С. 75–79.
10. Гаврилова С.А. Картографирование природных чрезвычайных ситуаций на территории России: автореф. дис. ... канд. геогр. наук. М., 2013. 27 с.
11. Галушкин И.В. Основы составления карт природной опасности: автореф. ... дис. канд. геол.-минер. наук. М., 2010. 26 с.
12. Глушко А.Я. Земельный фонд юга европейской части России под воздействием опасных природных процессов (явлений): автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Нальчик, 2010. 46 с.
13. Иркутская область: экологические условия развития. Атлас / под ред. В.В. Воробьева. М.; Иркутск, 2004. 92 с.
14. Калинин В.Г. Исследование распространения заторов льда и их повторяемости на реках водосбора Воткинского водохранилища // Метеорология и гидрология. 2008. № 12. С. 96–101.
15. Калинин В.Г., Пьянков С.В. Гидрологическая геоинформационная система «Бассейн Воткинского водохранилища» // Метеорология и гидрология. 2002. №5. С. 95–100.
16. Калинин В.Г., Пьянков С.В. Использование гидрографических характеристик рек и их бассейнов в гидрологических расчетах // Метеорология и гидрология. 2002. №11. С. 75–80.
17. Колчин Е.А. Геоэкологический анализ опасных природных явлений на территории Астраханской области: автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Астрахань, 2010. 24 с.
18. Научно-исследовательский центр космической гидрометеорологии «Планета». [Электронный ресурс] URL: <http://planet.rssi.ru/index1.html> (дата обращения: 27.02.2016).
19. Национальный атлас России. Т.2. Природа и экология / под ред. А.В. Бородко. М.: Роскартография, 2007. 495 с.
20. Невидимова О.Г., Янкович Е.П. Использование ГИС-технологий в региональном анализе природно-климатических опасностей (на примере Томской области) // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2009. Т.17. №12. С. 305–309.
21. Панфутова Ю.А. Опасные метеорологические явления на равнинной территории России и риски, создаваемые ими: автореф. дис. ... канд. геогр. наук. СПб., 2008. 21 с.
22. Природные опасности России / под общ. ред. В.И. Осипова, С.К. Шойгу. М.: Крук, 2000. Т.1–6.
23. Пьянков С.В., Шихов А.Н. Опасные гидрометеорологические явления: режим, мониторинг, прогноз / Перм. гос. ун-т. Пермь: Изд-во ООО «Раритет-Пермь», 2014. 296 с.
24. Салищев К.А. Картоведение. М.: Изд-во МГУ, 1990. 400 с.
25. Сваткова Т.Г. Атласная картография. М.: Аспект Пресс, 2002. 203 с.
26. Слуцкий В.И., Новикова Т.В. Непрерывная продолжительность бурных ветров на территории Томской области. Томск, 1976. Деп. в ВИНТИИ17.05.76. № 1830. 76 с.
27. EM-DAT – The International Disaster Database, Centre for Research on the Epidemiology of Disasters – CRED. [Электронный ресурс] URL: <http://www.emdat.be> (дата обращения: 24.02.2016).
28. Eric M. Hout, May Yuan, John McIntosh, and Chris Weaver Spatial analysis of tornado vulnerability trends in Oklahoma and Northern Texas, 2010. 14 p. [Электронный ресурс] URL: <http://www.caps.ou.edu/reu/reu10/papers/Hout.pdf> (дата обращения: 21.02.2016).
29. European Environment Agency. [Электронный ресурс] URL: <http://www.eea.europa.eu> (дата обращения: 24.02.2016).
30. European Severe Weather Database. [Электронный ресурс] URL: <http://essl.org/cgi-bin/eswd/eswd.cgi> (дата обращения: 22.02.2016).
31. Gilles André Natural hazard mapping across the world. A comparative study between a social approach and an economic approach to vulnerability // Environment, Nature, Paysage, 2012. [Электронный ресурс] URL: <http://cybergeog.revues.org/25297> (дата обращения: 22.02.2016).
32. Interior Geospatial Emergency Management System (IGEMS). [Электронный ресурс] URL: <http://igems.doi.gov> (дата обращения: 24.03.2016).
33. Mapping the impacts of natural hazards and technological accidents in Europe An overview of the last decade, EEA, Copenhagen, 2010 Environmental issue report №13/2010. 146 p.
34. Mapping the impacts of recent natural disasters and technological accidents in Europe, EEA, Copenhagen, 2003 Environmental issue report №35. 54 p.

35. Maps: US Natural Disaster Risk, Population Density and Nuclear Facilities. [Электронный ресурс] URL: <http://www.crisishq.com/why-prepare/us-natural-disaster-map/> (дата обращения: 24.03.2016).
36. Mirianna E.A. Budimir, Peter M. Atkinson and Hugh G. Lewis Global Multiple Hazard and Risk mapping // State-of-the-art in Risk Mapping, Foresight, Government Office for Science, 2010 P. 49-58.
37. MUNICH RE: NATHAN – world map of natural hazards. [Электронный ресурс] URL: https://www.munichre.com/site/corporate/get/documents/mr/assetpool.shared/Documents/0_Corporate%20Website/_Publications/302-05972_en.pdf (дата обращения: 22.02.2016).
38. National Oceanic and Atmospheric Administration. [Электронный ресурс] URL: <http://www.noaa.gov> (дата обращения: 22.02.2016).
39. Natural Hazards in Australia Identifying Risk Analysis Requirements Miriam H. Middelmann (Editor) Geoscience Australia, Canberra, 2007. 206 p.
40. United States Department of Agriculture. [Электронный ресурс] URL: <http://www.usda.gov> (дата обращения: 24.02.2016).
41. United States Drought Monitor. [Электронный ресурс] URL: <http://droughtmonitor.unl.edu/MapsAndData/MapsandDataServices/MapService.aspx> (дата обращения: 23.02.2016).
42. United States Geological Survey. [Электронный ресурс] URL: <http://www.usgs.gov> (дата обращения: 24.02.2016).
43. USA National Weather Service. [Электронный ресурс] URL: <http://water.weather.gov> (дата обращения: 24.02.2016).
44. World Atlas of Natural Disaster Risk / Editors in Chief Peijun Shi, Roger Kaspersen, Springer-Verlag Berlin Heidelberg and Beijing Normal University Press, 2015, 381 p.

References

1. Andreeva E.S. (2008), “The concept of probabilistic-geographical forecasting dangerous phenomena of weather in the south of Russia”, Abstract of D. Sc. dissertation, Meteorology, climatology, agricultural meteorology, Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia.
2. Arkhipkin O.P., Spivak L.F. and Sagatdinova G.N. (2009), “Zoning on the degree of floods and fires risk of some areas of Kazakhstan based on multi-year series remote sensing data”, *Current problems in remote sensing of the Earth from space*, vol. 6, no. 2. pp. 487–496.
3. Shojgu S.K. (ed.) (2005), *Atlas prirodnykh i tekhnogennykh opasnostej i riskov chrezvychajnykh situacij v Rossijskoj Federacii* [Atlas of natural and technogenic hazards and risks of emergency situations in the Russian Federation], Dizajn. Informaciya. Kartografiya, Moscow, Russia.
4. Shojgu S.K. (ed.) (2007), *Atlas prirodnykh i tekhnogennykh opasnostej i riskov chrezvychajnykh situacij Dal'nevostochnogo federal'nogo okruga* [Atlas of natural and technogenic hazards and risks of emergency situations in the Far Eastern Federal District], Dizajn. Informaciya. Kartografiya, Moscow, Russia.
5. Shojgu S.K. (ed.) (2011), *Atlas prirodnykh i tekhnogennykh opasnostej i riskov chrezvychajnykh situacij Privolzhskogo federal'nogo okruga* [Atlas of natural and technogenic hazards and risks of emergency situations in the Volga Federal District], Dizajn. Informaciya. Kartografiya, Moscow, Russia.
6. Shojgu S.K. (ed.) (2009), *Atlas prirodnykh i tekhnogennykh opasnostej i riskov chrezvychajnykh situatsij Sibirskogo federal'nogo okruga* [Atlas of natural and technogenic hazards and risks of emergency situations in the Siberian Federal District], Dizajn. Informaciya. Kartografiya, Moscow, Russia.
7. Berlyant A.M., Vostokova A.V., Kravcova V.I. et al. (2003), *Kartovedenie: Uchebnik dlya vuzov* [Cartography: Textbook for Higher Educational Institutions] in Berlyant A.M. (ed.), Aspekt Press, Moscow, Russia.
8. Berlyant A.M. (2002), *Kartografiya* [Cartography], Aspekt Press, Moscow, Russia.
9. Voronina L.V. (2010), “Ecological aspect of dangerous weather phenomena”, *Interesko Geo-Sibir'-2010, T.4. Distancionnye metody zondirovaniya zemli i fotogrammetriya, monitoring okruzhayushhej sredy, geoekologiya, ch.2* [GEO-Siberia-2010, Vol.4. Earth remote sensing and photogrammetry, environmental monitoring and geocology, Part 2], VIth International exhibition and scientific congress “Interexpo GEO-Siberia-2010”, Novosibirsk, Russia, 2010, pp. 75–79.
10. Gavrilova S.A. (2013), “Mapping of natural emergency situations in the territory of Russia”, Abstract of Ph. D. dissertation, Cartography, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia.

11. Galushkin I.V. (2010), "Basics of natural hazards mapping (by the example of Mountainous Ossetia)", Abstract of Ph.D. dissertation, Geoecology, Institute of Mineralogy, Geochemistry and Crystal Chemistry of Rare Elements, Moscow, Russia.
12. Glushko A.Ya. (2010), "Land fund of the south of the European Russia under the influence of dangerous natural processes (phenomena)", Abstract of Ph.D. dissertation, Physical geography and biogeography, geography of soils and landscape geochemistry, Mountain Geophysical Institute, Nalchik, Russia.
13. Vorobiev V.V. (ed.) (2004), *Irkutskaya oblast': ekologicheskie usloviya razvitiya. Atlas* [Irkutsk Region: ecological conditions of development. Atlas], Moscow, Irkutsk, Russia.
14. Kalinin V.G. (2008), "Study of the distribution of ice jams and their frequency on the rivers of the basin of Votkinsk water storage reservoir", *Meteorologiya i Gidrologiya*, no. 12, pp. 96–101.
15. Kalinin V.G. and P'yankov S.V. (2002), "Hydrological geoinformation system "Basin of Votkinsk reservoir", *Meteorologiya i Gidrologiya*, no. 5, pp. 95–100.
16. Kalinin V.G. and P'yankov S.V. (2002), "Use of hydrographic characteristics of rivers and their basins in hydrological calculations", *Meteorologiya i Gidrologiya*, no. 11, pp. 75–80.
17. Kolchin E.A. (2010), "Geoecological analysis of natural hazards in the Astrakhan region", Abstract of Ph. D. dissertation, Geoecology, Astrakhan State University, Astrakhan, Russia.
18. Research Center of Space Hydrometeorology "Planeta" (2016), available at: <http://planet.rssi.ru/index1.html> (Accessed 27 February 2016).
19. Borodko A.V. (ed.) (2007), *Nacional'nyj atlas Rossii. T. 2. Priroda i ekologiya* [National Atlas of Russia. Vol. 2. Nature. Ecology], Roskartografiya, Moscow, Russia.
20. Nevidimova O.G. and Yankovich E.P. (2009), "Using GIS in a regional analysis of natural-climatic risks (for example, Tomsk region)", *Gornyy informacionno-analiticheskij byulleten' (Nauchno-tekhnicheskij zhurnal)*, no. 12, vol.17, pp. 305–309.
21. Panfutova Yu.A. (2008), "Meteorological hazards on the flat territory of Russia and the risks created by them", Abstract of Ph. D. dissertation, Meteorology, climatology, agricultural meteorology, Voeikov Main Geophysical Observatory, St. Petersburg, Russia.
22. Osipov V.I. and Shojgu S.K. (ed.) (2000), *Prirodnye opasnosti Rossii. T. 1-6* [Natural hazards of Russia. Vol. 1-6], Kruk, Moscow, Russia.
23. P'yankov S.V. and Shikhov A.N. (2014), *Opasnye gidrometeorologicheskie yavleniya: rezhim, monitoring, prognoz* [The hazardous hydrometeorological phenomena: regime, monitoring and forecasting], Raritet-Perm', Perm, Russia.
24. Salishhev K.A. (1990), *Kartovedenie* [Cartography], 3rd ed., Moscow State University, Moscow, USSR.
25. Svatkova T.G. (2002), *Atlasnaya kartografiya* [Atlas cartography], Aspekt Press, Moscow, Russia.
26. Slucky V.I. and Novikova T.V. (1976), *Nepreryvnaya prodolzhitel'nost' burnykh vetrov na territorii Tomskoj oblasti* [Continuous duration of stormy winds in the territory of the Tomsk region], Tomsk, USSR.
27. EM-DAT - The International Disaster Database, Centre for Research on the Epidemiology of Disasters – CRED (2016), available at: <http://www.emdat.be> (Accessed 24 February 2016).
28. Eric M. Hout, Yuan M., McIntosh J. and Weaver C. (2010), *Spatial analysis of tornado vulnerability trends in Oklahoma and Northern Texas*, [Online], available at: <http://www.caps.ou.edu/reu/reu10/papers/Hout.pdf> (Accessed 21 February 2016).
29. European Environment Agency (2016), available at: <http://www.eea.europa.eu> (Accessed 24 February 2016).
30. European Severe Weather Database (2016), available at: <http://essl.org/cgi-bin/eswd/eswd.cgi> (Accessed 22 February 2016).
31. Gilles A. (2012), "Natural hazard mapping across the world. A comparative study between a social approach and an economic approach to vulnerability", *Environment, Nature, Paysage* [Online], available at: <http://cybergeog.revues.org/25297> (Accessed 22 February 2016).
32. *Interior Geospatial Emergency Management System (IGEMS)* (2016), available at: <http://igems.doi.gov> (Accessed 24 March 2016).
33. European Environment Agency (EEA) (2010), *Mapping the impacts of natural hazards and technological accidents in Europe. An overview of the last decade*, no.13, EEA, Copenhagen, Denmark.
34. European Environment Agency (EEA) (2003), *Mapping the impacts of recent natural disasters and technological accidents in Europe*, no.35, EEA, Copenhagen, Denmark.

35. *Maps: US Natural Disaster Risk, Population Density and Nuclear Facilities* (2016), available at: <http://www.crisishq.com/why-prepare/us-natural-disaster-map/> (Accessed 24 March 2016).
36. Budimir M.E.A, Atkinson P.M. and Lewis H.G. (2010), "Global Multiple Hazard and Risk mapping", *State-of-the-Art in Risk Mapping, Foresight, Government Office for Science*, pp. 49–58.
37. *MUNICH RE: NATHAN - world map of natural hazards* (2016), available at: https://www.munichre.com/site/corporate/get/documents/mr/assetpool.shared/Documents/0_Corporate%20Website/_Publications/302-05972_en.pdf (Accessed 22 February 2016).
38. *National Oceanic and Atmospheric Administration* (2016), available at: <http://www.noaa.gov> (Accessed 22 February 2016).
39. Middelmann M.H. (ed.) (2007), *Natural Hazards in Australia Identifying Risk Analysis Requirements*, Geoscience Australia, Canberra, Australia.
40. *United States Department of Agriculture* (2016), available at: <http://www.usda.gov> (Accessed 24 February 2016).
41. *United States Drought Monitor* (2016), available at: <http://droughtmonitor.unl.edu/MapsAndData/MapsandDataServices/MapService.aspx> (Accessed 23 February 2016).
42. *United States Geological Survey* (2016), available at: <http://www.usgs.gov> (Accessed 24 February 2016).
43. *USA National Weather Service* (2016), available at: <http://water.weather.gov> (Accessed 24 February 2016).
44. Shi P., Kaspersen R. (ed.) (2015), *World Atlas of Natural Disaster Risk*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg and Beijing Normal University Press, Germany and China.

Поступила в редакцию: 04.04.2016

Сведения об авторе

Абдуллин Ринат Камилевич

аспирант кафедры картографии и геоинформатики Пермского государственного национального исследовательского университета; Россия, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15; e-mail: rinaha-26@mail.ru

About the author

Rinat K. Abdullin

Postgraduate Student, Department of Cartography and Geoinformatics, Perm State University; 15, Bukireva Str., Perm, 614990, Russia; e-mail: rinaha-26@mail.ru

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:

Абдуллин Р.К. Современное состояние картографирования опасных гидрометеорологических явлений // Географический вестник = Geographical bulletin. 2016. № 3(38). С. 151–160. doi 10.17072/2079-7877-2016-3-151-160.

Please cite this article in English as:

Abdullin R.K. The current state of mapping hydrometeorological hazards // Geographical bulletin. 2016. № 3(38). P. 151–160. doi 10.17072/2079-7877-2016-3-151-160

УДК 556.51:528.8

А.В. Кутузов

ОПЕРАТИВНЫЙ СПУТНИКОВЫЙ МОНИТОРИНГ СКОПЛЕНИЙ ПЛАНКТОННЫХ ВОДОРОСЛЕЙ И КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ИХ ПЛОТНОСТИ

Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, пос. Борок

Представлены результаты успешной количественной оценки биомассы фитопланктона («цветение» воды) на основе данных оперативной спутниковой съёмки – спутники AQUA/TERRA (MODIS) для наземных служб мониторинга. Данные нового спутника LANDSAT-8 (OLI), с более высоким пространственным разрешением (до 15–30 м/пиксель), использовались как вспомогательные

при организации оперативных подспутниковых (судовых) измерений показателей качества воды. Исследования проводились на Ладожском и Псковско-Чудском озерах и в восточной части Финского залива. При разработке и апробации алгоритма оперативного определения фитопланктона использовались также архивные материалы спутниковой и подспутниковых измерений. По результатам обработки имеющихся данных показан высокий уровень корреляции спутниковых данных высокого и низкого пространственного разрешения, что дает возможность использовать последние в суточном мониторинге фитопланктона. Разработанные предложения по системе оперативного дистанционного мониторинга позволяют значительно снизить необходимость трудоёмких контактных (судовых) измерений в допустимых погодных условиях для спутниковой фотосъёмки. Содержатся предложения по расширению использования высокотехнологичных продуктов отечественной и европейской космической отраслей.

Ключевые слова: количественная оценка, фитопланктон, ДЗЗ, ГИС, Landsat, Modis, дистанционное зондирование.

A.V. Kutuzov

OPERATIONAL SATELLITE MONITORING OF PLANKTON ALGAE ACCUMULATION AND QUANTITATIVE ESTIMATION OF THEIR DENSITY

I.D. Papanin Institute for biology of inland waters RAS, 152742, Borok

The results of the successful quantification of phytoplankton biomass ("blooming" of water) are presented, that being performed on the basis of operational satellite imagery - satellites AQUA / TERRA (MODIS), in the interests of land monitoring services. The images from the new satellite – LANDSAT-8 (OLI), with a higher spatial resolution (up to 15–30 m/pixel) than MODIS – were used additionally for taking operational shipboard measurements. Studies were carried out in the course of the project to build the system of operational environmental monitoring of Ladoga and Chudskoe (Peipsi) lakes and of the eastern part of Gulf of Finland, together with the Institute of Limnology RAS (St. Petersburg). Archive satellite and ground truth data were used for development and approbation of the algorithm of operational phytoplankton monitoring. Ground truth data from 61 stations of perennial monitoring were used in this work. Processing of the data available shows a high correlation between the satellite data of high and low resolution, which allows one to use the latter in daily monitoring of phytoplankton. The proposals developed for the operational remote monitoring system can significantly reduce the need for labor-intensive contact (ship) measurements under the acceptable weather conditions for satellite monitoring. The article contains proposals to increase the use of high-tech products of domestic and European space industry.

Keywords: quantitative estimation, phytoplankton, RSD, GIS, Landsat, Modis, remote sensing.

doi 10.17072/2079-7877-2016-3-160-168

Введение

Планктонные водоросли, вызывающие «цветение» воды и влияющие на её качество, особенно бурно развиваются вблизи берегов крупных водоёмов, где есть стоки вод, вызывающие повышенную эвтрофикацию водоёма. Фитопланктон оказывает непосредственное воздействие на качество питьевой воды: взвесь, цветность, токсичность; а при значительном развитии биомассы вызывает заморы рыб, нарушение работы очистных сооружений, загрязнение побережий и пляжей. Показатели количественного развития фитопланктона широко используются при определении трофического статуса водоемов и для принятия решений по экологической реабилитации водоёмов [11; 7]. Вместе с тем получение данных по состоянию фитопланктонного сообщества, а тем более актуальных данных – весьма трудоёмкий и затратный процесс.

Современные спутниковые снимки позволяют дистанционно осуществлять мониторинг на качественно ином уровне, дополняя и даже частично заменяя непосредственные полевые исследования. Таким образом, спутниковые данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) обеспечивают полномасштабный и оперативный мониторинг состояния крупных водоёмов, а также распределение фитопланктона по всей акватории [5; 13]. Теоретические основы подобных исследований, их методические решения активно разрабатывались начиная с 80-х гг. XX в. [1; 3; 8; 12]. В последние годы эти наработки успешно применяются для глобального мониторинга продуктивности океана [2; 6], однако подавляющее большинство этих разработок относится к

качественной оценке обилия фитопланктона и его пространственному распределению: в масштабах целых океанов и более масштабном уровне – зоны фитопланктонной продуктивности полушарий Земли (т.е. для территорий более 1 млн км²).

Цель настоящего исследования – разработка и апробирование алгоритма оперативного мониторинга масштабных скоплений планктонных водорослей – «фитопланктонных облаков» и методов количественной оценки их плотности на основе данных спутниковой съёмки. В ходе реализации проекта были решены следующие задачи.

1. Определены оптимальные характеристики спутниковых данных для оперативного обнаружения фитопланктона (свободно распространяемые). Были использованы снимки аппаратуры MODIS (спутники AQUA/TERRA) для оперативного мониторинга: не менее чем 1 снимок/сутки; аппаратуры OLI (спутник LANDSAT-8) – дополнительно и для апробации метода количественной оценки биомассы фитопланктона.

2. Разработан и обоснован метод получения количественных данных о плотности и распределении масс планктонных водорослей.

3. Определен алгоритм выбора оптимальных дат и участков подспутниковых измерений (т.е. синхронизированных со спутниковой съёмкой) с учётом сроков прохождения спутников над местом съёмки. Отработаны схема оперативного взаимодействия групп спутникового и подспутникового мониторинга, алгоритм передачи информации: по распределению и биомассе фитопланктона, по фронтам плотной облачности.

Материалы и методы исследования

В настоящем исследовании использованы данные подспутниковых (судовых) измерений концентрации фитопланктона на 39 станциях многолетних наблюдений оз. Ладога; 16 – на Псковском и Чудском озерах и 6 – в Финском заливе (восточная часть).

Для отобранных проб воды (ИНОЗ РАН) проводились стандартные гидробиологические описания и количественные измерения: станция; дата; горизонт; температура; взвешенные вещества, видимость белого диска. В лабораторных исследованиях определялись массовые виды фитопланктона в пробе воды (более 10% общей биомассы), количество хлорофилла «а», отмечались массовость отдельных видов – от 1 до 4 доминантных групп.

Самые распространённые массовые виды планктонных водорослей исследуемых водоёмов относятся к эврибионтной группе – криптофитовые водоросли (криптомонады) (табл. 1). Внутри этой группы определение видов не проводилось.

Таблица 1

Массовые виды планктонных водорослей, более 10% общей биомассы, в исследуемых водоёмах

Группа	Виды
Синезеленые водоросли – Cyanophyta	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> (L.) Rafls.
	<i>Woronichinia naegeliana</i> (Unger) Elenk.
Диатомовые водоросли – Bacillariophyta	<i>Aulacosira islandica</i> O. Müll.
	<i>Asterionella formosa</i> Hass.
	<i>Diatoma tenue</i> Ag.
	<i>Thalassiosira baltica</i> (Grun.) Ost.
	<i>Tabellaria fenestrata</i> (Lyngb.) Kütz.
	<i>Skeletonema subsalsum</i> (A. Cl.) Bethge
Криптофитовые водоросли – Cryptophyta	<i>Cryptophyta</i> sp.
Золотистые водоросли – Chrysophyta	<i>Dinobryon divergens</i> Imh.
Динофитовые водоросли – Dinophyta	<i>Gymnodinium fuscum</i> (Ehr.) Stein
Желто-зеленые водоросли – Xanthophyta	<i>Tribonema affine</i> West

Материалы спутниковой съёмки (ДЗЗ) низкого пространственного разрешения, полученные со спутников AQUA и TERRA (мультиспектральная аппаратура MODIS), обрабатывались на основе оценки отношения λ_1/λ_2 сигналов для длин волн $\lambda_1 \approx 440 \dots 490$ нм и $\lambda_2 \approx 520 \dots 560$ нм – «Индекс цвета» воды. Это связано с тем, что первый диапазон соответствует максимуму показателя поглощения хлорофилла «а», второй – его минимуму. Также хлорофилл «а» фитопланктона поглощает излучение в красной (около 675 нм) зоне спектра [1; 3; 8; 9].

Данные спектрорадиометра MODIS используются для оперативного мониторинга (до 4 раз в сутки), а данные спектрорадиометра OLI – для детального сопоставления с результатами подспутниковых измерений и как дополнительный источник данных. После проведения тематической обработки все полученные результаты, включая судовые измерения, экспортировались в единый ГИС проект «Планктон», в котором проходил дальнейший анализ совмещённых подспутниковых и спутниковых данных (рис. 1).

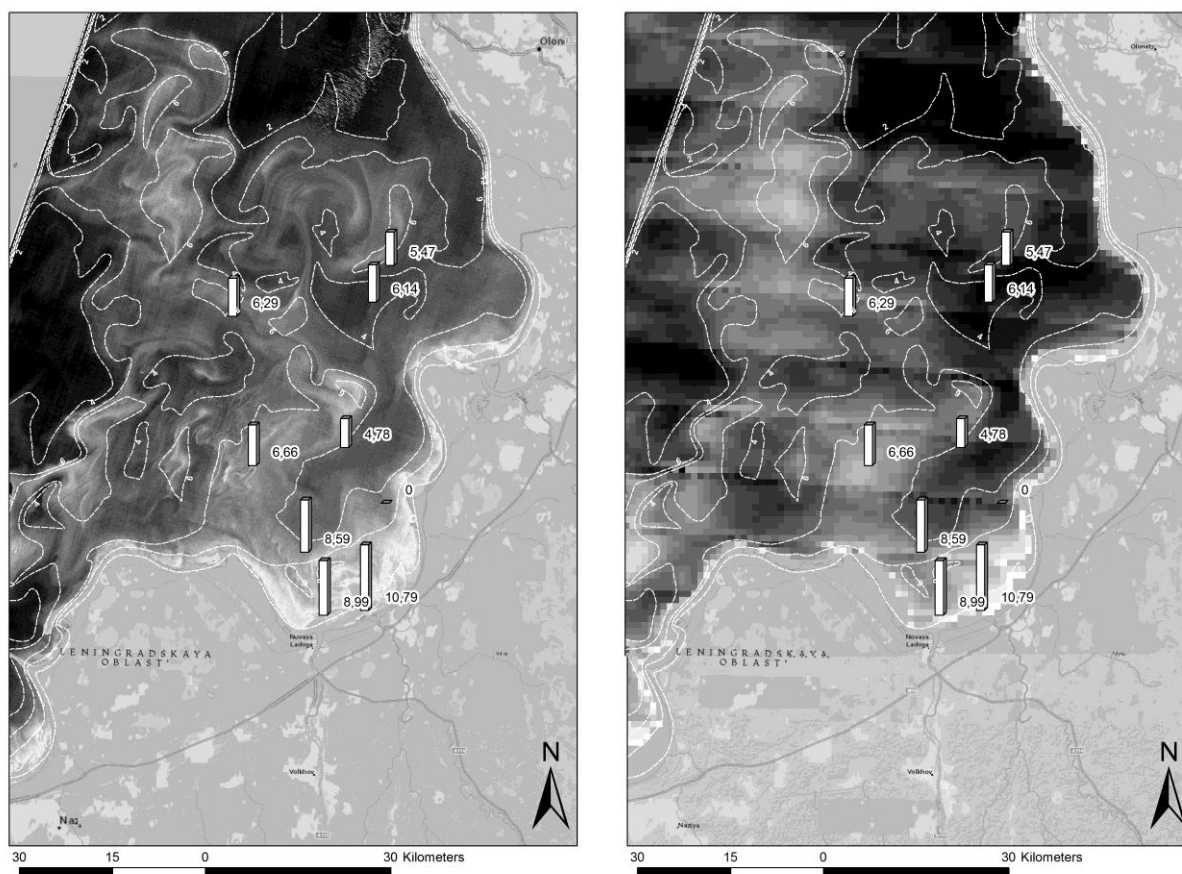


Рис. 1. Участок Ладожского озера, обследованный 4 августа 2013 г. (ГИС проект «Планктон»): слева – снимок спутника LANDSAT-8, справа – спутников AQUA / TERRA (подложка базовая топографическая карта). Столбчатые диаграммы и числа – концентрация фитопланктона по данным подспутниковых измерений. Распределение фитопланктона и количественные показатели (столбчатая диаграмма).

Шкала индекса цвета: минимум – 0 максимум – 255



Расчёт коэффициента корреляции между полученным индексом цвета и данными судовых измерений проводился в стандартном математическом пакете LibreOffice Calc (также MSOffice Excel) (табл. 2, 3).

В ходе экспериментов по совмещённым измерениям (спутниковые и судовые) на судно оперативно передавались следующие данные: координаты, дата и время рекомендуемых промеров; качественная оценка биомассы, репрезентативность пробы (однородность распределения в диапазоне 30–1000 м для разных спутников от точки взятия пробы).

Результаты и их обсуждение

По концентрации хлорофилла «а» (3–12 мг/м³) рассматриваемые озёра могут быть отнесены к мезотрофным водоёмам [4].

Для Ладожского озера, при сопоставлении данных спутников AQUA/TERRA (MODIS) и LANDSAT-8 (OLI), получено принципиальное совпадение контуров «облаков» фитопланктона для обработанных данных ДЗЗ различного пространственного разрешения (1000м/пиксель MODIS и 30м/пиксель OLI) (рис. 1). При огрублении снимков LANDSAT-8 до 1000 м/пиксель степень

совпадения этих контуров значительно возрастает. На рис. 1 показаны контуры автоматической векторизации (обрисовки) областей с разным уровнем концентрации хлорофилла «а» для огрублённого снимка LANDSAT-8. Количественные показатели для хлорофилла «а» в диаграммах приведены по данным пробы воды (судовые измерения).

Результаты обработки данных ДЗЗ Ладожского озера (спутники Aqua/Terra и Landsat-8) были ранжированы по возрастанию концентрации хлорофилла «а» (табл. 2). Значения яркости – относительные величины, так как абсолютные значения в каждом независимом наборе данных могут оказываться совершенно несопоставимыми и без специальной радиометрической калибровки и преобразований они не несут непосредственного физического смысла. Общий ход (градиент) измеренных величин концентрации хлорофилла «а» и полученных значений индекса цвета хорошо совпадает – высокий уровень корреляции.

Таблица 2

Результаты обработки снимков (MODIS) и натурные измерения по данным Ладожской экспедиции

№ станции	Chl-a, мг/м ³	Индекс цвета	Корреляция
<u>4</u>	<u>4,78</u>	<u>63</u>	0,876
2	5,47	31	
<u>1</u>	<u>6,14</u>	<u>20</u>	
5	6,29	76	
7	6,66	131	
6	8,59	120	
8	8,99	151	
9	10,79	201	

Примечание: за 4 августа ряды ранжированы по возрастанию концентрации хлорофилла «а» (Chl-a). Подчёркнуты несовпадения с общим ходом величин.

На основе разработанной методики в качестве апробации были проведены аналогичные работы для Псковско-Чудской озёрной системы (рис. 2).

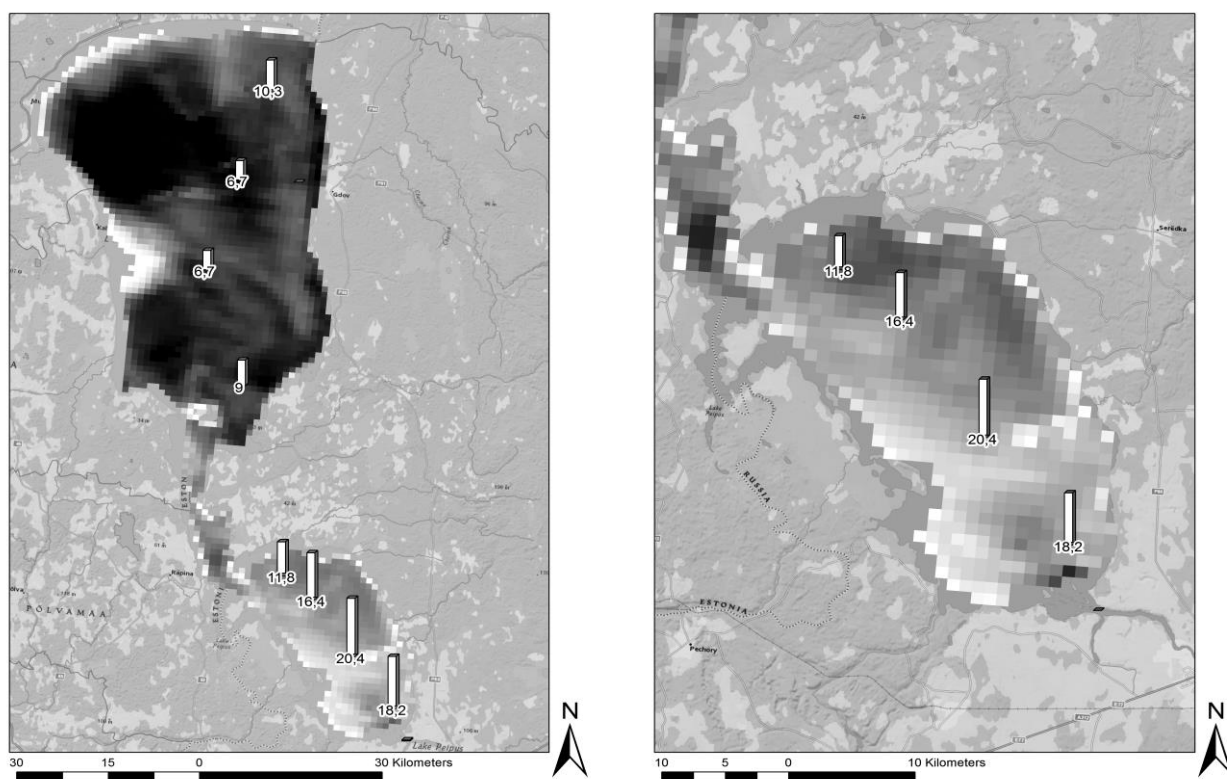


Рис. 2. Псковское озеро (слева) и Псковско-Чудская озёрная система (справа).

Снимки спутников AQUA/TERRA (подложка базовая топографическая карта). Пример распределения фитопланктона и количественные показатели (столбчатая диаграмма) на 13.09.2013 (ГИС проект «Планктон»).

Шкала индекса цвета: минимум – 0 максимум – 255



Полученные результаты обработки данных в ГИС сведены в табл. 3, где они ранжированы по рассчитанному индексу цвета.

Таблица 3

Ряды данных по результатам спутниковых изображений (MODIS – утренний и дневной снимки), подспутниковых измерений концентрации хлорофилл "а" (Chl-a) и коэффициент корреляция данных (13.09.2013)

N станций	Широта, град.	Долгота, град.	09-13ч Chl_a, мг/м ³	15-17ч Chl_a, мг/м ³	Индекс цвета	Коэффициент корреляция
1a	57,85898	28,15036	–	0,0	5	0,950
2a	58,75	27,55278	–	6,7	21	
3a	58,6	27,48333	–	6,7	57	
4a	58,9	27,61667	–	10,3	77	
5a	58,41561	27,60925	–	9,0	78	
6a	58,11217	27,76756	11,8	–	143	
7a	58,07631	27,85528	16,4	–	161	
8a	57,90883	28,10489	18,2	–	168	
9a	57,98833	27,97933	20,4	–	175	

Примечание: прочерки – отсутствие судовых измерений на данном озере.

Таким образом, для Псковского и Чудского озер также получен высокий коэффициент корреляции суммарно ранжированных в столбце «Индекс цвета» рядов данных.

В результате обработки данных ДЗЗ рассчитывается индекс цвета воды, который, в свою очередь, коррелирует с концентрацией фитопланктона. На основе оценки зависимости между индексом цвета и концентрацией фитопланктона данные ДЗЗ можно использовать для оперативного контроля состояния водоема. В приведённых примерах интерпретации данных показано, что разработанный метод количественной оценки универсален для всех рассмотренных водоёмов с различным гидрологическим режимом.

Разработки дистанционных методов количественного определения плотности и биомассы скоплений фитопланктона, обнаружения таких скоплений достаточно широко обсуждаются и предлагаются соответствующие решения. Полученные в данной работе результаты количественной оценки и анализа пространственного распределения позволяют в значительной степени заменить традиционные судовые измерения анализом данных ДЗЗ и одновременно на порядок увеличить количество определений этих экологических параметров акваторий. Упоминания о разработке методов непрерывного оперативного (в том числе суточного) мониторинга фитопланктона, которые здесь излагаются, редко встречаются в литературе.

Новый уровень качества и более широкий спектр возможностей может быть обеспечен использованием платных многоспектральных снимков более высокой актуальности и высокого пространственного разрешения. Такие данные могут быть весьма полезными и для ещё одного направления в дистанционных исследованиях – разработка методов дистанционного определения массовых видов в скоплениях фитопланктона, в частности, потенциально токсичных для человека *Aphanizomenon flos-aquae* и *Woronichinia naegelianiana*. Перспективным в этом направлении видится использование снимков со спутников дистанционного зондирования Земли Европейского космического агентства (ESA) – Sentinel-1A, 2A или аналогичных российских – корпорация «Роскосмос» («Ресурс-П», Ресурс-ДК1 и др.). На борту спутника «Sentinel-1» установлена радиолокационная станция (РЛС) с синтезированной апертурой/C-SAR, которая обеспечивает всепогодную спутниковую съёмку. Съёмка выполняется в C-радиодиапазоне (длина волны 6 см). Однако способы распознавания зон концентрации фитопланктона в радиодиапазоне мало разработаны: определение идёт в основном по косвенным признакам.

При сопоставлении пространственно-временных характеристик данных по концентрации хлорофилла «а», измеренных контактным и дистанционным способом, для корректного сравнения данных выяснилась необходимость учитывать следующие существенные моменты.

1. Космический снимок даёт картину полей распределения фитопланктона действительную только на момент съёмки, в это время отмечается максимальное совпадение данных подспутниковых измерений, производимых в течение дня.

2. Огрубление изображения аппаратурой может привести к пространственному смещению в пикселях зоны плотности «облака» фитопланктона, что может привести к расхождению с данными судовых измерений, проведённых на границе «фитопланктонного облака».

3. Следует отдельно учитывать и отдельно обрабатывать различные аномалии. Например, очевидные полосы инверсии – отражений: эффект «пилы» (от англ. saw effect) на изображении.

Данные снимка могут отличаться от полевых исследований, если:

– время забора проб сильно отличается от времени снимка,

– пробы взяты близ границ «облака» фитопланктона и время значительно отличается. Нужно учитывать, что данные снимка не точечные (как судовые замеры), а осреднены на площадь 1 км².

В ходе испытаний показано, что для повышения оперативности и качества совмещённых измерений (спутникового и подспутникового мониторинга) необходимо устанавливать оперативную обратную связь с участниками судовых исследований.

Наличие облачности более 10% сильно ограничивает возможность использования полученных спутниковых изображений для определения планктонных водорослей по данным ДЗЗ. Вместе с тем показано, что в оперативном мониторинге возможно использование и таких снимков путём определения и последующей обработки маски облачности и выделения участков с малой плотностью облаков.

Выводы

Разработан и обоснован новый метод мониторинга и получения количественных данных о плотности и пространственном распределении планктонных водорослей на основе «индекса цвета» воды.

По результатам обработки имеющихся данных показана высокая корреляция данных ДЗЗ высокого и низкого пространственного разрешения – между собой и с результатами судовых измерений, что позволяет использовать данные ДЗЗ низкого разрешения в суточном мониторинге фитопланктона.

Показан высокий уровень совпадения количественной оценки контактными методами: подспутниковые (судовые) измерения и дистанционные методы: спутниковые определения (концентрация и пространственное распределение фитопланктона).

Таким образом, разрабатываемые предложения по системе оперативного дистанционного мониторинга позволяют значительно снизить необходимость контактных (судовых) измерений в допустимых погодных условиях спутникового мониторинга.

Библиографический список

1. Буканова Т.В., Вазюля С.В., Копелевич О.В., Буренков В.И. и др. Региональные алгоритмы оценки концентрации хлорофилла и взвеси в юго-восточной Балтике по данным спутниковых сканеров цвета // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2011. Т. 8. №2. С. 64–73.
2. Виноградов М.Е., Шушкина Э.А., Ведерников В.И. Характеристика эпипелагических экосистем Тихого океана на основе спутниковых и экспедиционных данных. Первичная продукция и ее сезонные изменения // Океанология. 1996. Т. 36. №2. С. 241–249.
3. Ерлов Н.Г. Оптика моря. Л.: Гидрометеиздат, 1980. 242 с.
4. Китаев С.П. Экологические основы биопродуктивности озёр разных природных зон. М.: Наука, 1984. 207 с.
5. Кутузов А.В. Использование данных дистанционного зондирования для мониторинга систем «вода–суша» на равнинных водохранилищах (на примере Цимлянского водохранилища) // Исследование Земли из космоса. 2011. №6. С. 64–72.
6. Лаврова О.Ю., Соловьёв Д.М., Строчков А.Я., Шендрик В.Д. Спутниковый мониторинг интенсивного цветения водорослей в Рыбинском водохранилище // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2014. Т. 11. №3. С. 54–72.
7. Логинова Е.В., Лопух П.С. Гидроэкология: курс лекций. Минск: Изд-во БГУ, 2011. 300 с.
8. Оптика океана. Т.1. Физическая оптика океана / под ред. А.С. Моница. М.: Наука, 1983. 372 с.
9. Пелевин В.Н., Рутковская В.А. О классификации океанских вод по спектральному ослаблению солнечного света // Океанология. 1977. Т. 17. №1. С. 50–54.
10. Показеев К.В., Филатов Н.Н. Гидрофизика и экология озёр. Т.1. Гидрофизика. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2002. 276 с.

11. Сластина Ю.Л., Клочкова М.А. Сезонная динамика фитопланктона оз. Четырехверстного // Водная среда и природно-территориальные комплексы: исследование, использование, охрана. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2011. С. 121–123.
12. Физика океана. Т. 1. Гидрофизика океана / под ред. А.С. Мони́на. М.: Наука, 1978. 455 с.
13. Balyuk T.V., Kutuzov A.V., Nazarenko O.G. Ecotone system of the southeastern coast of the Tsimlyansk Reservoir // *Water Resources*. 2007. Vol. 34, part 1. P. 95–102.
14. Woźniak B., Krężel A., Darecki M., Woźniak S.B., Majchrowski R., Ostrowska M., Kozłowski Ł., Ficek D., Olszewski J., Dera J. Algorithm for the remote sensing of the Baltic ecosystem (DESAMBEM) // *Oceanologia*. 2008. 50(4), part 1: Mathematical apparatus. P. 451–508.

References

1. Bukanova, T.V., Wasula, S.V., Kopelevich, O.V., Burenkov, V.I., Grigoriev, A.V., Khrapko, A.N., Sheberstov, S.V., Aleksandrov, S.V. (2011), “Regional'nye algoritmy otsenki kontsentratsii khlorofilla i vzvesi v yugo-vostochnoy Baltike po dannym sputnikovykh skanerov tsвета” [Regional algorithms for estimating concentration of chlorophyll and suspended matter in the South-Eastern part of the Baltic sea according to satellite colour scanners], *Modern problems of remote sensing of the Earth from space*, vol. 8, no. 2, pp. 64–73.
2. Vinogradov, M.E., Shushkina, E.A., Vedernikov, V.I. (1996), “Kharakteristika epipelagicheskikh ekosistem Tikhogo okeana na osnove sputnikovykh i ekspeditsionnykh dannykh. Pervichnaya produktsiya i ee sezonnye izmeneniya”. [Characteristics of epipelagic ecosystems of the Pacific ocean based on satellite and expeditionary data. Primary production and its seasonal changes]. *Okeanologiya* [Oceanology], vol. 36, no. 2, pp. 241–249.
3. Erlov, N.G. (1980), *Optika morya* [Marine Optics]: transl. from English., Gidrometeoizdat, Leningrad, USSR.
4. Kitaev, S.P. (1984), *Ekologicheskie osnovy bioproduktivnosti ozer raznykh prirodnkh zon* [Ecological basis of biological productivity of lakes of different natural zones], Nauka, Moscow, USSR.
5. Kutuzov, A.V. (2011), “The use of remote sensing data to monitor the systems “water–land” in lowland reservoirs (on the example of the Tsimlyansk reservoir)”, *Issledovaniye Zemli iz Kosmosa* [Earth Research from Space], no. 6. pp. 64–72.
6. Lavrova, O.Yu., Soloviev, D.M., Strochkov, A.Ya. and Shendrik, V.D. (2014), “Satellite monitoring of intensive algae bloom in Rybinsk reservoir”, *Modern problems of remote sensing of the Earth from space*, vol. 11. no. 3. pp. 54–72.
7. Loginova, E.V. and Hoser C.P. (2011), *Gidroekologiya: kurs lekcij* [Hydroecology: a course of lectures]. BSU, Minsk, Belarus.
8. Monin, A.S.(ed.) (1983), “Physical optics of ocean”, *Optika okeana* [Ocean optics]. vol. 1. Nauka, Moscow, USSR.
9. Pelevin, V.N. and Rutkovskaya, V.A. (1977), “On the classification of ocean waters from spectral attenuation of solar light”, *Okeanologiya* [Oceanology], vol. 17, no. 1, pp. 50–54.
10. Pokazeev, K.V. and Filatov, N.N. (2002), “*Gidrofizika i ekologiya ozer*” [Hydrophysics and ecology of lakes], *Tom 1 Gidrofizika* [Vol. 1 Hydrophysics], Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia
11. Slastina, Y.L. and Klochkova, M.A. (2011), “Seasonal dynamics of phytoplankton in the lake Chetyrehverstnoe”, *Water environment and spatial natural complexes: research, use, protection. Proceedings of the IV School conference of young scientists with international participation*, Karelian research center of Russian Academy of Sciences, Petrozavodsk, Russia, pp. 121–123.
12. Monin, A.S (ed.) (1978), “*Fizika okeana*” [Physics of the ocean], *Tom 1 Gidrofizika okeana* [Vol. 1 Hydrophysics of the ocean], Nauka, Moscow, USSR.
13. Balyuk, T.V., Kutuzov, A.V. and Nazarenko, O.G. (2007), “Ecotone system of the southeastern coast of the Tsimlyansk Reservoir”, *Water Resources*, MAIK Nauka/Interperiodika, vol. 34, pt. 1, pp. 95–102.
14. Woźniak, B., Krężel, A., Darecki, M., Woźniak, S.B., Majchrowski, R., Ostrowska, M., Kozłowski, Ł., Ficek, D., Olszewski, J., Dera, J. (2008), Algorithm for the remote sensing of the Baltic ecosystem (DESAMBEM), “*Oceanologia*” [Oceanology], 50(4), part 1: Mathematical apparatus, pp. 451–508.

Поступила в редакцию: 13.05.2016

Сведения об авторе**Кутузов Алексей Валерьевич**

научный сотрудник Института биологии
внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН;
Россия, 152742, Ярославская обл.,
Некоузский р-н, пос. Борок;
e-mail: kutuzov-st@yandex.ru

About the author**Alexey V. Kutuzov**

Researcher, I.D. Papanin Institute for Biology of
Inland Waters RAS;
Borok, Nekouz district, Yaroslavl region, 152742,
Russia;
e-mail: kutuzov-st@yandex.ru

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:

Кутузов А.В. Оперативный спутниковый мониторинг скоплений планктонных водорослей и количественная оценка их плотности // Географический вестник = Geographical bulletin. 2016. № 3(38). С. 160–168. doi 10.17072/2079-7877-2016-3-160-168

Please cite this article in English as:

Kutuzov A.V. Operational satellite monitoring of plankton algae accumulation and quantitative estimation of their density // Geographical bulletin. 2016. № 3(38). P. 160–168. doi 10.17072/2079-7877-2016-3-160-168

ПРАВИЛА ПОДАЧИ И ОФОРМЛЕНИЯ РУКОПИСЕЙ

Для опубликования в журнале «Географический вестник» принимаются статьи, соответствующие тематике журнала и научным специальностям ВАК РФ.

Статьи, оформленные в соответствии с нижеизложенными правилами, следует направлять **по электронному адресу geo_vestnik@psu.ru**. Чтобы убедиться в том, что Ваша статья получена, попросите подтверждение. Статьи, оформленные без соблюдения указанных правил, просим не присылать.

Рукописи рассматриваются в порядке их поступления. Окончательное решение о публикации принимается редакционной коллегией и главным редактором журнала после рецензирования с учетом научной значимости и актуальности представленных материалов.

При наличии замечаний статья отсылается автору на доработку. Доработанный вариант статьи автор должен вернуть в редакцию согласно срокам, указанным ответственным секретарем.

Все материалы, опубликованные в научном журнале «Географический вестник», безгонорарные. Плата за публикацию с авторов не взимается. Плата с аспирантов за публикацию рукописей не взимается.

Общие положения

Название файла с электронным вариантом статьи должно состоять из фамилии автора (или первого из соавторов) и названия города (Иванов_Москва.doc).

Объем статьи (включая текст, рисунки, таблицы, библиографический список) не должен превышать 40000 знаков с пробелами. Минимальный объем статьи – 16000 знаков с пробелами.

Текст должен быть представлен в редакторе WinWord 2003. Формат листа – А4. Размеры полей – 2 см. Шрифт – только Times New Roman. Размер шрифта – кегль 14. Выравнивание по ширине, интервал – полуторный. Абзацный отступ – 0,5 см, задается автоматически, не пробелами. Страницы не нумеруются. Основной текст может быть написан на русском или английском языках. Статьи исследовательского характера, как правило, должны иметь разделы: введение, материалы и методы исследования, результаты и их обсуждение, выводы.

Допускаются выделения курсивом и полужирным шрифтом, а также вставка в текст специальных символов (с использованием шрифтов Symbol). В тексте следует четко различать О (букву) и 0 (ноль); 1 (арабскую цифру), I (римскую цифру) и l (латинскую букву); а также дефис (-) и тире (–). Обозначение веков следует писать римскими цифрами (XIX в.). Рекомендуются кавычки – «...», при выделениях внутри цитат следует использовать другой тип кавычек, например: «...“...”...».

Не допускаются автоматические переносы слов и нумерация списков (набираются вручную).

В тексте желательно использовать общепринятые сокращения слов, в т.ч. географических терминов.

Название статьи печатается прописными буквами полужирным шрифтом. Заголовки разделов оформляются в едином стиле.

Иллюстрации (рисунки, диаграммы, графики, фотографии) должны быть пригодны для непосредственного воспроизведения, их объем не должен превышать 1/4 объема статьи. Подписи к рисункам, а также цифровые и буквенные надписи в рисунке набираются шрифтом с размером кегля – 10. Рисунки должны быть размещены в тексте статьи в виде внедренных объектов. Графические материалы оформляются в черно-белой гамме. По возможности, иллюстрации в виде фотографий предоставлять в монохромном цвете.

Таблицы набираются шрифтом с размером кегля – 10. Заголовки таблиц печатаются полужирным шрифтом. «Головка» («шапка») таблиц набирается курсивом.

Формулы выполняются в редакторе формул Microsoft Word Equation, версия 3.0 и ниже.

Библиографический список формируется в алфавитном порядке, в соответствии с ГОСТом Р 7.0.5-2008 «Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления». Английский вариант библиографического списка (References) должен быть выполнен в соответствии с иностранным стандартом, принимаемым базой данных Scopus, согласно рекомендациям эксперта http://www.psu.ru/files/docs/ob-universitete/smi/nauchnyj-zhurnal/metodicheskie_materialy/1_1kirillovaredprep_2013.pdf, а также согласно инструкции по оформлению списка литературы в латинице (стандарт "Harvard") http://www.psu.ru/files/docs/ob-universitete/smi/nauchnyj-zhurnal/metodicheskie_materialy/standart_Harvard.doc. Нумерация источников из библиографического списка и References должны совпадать.

Библиографические ссылки оформляются в едином формате, установленном системой РИНЦ, с указанием страниц источника цитирования. Номер источника указывается в квадратных скобках: [1] – на одну работу; [3; 5; 7-10] – на несколько работ.

Указание на программу, в рамках которой выполнена работа или наименование фонда поддержки, оформляется в виде **подстраничной сноски**.

Порядок расположения частей статьи

1. УДК
2. И.О. Фамилия автора(ов) на русском языке.
3. Название статьи на русском языке.
4. Аннотация (1000–1500 знаков с пробелами) на русском языке.
5. Ключевые слова (5–7 слов или словосочетаний) на русском языке.
6. И.О. Фамилия автора на английском языке.
7. Название статьи на английском языке.
8. Аннотация на английском языке.
9. Ключевые слова на английском языке.
10. Текст статьи.
11. Библиографический список.
12. References.
13. Информация об авторе(ах) **на русском и английском языках**: ФИО (полностью), ученую степень, должность, место работы (полностью), почтовый адрес места работы (с индексом), e-mail автора(ов).

Научное издание

Географический вестник

Выпуск №3(38)/2016

Редактор *Н.И. Стрекаловская*

Корректор *А.В. Цветкова*

Компьютерная верстка *О.А. Колесниковой, И.В. Фроловой*

Подписано в печать 27.09.2016 Выход в свет 30.09.2016

Формат 60х84 1/8.

Усл. печ. л. 18,7. Тираж 500 экз. Заказ №.

Издательский центр

Пермского государственного национального исследовательского университета

614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15. Тел. (342) 239-66-36

Типография ПГНИУ

614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15. Тел. (342) 239-65-47

Подписной индекс в объединенном каталоге «Пресса России. Т. 1 Газеты и журналы» – 41001

Распространяется бесплатно и по подписке