

СОДЕРЖАНИЕ

География и экология

- Кравцова В. И. Картографирование природных и антропогенных геосистем дельты Дуная по космическим снимкам 3
- Присяжная А. А., Круглова С. А., Хрисанов В. Р., Снакин В. В. Распространение редких и находящихся под угрозой исчезновения видов мохообразных на территории России 11
- Нгуен Данг Хой, Данг Хунг Кыонг, Нго Чунг Зунг. Антропогенная сукцессия ландшафтов западных провинций Вьетнама 19

Методы географических исследований

- Румянцев И. Н., Смирнова А. А., Ткаченко А. А. Сельские населенные пункты «без населения» как географический и статистический феномен 29
- Сучилин А. А., Вахнина О. В. Исследование динамики природных процессов с использованием беспилотных летательных аппаратов и наземного спектрометрирования (на примере Сатинского полигона) 38

Региональные исследования

- Бабурин В. Л. Устойчивость экономики регионов России к конъюнктурным циклам 46
- Романов А. А., Астахова М. А., Миклин Н. А., Шемякин Е. В. География фауны птиц северных отрогов Корякского нагорья 53
- Максимова В. Ф., Майорова Л. А., Петропавловский Б. С. Основные факторы среды, влияющие на усыхание пихтово-еловых лесов Дальнего Востока 61
- Нечаев В. Д., Чихарев И. А., Ирхин А. А., Маковская Д. В. Концепция геостратегического атласа Большого Средиземноморья 67
- Дегтярев К. С. Потенциал возобновляемых источников энергии в Республике Калмыкия 75
- Боков В. А., Смирнов В. О. О смыслах способов оценки увлажнения ландшафтов 83

Краткие сообщения

- Даценко Ю. С. Моделирование качества воды в водохранилище с использованием функции распределения времени пребывания водных масс 93
- Барышников Г. Я., Слаженева С. С., Сотников П. В. Распространение подземных вод с повышенным содержанием бора в Алтайском крае 97

CONTENTS

Geography and ecology

Kravtsova V.I. Mapping of natural and anthropogenic geosystems of the Danube River delta by satellite imagery	3
Prisyazhnaya A.A., Kruglova S.A., Khrisanov V.R., Snakin V.V. Distribution of rare and threatened species of Briophytes within the territory of Russia	11
Nguyen Dang Hoi, Dang Hung Cuong, Ngo Trung Dung. Anthropogenic succession of landscapes in western provinces of Vietnam	19

Methods of geographical studies

Rumjancev I.N., Smirnova A.A., Tkachenko A.A. Rural settlements “without population” as a geographical and statistical phenomenon	29
Suchilin A.A., Vakhnina O.V. Investigation of the dynamics of natural processes using the unmanned aerial vehicles and the ground-based spectrometry (case study of the Satino training area)	38

Regional studies

Baburin V.L. Resistance of the economy of Russian regions to the market cycles	46
Romanov A.A., Astakhova M.A., Miklin N.A., Shemyakin E.V. Geography of avifauna in the northern shoots of the Koryak Highland	53
Maksimova V.F., Mayorova L.A., Petropavlovskiy B.S. Main environmental factors influencing the drying of the Far East fir-spruce forests	61
Nechaev V.D., Chikharev I.A., Irkhin A.A., Makovskaya D.V. Framework of the geostrategic atlas of the Greater Mediterranean	67
Degtyarev K.S. Potential of renewable energy sources in the Republic of Kalmykia	75
Bokov V.A., Smirnov V.O. On the scope of methods for the asstssment of landscape humidification assessment	83

Short communications

Datsenko Y.S. The reservoir water quality modeling using the function of water masses residence time distribution	93
Baryshnikov G.Y., Slazhneva S.S., Sotnikov P.V. Distribution of underground water with high boron concentrations in the Altai Territory	97

ГЕОГРАФИЯ И ЭКОЛОГИЯ

УДК 528.8:551.482.6

В.И. Кравцова¹**КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ГЕОСИСТЕМ
ДЕЛЬТЫ ДУНАЯ ПО КОСМИЧЕСКИМ СНИМКАМ**

По дистанционным данным с использованием космических снимков сверхвысокого разрешения впервые составлена карта природных и антропогенных геосистем дельты Дуная. Анализ карты показал, что территория дельты активно используется в интересах сельского, рыбного, водного, лесного хозяйства, для производства промышленного сырья. Антропогенные геосистемы занимают 35,8% территории дельты, имеется потенциал для дальнейшего расширения ее хозяйственного использования. Предложена оригинальная методика тематического картографирования на основе снимков системы GoogleEarth.

Ключевые слова: карта, динамика, природные системы, антропогенное воздействие, спутниковые снимки

Введение. При исследованиях формирования дельт и их динамики сейчас, в век сильных природных колебаний, в частности климатических, и интенсивного антропогенного воздействия, необходим учет обоих этих факторов. Колебания климата меняют режим и количество осадков в бассейне реки, изменяется уровень моря как приемного водоема, его ветро-волновой режим. Многообразно проявление антропогенного воздействия – сведение лесов и сельскохозяйственное освоение территории бассейна ведет к развитию эрозионных процессов и увеличению стока наносов; строительство водохранилищ уменьшает объем твердого стока, изменяет режим заливания территории дельты; в интересах судоходства человек спрямляет извилины русел, меняет направление стока, что вызывает отмирание одних рукавов дельты и активизацию других [Михайлов, 1997].

В исследованиях динамики дельт рек, проведенных на географическом факультете МГУ лабораторией аэрокосмических методов и кафедрой гидрологии суши в последние годы, по космическим снимкам изучены различные аспекты естественной динамики дельт, в особенности влияние колебаний уровня Каспийского моря на динамику дельт Урала, Терека, Сулака, Куры [Устья ..., 2013]; рассмотрены также изменения дельт в связи с антропогенным воздействием, в частности, влияние водохранилищ на режим затопления дельты р. Замбези, вызвавшее аридизацию ландшафтов [Кравцова, Михайлов, 2014]; изменения дельты р. Хуанхэ в связи с резким уменьшением твердого стока из-за работы водохранилищ и масштабных противозерозионных мероприятий в бассейне реки; воздействие неоднократного антропогенного изменения направления стока на формирование дельты Хуанхэ, размыв старых лопастей дельты и образование новых [Кравцова, Инюшин, 2016].

Цикл выполненных исследований динамики дельт по космическим снимкам охватывает и дельту Дуная – одну из крупнейших дельт мира (третью по величине в Европе). Мониторинг изменений этой дельты выполнялся на основе анализа карт ее состояния на разные годы и составления карт динамики дельты, начиная с середины XIX в., для чего проведено сравнение впервые появившихся космических снимков 1970-х годов со старыми картами Корпуса военных топографов [Кравцова, Ушакова, Чекалина, 1979]. Для конца XX в. выполнено сопоставление разновременных космических снимков 1970–1980-х годов [Ефремова, Кравцова, 1981], и далее до 2002 г. [Михайлов с соавт., 2004]. При продолжении такого мониторинга на начало XXI в. для этого района, где в последние десятилетия не было существенных внешних воздействий катастрофического характера, но активизировалось хозяйственное использование территории дельты, представляется очень важным учет хозяйственного освоения дельты и преобразование в связи с этим природных геосистем. Поэтому поставлена задача – при продолжении мониторинга состояния дельты проанализировать по космическим снимкам характер хозяйственного освоения территории и выявить степень трансформации природных ландшафтов, составив карту природных и антропогенных геосистем. Появление в 2000-х годах доступных исследователям космических снимков высокого разрешения, включенных в информационные системы и сервисы типа GoogleEarth, с одной стороны, делает эту цель реально достижимой, а с другой – дополнительно ставит задачу разработки методики использования таких снимков в тематическом картографировании.

Характеристика района исследований. Дунай – важная река Европы, главная транспортная артерия ее центральной и южной частей. Длина реки

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра картографии и геоинформатики, вед. науч. с., докт. геогр. н.; e-mail: valentinamsu@yandex.ru

примерно 2860 км, что ставит ее в Европе на второе место после Волги. Площадь бассейна 817 тыс. км². Дунай образует в своем устье третью по размерам дельту в Европе (после Волги и Терека) площадью примерно 4200 км². Территория дельты принадлежит Румынии – 80%, Украине – 20%. Дельту формируют два основных рукава – Килийский и Тульчинский. Последний, в свою очередь, делится на Сулинский и Георгиевский рукава, а Килийский рукав в нижней части делится на Очаковский и Старостамбульский (рис. 1). Граница дельты на севере начинается около села Приморское, проходит по берегам озер Катлабух, Кугурлуй и Китай до вершины дельты – места разветвления реки на Килийский и Тульчинский рукава, а далее устремляется на юг вдоль склона плато Добруджа и по берегу озера-лагуны Разельм выходит к Черному морю.

Дельта Дуная начала формироваться примерно 5–6 тыс. лет назад в лагуне, которая была отгорожена от моря пересыпью и заполнена речными наносами [Гидрология ..., 1963; Гидрология ..., 2004]. Выделяющиеся в ее рельефе древние песчаные

морские гряды (гринду) – Жебриянская, Летя, Караорман, Сэрэтуриле, Красникол – являются элементами пересыпей и кос, некогда блокировавших залив-лагуну или сформировавшихся на морском крае древней дельты; они отделяют внутреннюю, «речную» часть дельты, переувлажненную депрессию с плавнями, болотами и густой сетью небольших озер. Веера бывших морских кос выходят на внешнюю, «морскую» часть дельты, менее обводненную, также с плавнями, но с редкой сетью крупных озер, и с пляжами, дюнами и косами вдоль современного морского края дельты. Разделение дельты на речную и морскую части [Петреску, 1963] поддерживается многими исследователями, хотя однозначного объяснения вопросов формирования основных геоморфологических элементов нет [Зенкович, 1956]. В дельте выделяются также остаточные коренные гряды Килийская и Стипок.

Дунай находится на втором месте в Европе (после Волги) по объему стока воды, который в среднем чуть превышает 200 км³/год. В настоящее время Килийский рукав берет на себя 52% стока воды Дуная, а на Сулинский и Георгиевский приходится 20 и 26% соответственно. Дунай значительно опережает все реки Европы по количеству стока наносов, которое в XX в. составляло 60 млн т в год, однако в последние десятилетия сократилось до 30–40 млн т в год [Гидрология ..., 2004].

Расположенная в зоне умеренного континентального климата с среднегодовыми температурами в Вилково 11°C (июля 22°C, января –1°C) и среднегодовым количеством осадков 450 мм, дельта Дуная характеризуется значительным биоразнообразием. Благодаря теплоте и мягкому климату, обилию увлажнения и богатым почвам дельта имеет пышную и разнообразную растительность – подводную, надводную, плавневую и наземную. Огромную площадь занимает плавневая растительность – здесь находится крупнейший в мире ареал тростника. Наземная растительность, там, где она не заменена сельскохозяйственными культурами, представлена лиственными лесами – редкостойными дубовыми лесами на песчаных грядах, прирусловыми лесами из белого тополя и ивы.

Дельта Дуная активно освоена человеком, поскольку расположена на стыке морских и речных путей, имеет благоприятные природно-климатические условия и богата ресурсами. Наиболее развитые отрасли хозяйства это – сельское хозяйство, судоходство, рыбное хозяйство, выращивание и заготовка тростника, рекреация.

Материалы и методы исследований. В качестве основы для составления карты природных и антропогенных геосистем дельты Дуная служили снимки со спутника Landsat-8, которые при разрешении 30 м (а в панхроматическом канале 15 м) и при наличии 10 спектральных каналов хорошо отображают основную сеть природных контуров и участки различного хозяйственного использования. Однако определение



Рис. 1. Район исследования – дельта Дуная. Белым тоном выделена площадь дельты

Fig. 1. Study area – the Danube River delta. The delta area is shown in white

конкретного вида хозяйственной деятельности требует перехода к более детальным снимкам, что сейчас возможно при использовании информационной системы GoogleEarth, в которую в последние годы включены снимки сверхвысокого разрешения (1 м и лучше) со спутников QuickBird, GeoEye и др. Переход к наблюдению таких изображений в крупных масштабах 1:2000–1:10 000 обеспечивает распознавание различных типов хозяйственной деятельности. Результаты распознавательного дешифрирования таких детальных изображений необходимо было зафиксировать на обзорной результирующей карте масштаба 1:500 000, и в качестве основы для такой фиксации послужили снимки Landsat-8, на которых выявляются границы основных природных контуров и хозяйственных объектов. Таким образом, использовался метод распознавательного дешифрирования снимков высокого разрешения для определения типа объектов с последующей картографической фиксацией результатов дешифрирования на обзорном снимке. Этот новаторский подход представляется важным для географов и развивается нами в отношении различных видов тематического космического картографирования. В результате составлена карта, легенда которой для основных типов объектов дельты (гидрографические объекты, тростниковые плавни, пески, леса, сельскохозяйственные земли) характеризует их природные и антропогенные вариации. Карта (рис. 2) дает характеристику как природных геосистем дельты, так и их антропогенного преобразования, а ее сравнение с картографическими материалами и снимками прошлых лет позволяет выявить основные изменения в хозяйственном использовании территории.

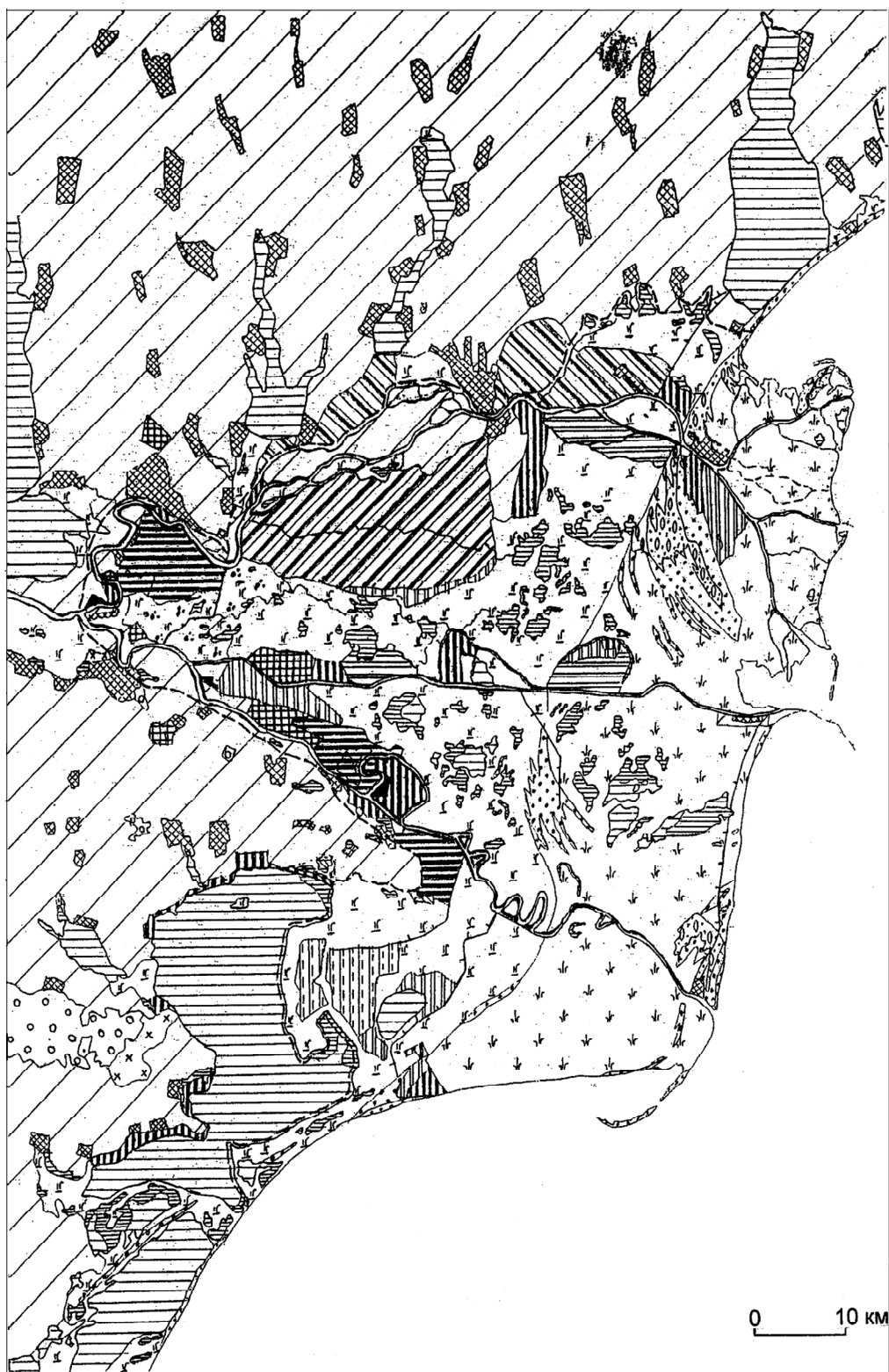
Результаты исследований и их обсуждение. В процессе предшествующих исследований динамики дельты по космическим снимкам разных лет на них уже проявлялись изменения в хозяйственном освоении дельты. Судя по картам конца XIX в., вся площадь дельты представляла собой в разной степени обводненные тростниковые плавни, среди которых выделялись сухие острова из песчаных гряд; на грядах были расположены отдельные села и хутора, соединенные дорогами, идущими по песчаным валам. Вблизи сел и хуторов размещались огороды и бахчи, но главным видом деятельности было рыболовство. Во второй половине XX в. к традиционному сельскохозяйственному и рыбохозяйственному использованию дельты в ее румынской части началась промышленная заготовка тростника, созданы хозяйства по его выращиванию, и 1960–1970-е годы были названы «тростниковым периодом» [Гидрология ..., 2004]. В это время началось также интенсивное сельскохозяйственное освоение северной советской части дельты под рисосеяние. В 1970–1980-е годы большие площади дельты были обвалованы для рыбохозяйственного использования, в частности, плавни восточнее оз. Разельм («рыбный период»). В 1980–1990-е годы проведено масштабное осушение плавней северной румынской части дельты, в районе депрессии Пардина созданы обвалованные польде-

ры для сельскохозяйственного использования. Однако западную часть этих польдеров вблизи вершины дельты оказалось целесообразным использовать для выращивания и промышленной заготовки тростника, восстановив естественные условия обводнения. В результате современное хозяйственное использование территории дельты оказывается весьма разнообразным, что хорошо отражено на составленной нами карте природных и антропогенных геосистем дельты.

Большую часть дельты все еще занимают естественные ландшафты – тростниковые плавни с густой сетью плавневых озер и песчаные гряды на месте древних береговых валов и кос, частично покрытые лесами. Однако, значительная часть внутренней дельты охвачена антропогенными преобразованиями, отраженными на карте.

Наиболее масштабно осушение плавней северной части дельты для сельскохозяйственного использования. Оно предусматривает обвалование территории и создание осушительной (а при необходимости и оросительной) сети. В 1970-х годах на левом берегу Килийского рукава в его нижнем течении на тогда советской территории созданы Килийская и Лисковская рисовые системы (южнее Жебрияновского лимана). В 1980-х годах в румынской части дельты предпринято осушение озер и плавней на правом берегу Килийского рукава в его средней части – в депрессии Пардина, и к 1990-м годам здесь уже существовал крупный массив сельскохозяйственных полей, функционирующих и теперь. Поскольку при осушении депрессии Пардина сточные воды направлялись на юг, в депрессию Шонтя-Фуртуна, и вызвали ее переувлажнение, то в этом районе плавней дельты проведена мелиорация; сеть мелиоративных каналов видна на снимках высокого разрешения. Другие, меньшие по площади участки сельскохозяйственных земель в дельте располагаются на обвалованных землях вблизи населенных пунктов – по обоим берегам Килийского рукава выше Измаила, по берегам Тульчинского и Георгиевского рукавов в районе Тульчи, по правому берегу Килийского и Старостамбульского рукавов напротив Вилково.

Значительные площади в дельте занимают территории, подготовленные для создания рыбохозяйственных объектов. Они представляют собой участки плавней разного размера и конфигурации (шириной 500–700 м), разделенные прямолинейными дамбами и каналами (шириной 5–10 м, а магистральные каналы 20–30 м), в совокупности образующие единые массивы площадью 2–3 км². На краю такого массива обычно имеется небольшой участок с системой строго прямоугольных разделенных дамбами небольших водоемов, размером 50×100 м каждый – рыбопитомников для выращивания рыбной молоди, выпускаемой в последующем для нагула в крупные пруды. Такие рыбохозяйственные объекты отдешифрированы в северной части дельты в районе Вилково (по восточному берегу канала Дунай–Буг южнее Жебрияновского лимана и на ле-



- А I 1 2 3 4 II 5 6 III 7 8 9
 Б 10 11 12 13 14 В 15 16 17 18
 Г 19 20 21 22 Д 23 24 25
 Е 26 27 Ж --- 28

вом берегу Килийского рукава южнее Вилково) и южнее Килии (вдоль восточного уступа Килийской гряды), а также в крайней южной части дельты восточнее озера Разельм. В центральной части дельты также выявляется несколько таких участков, с подготовленными, но пока не заполненными водой водоемами. Они расположены вдоль обоих берегов Сулинского рукава и по левому берегу Георгиевского рукава. В то же время обширные, разделенные дамбами водоемы восточнее озера Разельм, функционировавшие в 1970–1990-е годы, видимо, перестали использоваться, на их месте уже в 2002 г. были видны лишь небольшие остаточные озера; частично обсохла и котловина сократившегося по площади озера Дранов.

Важный вид хозяйственного использования дельты – выращивание и заготовка тростника, главным образом в качестве сырья для целлюлозного завода в г. Браила. По снимкам выделяется несколько таких участков, самый большой (около 50 км²) на правом берегу Килийского рукава напротив г. Измаила, как раз там, где вначале предполагалось создать сельскохозяйственные пolderы. Другой участок расположен на левом берегу Георгиевского рукава в 15 км ниже его истока, третий на правом берегу этого рукава у подножия выступа плато Добруджа, ограничивающего дельту. Таким образом, все они привязаны территориально к берегам крупных рукавов, что обеспечивает транспортировку заготовленного материала. Их изображение на снимках от-

личается от сельскохозяйственных полей. Для тростниковых хозяйств характерна строгая прямолинейная планировка: участки одинаковой ширины (350–400 м) имеют большую протяженность (1200–1600 м), разделены узкими каналами (3–4 м) и ориентированы преимущественно ортогонально к берегам рукавов (обычно это соответствует направлению север–юг). Чередование делянок разного цвета (зеленых и бурых) соответствует технологическому циклу выращивания. Для создания благоприятных условий роста в период вегетации на обвалованных участках с помощью насосных станций поддерживается слой воды 1,5–2 м, а во время механизированной уборки вода сбрасывается за пределы обвалованных участков. Делянки с вегетирующим тростником изображаются зеленым цветом, а со срезанным – бурым, что и позволяет надежно определять этот вид использования плавней по снимкам. Кроме функционирующих участков выращивания и заготовки тростника, по снимку выделяются площади, подготовляемые для такого использования, где разбита сеть узких мелиоративных каналов, разделяющих территорию на будущие делянки с такими же параметрами, как используемые. Они расположены по левому берегу Сулинского рукава, а также на островах второй внутренней дельты Килийского рукава. Однако скашивание тростника в дельте Дуная проводится не только на специально подготовленных территориях, но и произвольно. Значительные по площади участки скошенного тростника наблю-

Рис. 2. Карта природных и антропогенных геосистем дельты Дуная. Обозначения: А – гидрографическая сеть: I – водотоки: 1 – действующие рукава дельты; 2 – отмершие рукава; 3 – внутридельтовые водотоки плавневой зоны; 4 – каналы; II – озера: 5 – с чистой водой; 6 – с водой повышенной мутности; III – рыбохозяйственные водоемы: 7 – действующие (рыбные хозяйства); 8 – подготовляемые (участки плавней, подготовляемые для рыбохозяйственного использования), 9 – заброшенные (участки плавней повышенного обводнения на месте заброшенных рыбохозяйственных водоемов); Б – тростниковые плавни: 10 – морской части дельты на песчаных грядах и в избыточно обводненных межгрядовых ложбинах, с разреженной сетью крупных озер; 11 – речной части дельты, избыточно обводненные, с густой сетью крупных и малых озер; 12 – вершины дельты, закустаренные; 13 – участки плавней с сетью мелиоративных каналов, подготовляемые для заготовки тростника; 14 – плантации по выращиванию и заготовке тростника; В – пески: 15 – пляжи береговой зоны, аккумулятивные косы, береговые валы; 16 – наносы песков на приустьевых участках рукавов, слабо освоенные растительностью; 17 – серии песчаных гряд – реликтовых береговых валов и кос – подверженных эоловой переработке и осложненных дюнным рельефом, лишенные растительности; 18 – серии песчаных гряд, частично освоенных дубово-тополевым редколесьем; Г – леса: 19 – дубовые на водораздельных участках плато; 20 – дубово-тополевые на песчаных грядах реликтовых кос в дельте; 21 – ивовые на прирусловых валах; 22 – искусственные посадки леса, лесопитомники; Д – сельскохозяйственные поля: 23 – массивы полей преимущественно богарного земледелия на прилегающих к дельте территориях, 24 – массивы полей на осушенных землях дельты (пolderы), 25 – рисовые плантации на осушенных землях дельты и прилегающих территорий; Е – селитебные и промышленные объекты: 26 – города и сельские населенные пункты; 27 – промзоны, карьеры, военные полигоны; Ж – внутренние (сухопутные) границы дельты (28)

Fig. 2. Map of natural and anthropogenic geosystems of the Danube River delta. Legend: A – hydrographic network: I – watercourses: 1 – active branches of the delta; 2 – dead branches; 3 – inner delta watercourses in the plavni zone; 4 – channels; II – lakes: 5 – with clear water; 6 – with highly turbid water; III – fishery reservoirs: 7 – operating (fish farms); 8 – under preparation (plavni areas being prepared for fishery), 9 – abandoned (inundated plavni areas in the place of abandoned fishery reservoirs); Б – reed marshes: 10 – sea part of the delta on sandy ridges and in excessively watered troughs between the ridges, with rare large lakes; 11 – river part of the delta, excessively flooded, with a dense network of large and small lakes; 12 – delta top, with bushes; 13 – areas of plavni with a network of amelioration canals prepared for reed harvesting; 14 – plantations for reed cultivation and harvesting; В – sands: 15 – coastal beaches, accumulative spits, coastal ridges; 16 – sand deposits on the mouth areas of the branches, poorly vegetated; 17 – series of sand ridges (relict coastal beaches and spits) subject to aeolian processing with dune relief, without vegetation; 18 – series of sandy ridges, partially covered with oak-poplar woodlands; Г – forests: 19 – oak, on the watershed plateau; 20 – oak-poplar, on sand ridges of relict spits in the delta; 21 – willow, on the near-river ridge; 22 – artificial forest plantations, tree nurseries; Д – agricultural fields: 23 – of predominantly rainfed agriculture in the territories adjacent to the delta, 24 – on the drained lands of the delta (polders), 25 – rice plantations on the drained lands of the delta and adjacent territories; Е – residential and industrial facilities: 26 – cities and rural settlements; 27 – industrial zones, quarries, military training areas; Ж – internal (land) delta boundaries (28)

дались в Килийской дельте по снимкам 1991, 2002 гг. между рукавами Восточный и Быстрый, Очаковский и Полуденный, Акундинов и Песчаный, а также в крайней южной части дельты.

Контрастно по отношению к тростниково-плавневой дельте выглядят леса на песчаных грядах. Они характерны для северной части дельты, где обширную площадь занимает веер гряд Летя. Вдоль гряд с развееваемыми дюнными песками вытянуты узкие полосы редкостойных лесов в понижениях между грядами, а с западной подветренной тыловой части веера Летя, у древнего берегового вала, есть и полосы сомкнутых лесов. Веер песчаных гряд в южной части дельты – Сэрэтуриле – значительно менее облесен, а гряды Караорман в центре дельты почти полностью безлесны. Узкие полосы ивовых лесов идут по прирусловым валам вдоль главных рукавов дельты: они протягиваются по обоим берегам Килийского и Тульчинского рукавов в районе их разделения, вдоль Георгиевского рукава, а также в излучинах его теперь спрямленных меандр. Разрозненные пятна древесно-кустарниковой растительности характерны также для зоны плавней верхней части дельты на участке между Тульчинским рукавом и протокой, идущей от Килийского рукава на восток.

Однако кроме естественной древесной растительности в дельте удалось отдешифрировать участки лесопосадок – лесопитомники, где на четко распланированных делянках видны ровные ряды насаждений разной высоты и возраста, распознаваемых по снимкам высокого разрешения. Один из лесопитомников находится на левом берегу Сулинского рукава в 5 км ниже по течению от его развилки с Георгиевским, а второй на левом берегу Георгиевского рукава в 8 км ниже той же развилки. Участки занимают площадь по 10–15 км², она не изменилась с 1990 г.

Такой важный вид хозяйственного использования дельты, как судоходство, в меньшей мере отображается на космических снимках, и при обзорном картографировании мы ограничились показом на карте лишь основных направляющих дамб в устьях рукавов Сулинского и Быстрого. Важнейшие для судоходства работы по спрямлению русел нашли косвенное отражение на карте, где показаны старичные озера по левому берегу Сулинского рукава на месте излучин, спрямленных еще в XIX в. Для Георгиевского рукава карта отражает современный этап спрямления русла, когда уже созданы и действуют спрямляющие каналы, но еще продолжают функционировать отсеченные ими излучины.

Распределение по площади основных природных и антропогенных геосистем дельты Дуная
(в скобках указаны номера геосистем в соответствии с легендой карты)

Природные геосистемы	Площадь, км ²	Доля от площади дельты, %	Антропогенные геосистемы	Площадь, км ²	Доля от площади дельты, %
Водоемы					
Озера (5, 6)	156,62	3,3	Водоемы рыбных хозяйств:		
			Действующих (7)	133,89	2,9
			Подготавливаемых (8)	104,7	1,6
			Заброшенных (9)	67,23	1,4
Тростниковые плавни					
Тростниковые плавни морской и речной частей дельты (10, 11, 12)	2451,12	52,5	Плантации выращивания и заготовки тростника:		
			Действующие (14)	140,53	3
			Подготавливаемые (13)	91,2	2
Леса					
Леса на песчаных грядах реликтовых кос (20), при- русловые леса (21)	22,62	0,5	Лесопитомники (22)	48,02	1
Пески					
Пляжи береговой зоны, песчаные гряды реликто- вых береговых валов и кос (15, 16, 17, 18)	208,31	4,5	—		
Сельскохозяйственные поля					
—	—	—	Поля на обвалованных (23) и осушенных (24) землях дель- ты, рисовые системы (25)	988,19	21,2
Селитебные территории					
—			Города и поселки (26)	100,18	2,1
Все природные геосис- темы в целом	2838,67	60,8	Все антропогенные геосис- темы в целом	1673,94	35,8

Примечание. Площади водотоков (3,4% от площади дельты) в таблицу не включены.

Картометрический анализ составленной по современным космическим снимкам карты природных и антропогенных геосистем дельты Дуная, результаты которого представлены в табл., показывает, что природные геосистемы – водотоки дельты, тростниковые плавни с озерами, пески, прирусловые и дюнные леса – в настоящее время занимают 60,8% территории дельты, а 35,8% приходится на антропогенно преобразованные системы и хозяйственные объекты – сельскохозяйственные поля (в том числе рисовые плантации и поля, созданные на месте осушенных плавней, 21,2%); рыбные хозяйства (5,9%), включая как действующие (2,9%), так и территории, подготавливаемые для рыбохозяйственного использования (1,6%), а также заброшенные водоемы рыбных хозяйств (1,4%); хозяйства по выращиванию и заготовке тростника (5%), включая как действующие (3%), так и подготавливаемые для этих целей участки плавней (2%); лесопитомники (1%); селитебные земли (2,1%). Несмотря на сильную антропогенную трансформацию, большая часть

геосистем дельты сохраняется в естественном состоянии и дельта имеет значительный потенциал для дальнейшего хозяйственного использования.

Выводы:

– по космическим снимкам, в том числе сверхвысокого разрешения, впервые составлена карта природных и антропогенных геосистем дельты Дуная;

– анализ карты показал, что более трети территории дельты активно используется в интересах сельского, рыбного, водного, лесного хозяйства, производства промышленного сырья. Имеется потенциал для дальнейшего расширения хозяйственного использования территории дельты;

– разработанная при составлении карты методика использования космических снимков, предусматривающая распознавательное дешифрирование детальных снимков высокого разрешения в системе GoogleEarth при фиксации результатов на обзорных снимках, применима и может быть рекомендована для обзорного тематического картографирования по данным дистанционного зондирования.

Благодарности. Исследование выполнено по гранту РФФИ (проект № 16-05-00288).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Гидрология устьевой области Дуная / Под ред. Я.Д. Никифорова и К. Дьякону. М.: Гидрометиздат, 1963. 383 с.

Гидрология дельты Дуная / Под ред. проф. В.Н. Михайлова М.: ГЕОС, 2004. 448 с.

Ефремова О.Н., Кравцова В.И. Изучение динамики дельты Дуная с использованием космических снимков // Исследование Земли из космоса. 1981. № 5. С. 90–96.

Зенкович В.П. Загадка Дунайской дельты // Природа. 1956. № 3. С. 86–90.

Кравцова В.И., Инюшин А.Н. Разнонаправленная динамика современной дельты Хуанхэ: исследование по космическим снимкам в условиях приливных явлений // Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. 2016. Т. 60. № 5. С. 105–110.

Кравцова В.И., Михайлов В.Н. Дельта Замбези и ее изменения под воздействием водохранилищ // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2014. № 3. С. 48–56.

Кравцова В.И., Ушакова Л.А., Чекалина Т.И. Изучение динамики дельты Дуная с использованием материалов космической съемки // Геоморфология. 1979. № 1. С. 59–67.

Михайлов В.Н. Устья рек России и сопредельных стран: прошлое, настоящее и будущее. М.: ГЕОС, 1997. 413 с.

Михайлов В.Н., Уваров И.А., Корнилов М.В., Михайлова М.В. Динамика морского края дельты // Гидрология дельты Дуная. М.: ГЕОС, 2004. С. 346–361.

Петреску И.Г. Дельта Дуная. Происхождение и развитие. Перевод с румынского Н.Ф. Леонтьева / Редакция и послесловие Я.Д. Никифорова. М.: Изд-во иностр. лит-ры. 1963. 280 с.

Устья рек Каспийского региона: история формирования, современные гидролого-морфологические процессы и опасные гидрологические явления / Под ред. В.Н. Михайлова М.: ГЕОС, 2013. 703 с.

Поступила в редакцию 10.11.2017

После доработки 15.08.2018

Принята к публикации 08.10.2018

V.I. Kravtsova¹

MAPPING OF NATURAL AND ANTHROPOGENIC GEOSYSTEMS OF THE DANUBE RIVER DELTA BY SATELLITE IMAGERY

Basing on remote sensing data obtained from the ultra-high resolution space images, an original map of natural and anthropogenic geosystems of the Danube River delta was compiled. The analysis of the map proved that the territory is actively used for agriculture, fisheries, water industry, forestry, and for the production of industrial raw materials. Anthropogenic geosystems occupy 35,8% of the delta area; however its economic development could be further expanded. The original method of thematic mapping based on the GoogleEarth imagery has been suggested.

Key words: map, dynamics, natural systems, anthropogenic impact, space imagery

Acknowledgements. The study was financially supported by the Russian Foundation for Basic Research (project № 16-05-00288).

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Cartography and Geoinformatics, Leading Research Scientist, D.Sc. in Geography; e-mail: valentinamsu@yandex.ru

REFERENCES

- Efremova O.N., Kravtsova V.I.* Izuchenie dinamiki del'ty Dunaja s ispol'zovaniem kosmicheskikh snimkov [Study of the Danube River Delta dynamics using satellite imagery] // *Issledovanie Zemli iz kosmosa*. 1981. № 5. S. 90–96 (in Russian).
- Gidrologija del'ty Dunaja [Hydrology of the Danube River Delta] / Pod red. prof. V.N. Mihajlova M.: GEOS, 2004. 448 s. (in Russian).
- Gidrologija ust'evoj oblasti Dunaja [Hydrology of the Danube River mouth area] / Pod red. Ja.D. Nikiforova i K. D'jakonu. M.: Gidrometizdat, 1963. 383 s. (in Russian).
- Kravtsova V.I., Injushin A.N.* Raznonapravlenaja dinamika sovremennoj del'ty Huanhe: issledovanie po kosmicheskim snimkam v uslovijah prilivnykh javlenij [Variable dynamics of modern Huanghe River delta: study by satellite images under tidal processes] // *Izvestija Vuzov. Geodezija i aerofotosemka*. 2016. T. 60. № 5. S. 105–110 (in Russian).
- Kravtsova V.I., Mihajlov V.N.* Del'ta Zambezi i ee izmenenija pod vozdejstviem vodohranilishh [The Zambezi River delta and its changes under the reservoirs influence] // *Vestnik Mosk. un-ta. Serija 5. Geografija*. 2014. № 3. S. 48–56 (in Russian).
- Kravtsova V.I., Ushakova L.A., Chekalina T.I.* Izuchenie dinamiki del'ty Dunaja s ispol'zovaniem materialov kosmicheskoi s#emki [Study of the Danube River delta dynamics using materials of space survey] // *Geomorfologija*. 1979. № 1. S. 59–67 (in Russian).
- Mihajlov V.N.* Ust'ja rek Rossii i sopredel'nyh stran: proshloe, nastojashhee i budushhee [Rivers mouths of Russia and neighboring countries: past, present and future]. M.: GEOS, 1997. 413 s. (in Russian).
- Mihajlov V.N., Uvarov I.A., Kornilov M.V., Mihajlova M.V.* Dinamika morskogo kraja del'ty [Dynamics of the delta sea edge] // *Gidrologija del'ty Dunaja*. M.: GEOS, 2004. S. 346–361 (in Russian).
- Petresku I.G.* Del'ta Dunaja. Proishozhdenie i razvitie [The Danube River delta. Genesis and evolution]. Perevod s rumynskogo N.F. Leont'eva. Redakcija i posleslovie Ja.D. Nikiforova. M.: Izd-vo inostr. literatury, 1963. 280 s. (in Russian).
- Ust'ja rek Kaspijskogo regiona: istorija formirovanija, sovremennye gidrologo-morfologicheskie processy i opasnye gidrologicheskie javlenija [River mouths of the Caspian region: history of forming, modern hydrological-morphological processes and dangerous hydrological phenomena] / Pod red. V.N. Mihajlova M.: GEOS, 2013. 703 s. (in Russian).
- Zenkovich V.P.* Zagadka Dunajskoj del'ty [Mystery of the Danube River delta] // *Priroda*. 1956. № 3. S. 86–90 (in Russian).

Received 10.11.2017

Revised 15.08.2018

Accepted 08.10.2018

УДК 574.9:502.75:582.32

А.А. Присяжная¹, С.А. Круглова², В.Р. Хрисанов³, В.В. Снакин⁴

РАСПРОСТРАНЕНИЕ РЕДКИХ И НАХОДЯЩИХСЯ ПОД УГРОЗОЙ ИСЧЕЗНОВЕНИЯ ВИДОВ МОХООБРАЗНЫХ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

Исследованы географические особенности распространения включенных в Красную книгу Российской Федерации видов мохообразных. Проанализированы количественный состав и экологические характеристики мохообразных по всем категориям редкости. Выделены центры видовой концентрации редких и находящихся под угрозой исчезновения мохообразных. Показано, что 34% всех охраняемых на федеральном уровне видов обитает на юге Приморского края. Впервые с помощью геоинформационного анализа определена доля охраняемых видов мохообразных в видовом разнообразии бриофлоры биомов, которая на территории России изменяется в пределах 0–3,25%. Показано, что площадь регионов с долей охраняемых видов в 2–3,25% составляет менее 2%; на 40% площади России «краснокнижные» виды мохообразных не выявлены.

Ключевые слова: мохообразные, видовое разнообразие, редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды, доля охраняемых видов, экологическое картографирование

Введение. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды составляют две основные группы: 1 – естественно редкие виды, потенциально уязвимые в силу своих биологических особенностей (низкой численности, малой площади ареала, низкого темпа воспроизводства популяции); 2 – виды, широко распространенные, но находящиеся под угрозой исчезновения или сокращающие свою численность и ареал в результате антропогенного воздействия [Стратегия ..., 2014].

С целью замедления процесса обеднения биоразнообразия и утраты биологических видов, и, в первую очередь, сохранения редких и находящихся под угрозой исчезновения видов, Международный союз охраны природы (МСОП) ведет Красный список (The IUCN Red List of Threatened Species). Необходимо отметить, что Красный список МСОП не определяет юридические права и обязанности государств, хотя его публикация стимулирует научные исследования и поиск эффективных мер, в том числе законодательных, по охране исчезающих видов.

В России с правовой точки зрения категории «редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды» включает виды, занесенные в Красную книгу Российской Федерации (федеральный уровень охраны) и Красные книги субъектов Российской Федерации (региональный уровень охраны).

Принятие эффективных мер по сохранению редких и исчезающих видов возможно лишь при наличии фундаментальных знаний об особенностях их распространения на основе современных картографических моделей. Именно карты позволяют наглядно отобразить очертания и размеры ареалов, занимаемых различными видами, а также демонстрируют пространственное распределение видового состава на определенных территориях.

В данной работе проведено исследование географических особенностей распространения охраняемых на федеральном уровне видов мохообразных и оценка их доли в общем видовом разнообразии бриофлоры в пределах различных территориальных выделов (биомов).

Материалы и методы исследований. Мохообразные обитают на всех континентах и встречаются почти повсеместно, хотя в различных географических областях существенно отличаются систематическим составом и степенью обилия. В географическом распространении им свойственна разобщенность ареалов, реликтовость и эндемизм [Абрамов, Абрамова, 1978].

В мировой бриофлоре, по данным базы «The Plant List», содержится 34 556 признанных видовых названий мохообразных [The Bryophytes, 2018]. В списке МСОП указано 16 236 описанных видов мохообразных, в Красный список МСОП включено всего 102 вида [The IUCN Red, 2018].

В составе флоры России насчитывается около 2200 видов мохообразных [Тишков, 2006]. Согласно работе [Игнатов с соавт., 2008], флора мхов России насчитывает 1153 вида, при этом авторы указывают, что в ближайшее время, учитывая современную концепцию вида, разнообразие мхов России достигнет 1200–1300 видов. Указывается [Федосов с соавт., 2014], что по последним данным авторов бриофлора России включает 1234 вида мхов. В Красную книгу РФ [2008] внесен 61 вид мохообразных.

В настоящей работе по литературным источникам и картосхемам, представленным в Красной книге РФ, были нанесены границы распространения и местонахождения охраняемых видов мохообразных. Проведен анализ экологических характеристик видов, указанных в Красной книге РФ. Были изуче-

¹ Институт фундаментальных проблем биологии РАН, ст. науч. с., канд. биол. н.; e-mail: alla_pris@rambler.ru

² Институт фундаментальных проблем биологии РАН, науч. с.; e-mail: krugsa@rambler.ru

³ Институт фундаментальных проблем биологии РАН, ст. науч. с., канд. геогр. н.; e-mail: hvr14@yandex.ru

⁴ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова (Музей земледелия), руководитель сектора; Институт фундаментальных проблем биологии РАН, зав. лабораторией; докт. биол. н., профессор; e-mail: snakin@mail.ru

ны такие биогеографические параметры, как пространство, численность, структура ареала и др., поскольку использование таких критериев позволяет достаточно объективно судить о состоянии того или иного вида [Флинт, 2002]. Расчет и анализ доли охраняемых видов мохообразных в разных регионах России проведены на основе экологического картографирования с использованием ГИС-технологий.

Результаты исследований и их обсуждение.

Работы по картографированию мест обитания редких видов мохообразных обычно носят черты регионального характера или посвящены изучению конкретного вида. Ранее авторами была составлена карта по распространению редких видов растений на территории России [Присяжная с соавт., 2016], на которой показаны местообитания мохообразных только категории редкости (1) – «находящиеся под угрозой исчезновения».

С целью анализа географических особенностей распространения мохообразных была построена новая карта «Распространение охраняемых на федеральном уровне видов мохообразных на территории Российской Федерации» (рис. 1), где точками отображены локальные местообитания, линиями – границы распространения включенных в Красную книгу РФ видов мохообразных всех категорий редкости.

Список охраняемых видов мохообразных состоит из 36 видов листостебельных мхов и 25 видов печеночников (номер вида соответствует номеру на карте):

Листостебельные мхи.

Категория редкости видов – находящиеся под угрозой исчезновения (1)

1. Архидиум очереднолистный – *Archidium alternifolium* (Hedw.) Schimp.

2. Форсстремия Ногучи – *Forsstroemia noguchii* Stark.

3. Форсстремия прямая – *Forsstroemia stricta* Lazar.

4. Метеориум Буханана – *Meteorium buchananii* (Brid.) Broth.

5. Дидимодон гигантский – *Didymodon giganteus* (Funck) Jur.

6. Хильперция Веленовского – *Hilpertia velenovskyi* (Schiffn.) Zander.

7. Зелигерия эландская – *Seligeria oelandica* C. Jens. et Med.

Категория редкости видов – сокращающиеся в численности (2)

8. Милиххоферия крупноплодная – *Mielichhoferia macrocarpa* (Hook.) Bruch et Schimp. ex Jaeg.

9. Ортодонтотопсис Бардунова – *Orthodontopsis bardunovii* Ignatov et Tan.

10. Крифея амурская – *Cryphaea amurensis* Ignatov.

11. Хондаелла брахитециевая – *Hondaella caperata* (Mitt.) Ando, Tan et Iwats.

12. Мюриния круглолистная – *Myrinia rotundifolia* (Arn.) Broth.

13. Сфагнум мягкий – *Sphagnum molle* Sull.

14. Миябея кустарничковая – *Miyabea fruticella* (Mitt.) Broth.

Категория редкости видов – редкие (3)

15. Аулакомниум обоеполюй – *Aulacomnium androgynum* (Hedw.) Schwaegr.

16. Томентипнум серповиднолистный – *Tomentypnum falcifolium* (Ren. ex Nich.) Tuom.

17. Полия Кардо – *Pohlia cardotii* (Ren.) Broth.

18. Бриоксифиум Саватье – *Bryoxiphium savatieri* (Husn.) Mitt.

19. Буксбаумия зеленая – *Buxbaumia viridis* (DC.) Moug. et Nestl.

20. Крифея разнонаправленная – *Cryphaea heteromalla* (Hedw.) Mohr

21. Онгстремия сережчатая – *Aongstroemia julacea* (Hook.) Mitt.

22. Ореас Марциуса – *Oreas martiana* (Hoppe et Hornsch.) Brid.

23. Энкалипта коротконожковая – *Encalypta brevipes* Schljak.

24. Индузиелла тяньшанская – *Indusiella thianschanica* Broth. et C. Muell.

25. Схистидиум скрытоплодный – *Schistidium cryptocarpum* Mogensen et Blom.

26. Таксифиллум чередующийся – *Taxiphyllum alternans* (Card.) Iwats.

27. Линдбергия короткокрылая – *Lindbergia brachyptera* (Mitt.) Kindb.

28. Линдбергия Дутье – *Lindbergia duthiei* (Broth.) Broth.

29. Леукодон флагеллоносный – *Leucodon flagellaris* Lindb. ex Broth.

30. Гомалиадельфус гладкозубчатый – *Homaliadelphus laevidentatus* (Okam.) Iwats.

31. Неккера северная – *Neckera borealis* Nog.

32. Плагиотециум тупейший – *Plagiothecium obtusissimum* Broth.

33. Гиофила вогнутая – *Hyophila involuta* (Hook.) Jaeg.

34. Тортюла язычковая – *Tortula lingulata* Lindb.

35. Тетродонциум широковыямчатый – *Tetradontium repandum* (Funck et Sturm) Schwaegr.

36. Актинотуидиум Гукера – *Actinotuidium hookeri* (Mitt.) Broth.

Печеночники.

Категория редкости видов – находящиеся под угрозой исчезновения (1)

37. Гимномитриум мелкогородчатый – *Gymnomitrium crenulatum* Carring.

Категория редкости видов – сокращающиеся в численности (2)

38. Цефалозиелла цельнокрайная – *Cephaloziella integerrima* (Lindb.) Warnst.

39. Гапломитриум Гукера – *Haplomitrium hookeri* (Sm.) Nees.

40. Лофозия удлиненная – *Lophozia elongata* Steph. [Protolophozia elongata (Steph.) Schljak.].

41. Бучеджия румынская – *Bucegia romanica* Radian.

42. Скапания шариконосная – *Scapania sphaerifera* Buch et Tuomik.

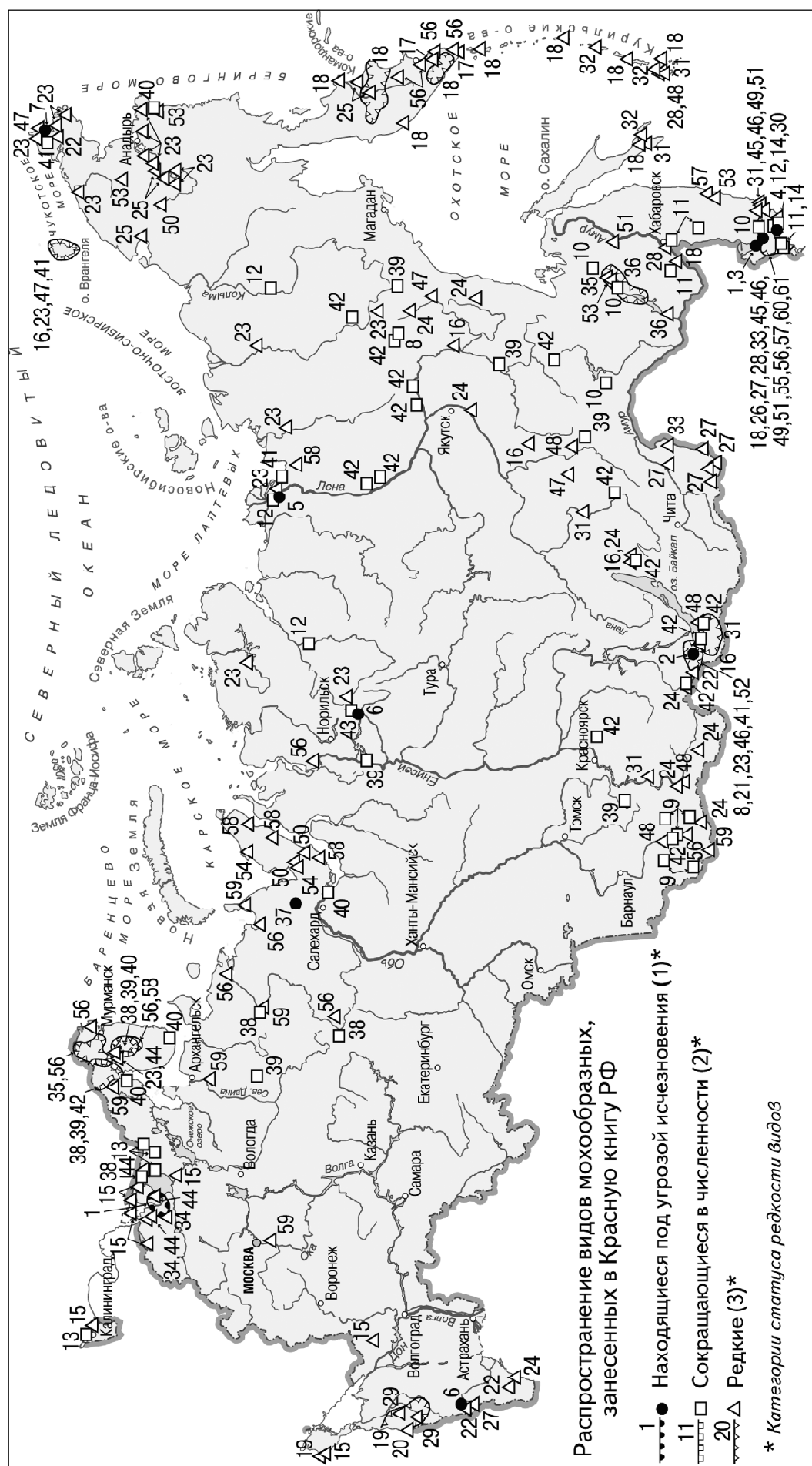


Рис. 1. Распространение охраняемых на федеральном уровне видов мохообразных на территории Российской Федерации

Fig. 1. Distribution of federally protected bryophytes in the Russian Federation

43. Апотребубия Хортон – *Apotreubia hortoniae* Schust. et Konstantinova.

Категория редкости видов – редкие (3)

44. Криптоталлус удивительный – *Cryptothallus mirabilis* Malmb.

45. Астерелла тонколистная – *Asterella leptophylla* (Mont.) Grolle.

46. Плагиохазма японская – *Plagiochasma japonica* (Steph.) O. Mass.

47. Эокалипогея Шустера – *Eocalypogeia schusteriana* (Hatt. et Mizut.) Schust.

48. Иватзукия Исибы – *Iwatsukia jishibae* (Steph.) Kitag.

49. Пельтолепис японский – *Peltolepis japonica* (Schim. et Hatt.) Hatt.

50. Фоссомброния аляскинская – *Fossombronina alaskana* Steere et H. Inoue.

51. Аномилия клинолистная – *Anomylia cuneifolia* (Hook.) Schust.

52. Апомарсупелла отвороченная – *Apomarsupella revoluta* (Nees) Schust.

53. Марсупелла изменчивая – *Marsupella commutata* (Limpr.) H. Bern.

54. Празантус ямальский – *Prasanthus jamalicus* Potemkin.

55. Юбула японская – *Jubula japonica* Steph.

56. Нардия Брейдлера – *Nardia breidlereri* (Limpr.) Lindb.

57. Хандонантус бирманский – *Chandonanthus birmensis* Steph.

58. Лофозия обесцвеченная – *Lophozia decolorans* (Limpr.) Steph. [*Isopaches decolorans* (Limpr.) Buch].

59. Лофозия Перссона – *Lophozia perssonii* Buch et S. Arn.

60. Трихоколеопсис мешочковый – *Trichocoleopsis sacculata* (Mitt.) Okam.

61. Хатториантус пустынный – *Hattorianthus erimonus* (Steph.) Schust. et H. Inoue.

Количественный состав и экологические характеристики редких и находящихся под угрозой исчезновения видов мохообразных проанализированы по категориям редкости видов. В Красной книге РФ приняты 6 категорий статуса редкости таксонов и популяций по степени угрозы их исчезновения: (0) – вероятно исчезнувшие, (1) – находящиеся под угрозой исчезновения, (2) – сокращающиеся в численности, (3) – редкие, (4) – неопределенные по статусу, (5) – восстанавливаемые и восстанавливающиеся. Включенные в Красную книгу РФ виды мохообразных отнесены к трем категориям редкости: (1), (2) и (3).

В категорию редкости видов (1) – находящиеся под угрозой исчезновения – вошли 7 видов листостебельных мхов и 1 вид печеночников. Листостебельный мох *Forsstroemia stricta* является узкоареальным эндемиком России, встречается в Приморском крае и за пределами страны неизвестен. Остальные виды мохообразных находятся за пределами своих дизъюнктивных ареалов и имеют на территории России всего одно (5 видов) или два (2 вида) местонахождения.

Категория редкости видов (2) – сокращающиеся в численности – включает 7 видов листостебельных мхов и 6 видов печеночников. Три вида листостебельных мхов являются эндемиками: *Orthodontopsis bardunovii* – узкоареальный эндемик Алтая, Саян и севера Монголии; *Cryphaea amurensis* – узкоареальный эндемик России (Хабаровского и Приморского краев) и *Myrinia rotundifolia* – узколокальный эндемик севера Восточной Сибири. Печеночник *Scapania sphaerifera* – эндемик России. Листостебельный мох *Orthodontopsis bardunovii* и печеночник *Scapania sphaerifera* внесены в Красный список МСОП.

К категории редкости (3) – редкие – отнесены 40 видов (22 вида листостебельных мхов и 18 видов печеночников). Печеночник *Prasanthus jamalicus* является узкоареальным эндемиком России (два местонахождения на п-ове Ямал). Листостебельный мох *Leucodon flagellaris* – субэндемик с низкой численностью популяций, в России обитает только на Северном Кавказе, где известны два местонахождения. Печеночники *Iwatsukia jishibae* и *Apomarsupella revoluta* являются реликтами. Листостебельные мхи *Taxiphyllum alternans* и *Homaliadelphus laevidentatus* имеют в России только одно местонахождение (Приморский край).

Анализ особенностей распространения всех охраняемых на федеральном уровне видов мохообразных выявил общие характерные признаки. Так, для большинства из них свойственно дизъюнктивное распространение и низкая численность популяции. Много видов обитает на границе распространения или имеют ограниченный ареал, часть которого находится на территории России. Некоторые виды имеют узкую экологическую специализацию и приурочены к специфическим местообитаниям. Для части видов известно в России всего одно или два изолированных местонахождения. Среди охраняемых видов мохообразных семь являются эндемиками и два реликтами. Два вида мохообразных внесены в Красный список МСОП.

Анализ картографического материала показал, что на значительной территории России (центральные части Сибири и европейской территории России) местообитания охраняемых видов не выявлены. В то же время выделяются несколько крупных и мелких центров видовой концентрации редких и находящихся под угрозой исчезновения мохообразных. Это, прежде всего, юг Приморья, на территории которого обитает 21 «краснокнижный» вид (34% всех видов, включенных в Красную книгу РФ). Высокое разнообразие редких видов обнаружено в горах Южной Сибири (17 видов): район Восточного Саяна – 13 видов и регион Алтая и Западного Саяна – 8 видов; на территории севера Карелии и Кольского полуострова – 10 видов. Необходимо отметить регион юга Камчатки с Курильскими островами (7 видов) и Прибалтийский регион (6 видов). Выделяются несколько мелких центров видовой концентрации охраняемых мохообразных: остров Врангеля, дельта реки Лена, Чукотский полуостров.

Доля охраняемых видов является одной из важных характеристик биоразнообразия и включена Европейской экономической комиссией в показатели по биоразнообразию наряду с такими индикаторами, как общее количество видов, число охраняемых видов и др. [Recommendations ..., 2017]. Также одним из показателей сохранения видового разнообразия является доля редких и находящихся под угрозой исчезновения видов, занесенных в Красную книгу РФ, в общем количестве соответствующих видов [Стратегия ..., 2014].

Приблизительный расчет доли видов, занесенных в Красную книгу РФ, в общем количестве описанных видов определенных групп организмов в целом для всей территории России приведен в работе А.А. Присяжной с соавт. [2015]. В наибольшей степени представлены в Красных книгах те организмы, которые легче поддаются учету (так, доля млекопитающих составляет 20% общего разнообразия). Охраняемые виды растений в целом составляют 4%, мохообразные – 2–3% видового разнообразия. Для сравнения, в Красный список МСОП внесено 100% млекопитающих, 100% птиц; растений же в целом – 8%, а мохообразных всего 0,6% от общего количества описанных видов мхов [The IUCN Red List, 2018].

Для оценки неоднородности распространенности «краснокнижных» видов мохообразных была создана в геоинформационной системе новая тематическая карта «Доля охраняемых на федеральном уровне видов мохообразных на территории Российской Федерации» (рис. 2) на основе оцифрованной

карты «Биомы России» [2015] и карты «Распространение охраняемых на федеральном уровне видов мохообразных на территории Российской Федерации» (рис. 1).

Слой со штриховкой характеризует долю видов, занесенных в Красную книгу РФ, в общем видовом разнообразии мохообразных; количественный состав мохообразных на территории России отображен значками (столбиками); индексы биомов сохранены для их идентификации по карте «Биомы России». Необходимо отметить, что на карте «Биомы России» (уникальной для России) приведены в полном объеме данные по биоразнообразию флоры (в том числе мохообразных) и фауны региональных биомов. Количественная оценка видов растений, по мнению авторов, в силу малой изученности некоторых групп дает общее (сравнительное) представление о современном флористическом богатстве биомов. Для отдельных биомов количество видов авторы определяли по данным учета в заповедниках или по экспертным оценкам [Огуреева, Котова, 2014].

Проведенное нами ранжирование биомов по общему видовому разнообразию мохообразных выявило пределы изменения этого показателя – 130–720. Необходимо отметить, что практически все биомы с большим количеством видов бриофлоры (450 видов и более) являются биомы гор (оробимы). Богатое разнообразие наблюдается в Камчатском (720 видов), а также Алтайском, Путоранском и Анабарском оробимах (650 видов). Среди биомов равнин выделяется Кольско-Карельский гипоарктическо-таежный (630 видов). Самое низкое

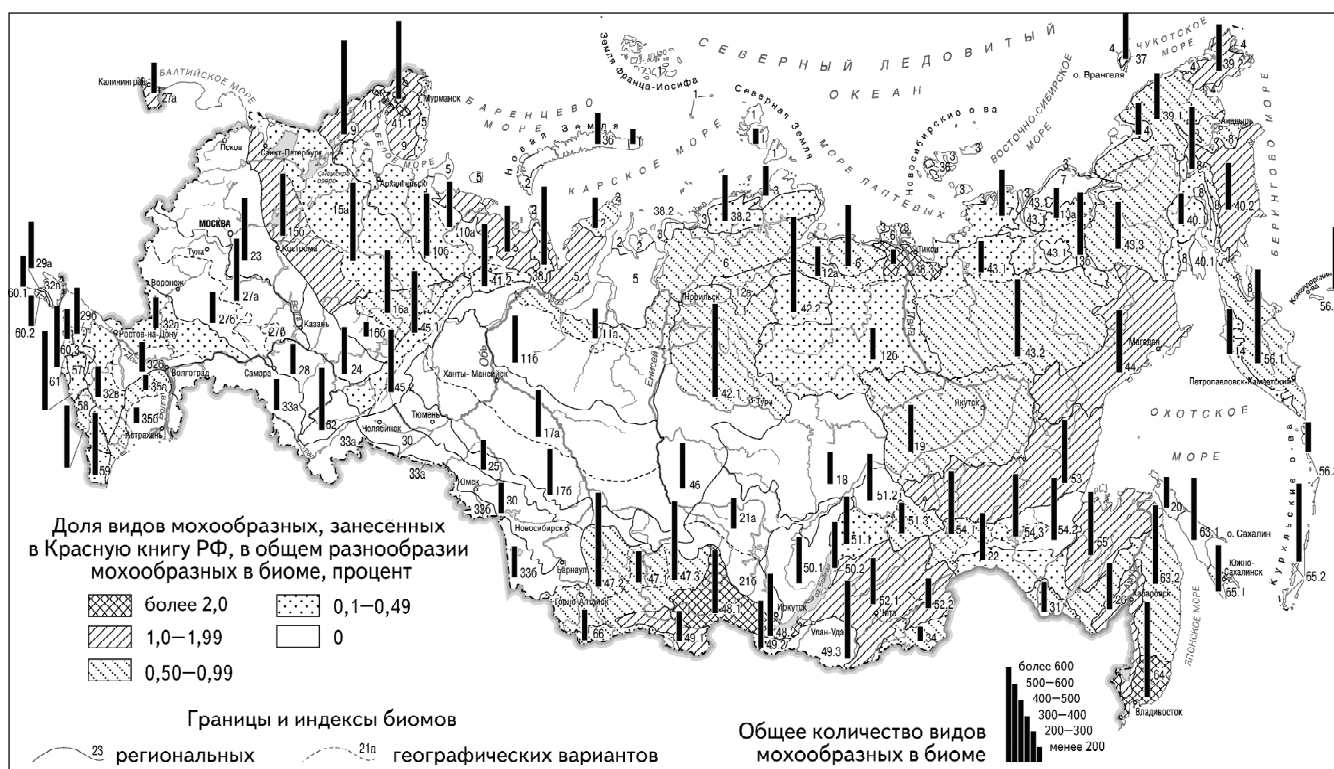


Рис. 2. Доля охраняемых на федеральном уровне видов мохообразных на территории Российской Федерации

Fig. 2. The percentage of federally protected bryophytes in bryophyte diversity within the territory of the Russian Federation

разнообразие мхов наблюдается в биоме равнин Прикаспийском пустынном (130 видов) и в Даурском степном (150 видов).

Расчет доли видов мохообразных, занесенных в Красную книгу РФ, в общем видовом разнообразии бриофлоры различных биомов показал, что этот индикатор изменяется в пределах 0–3,25%. Важно отметить, что практически на 40% площади России (36 биомов) «краснокнижные» виды мохообразных не встречаются! При этом общее видовое разнообразие мохообразных на этой территории изменяется от низкого – менее 200 видов (некоторые степные биомы и биомы арктических пустынь) до высокого – более 450 видов (Саяно-Южнобайкальский Бурятский, Южноуральский, Восточноуральский оробиомы).

Низкая доля охраняемых видов мохообразных (<0,5%) отмечается как в оробиоме, так и равнинных биоме, в бореальных (таежных), арктических и гипоарктических тундровых, а также в степных биоме. Площадь занимаемой территории – 17%.

На обширной территории (суммарная площадь – 41%) Дальнего Востока, гор Южной Сибири, Северо-Восточной Сибири, северной части Средней и Западной Сибири, Северо-Запада «краснокнижные» виды мохообразных в биоме и оробиоме составляют 0,5 – менее 2% видового разнообразия бриофлоры.

Выделяются оробиомы с высокой долей охраняемых видов мохообразных (2% и более): Приленский (арктические и гипоарктические тундровые оробиомы) – 3,25%; Хибинский – 3,23%, Хамар-Дабанский – 2,5%, Восточносаянский – 2,22% (бореальные (таежные) оробиомы); Сихотэ-Алиньский южный (оробиомы неморальных хвойно-широколиственных и широколиственных лесов) – 2%. Необходимо отметить, что в четырех из указанных биомов видовое разнообразие достаточно высокое (более 400 видов), а в Приленском – очень низкое (154 вида). Общая площадь регионов с высокой долей охраняемых видов мохообразных составляет менее 2%.

Мы уже упоминали, что охраняемые виды мохообразных в целом по России составляют приблизительно 2–3% от общего видового разнообразия бриофлоры. Ранжирование биомов по уровню доли охраняемых видов мохообразных показало, что площадь регионов с высокими значениями рассматриваемого показателя (2–3,25%) составляет менее 2% площади России! Причем, на этой территории произрастают 66% всех занесенных в Красную книгу РФ видов мохообразных (40 видов).

В то же время высокая доля редких видов мохообразных характерна для многих региональных флор России. Необходимо также отметить, что большое количество редко встречающихся видов (25–40%) является особенностью бриофлоры [Баишева, 2007]. Во флоре мхов Республики Башкортостан этот показатель составляет 38% [Баишева, 2010], Чукотки – 31,5% [Беликович с соавт., 2006], Республики Коми – 40,6% [Железнова, 2000], в Центральной Сибири – 23% [Бардунов, 1999], в юго-западной Якутии – 30% [Кривошапкин, 1998]. На территории

Корякского нагорья было выявлено 46,2% редких видов мхов [Кузьмина, 2008]. В этой работе для выяснения факторов, влияющих на встречаемость видов, была проведена группировка редких видов по пяти признакам. Основными причинами проявления феномена редкости автором указывается на приуроченность видов к специфическим местообитаниям и недостаточную изученность территории исследования.

Таким образом, установленная неравномерность пространственного распространения охраняемых на федеральном уровне видов мохообразных на территории России вызывает ряд вопросов. Связано ли это с тем, что действительно в выявленных регионах нет видов, нуждающихся в охране на федеральном уровне? Или это обусловлено недостаточной бриологической изученностью данной территории? Поскольку многие исследователи указывают на высокий показатель редкой встречаемости в региональных бриофлорах, возникает вопрос о выявлении видов, приоритетных для охраны именно на федеральном уровне. Следует отметить, что в некоторых субъектах РФ, на территории которых охраняемые на федеральном уровне виды не выявлены, уже осуществляется охрана ряда представителей бриофлоры на региональном уровне. В обстоятельной статье Э.З. Баишевой [2007] особое внимание уделено специфике организации охраны мохообразных. В частности, автор пишет о необходимости создания специальной программы по охране биоразнообразия бриофитов. При этом для обоснования концепции охраны бриофитов необходимы комплексные исследования, включающие анализ экологического режима и истории растительности в зонах повышенного разнообразия мхов, изучение эколого-фитоценологических стратегий, особенностей популяционной и репродуктивной биологии видов.

Выводы:

– на основе анализа количественного состава и экологических характеристик видов мохообразных, занесенных в Красную книгу РФ, выявлены общие характерные особенности распространения охраняемых на федеральном уровне видов мохообразных. Выделены крупные и мелкие центры видовой концентрации охраняемых мохообразных. Показано, что 34% всех «краснокнижных» видов обитает в регионе юга Приморья;

– впервые оценена доля охраняемых на федеральном уровне видов в общем разнообразии бриофлоры различных биомов и установлено, что этот показатель изменяется на территории России в пределах 0–3,25%. Показано, что площадь регионов с высокими значениями рассматриваемого индикатора составляет менее 2% площади России и на этой территории обитает 66% всех охраняемых видов мохообразных. Выявлено, что практически на 40% площади России (в том числе на хорошо изученной урбанизированной центральной части европейской территории России) «краснокнижные» виды мохообразных не встречаются;

– представленный картографический материал демонстрирует неравномерность пространственного распространения охраняемых видов мохообразных на территории России. Многие специалисты акцентируют внимание на такой особенности бриофлоры как редкая встречаемость видов, и это с не-

избежностью ставит задачу дополнительного исследования мохообразных в целом ряде регионов с целью выявления находящихся под угрозой исчезновения видов, нуждающихся в охране на федеральном уровне, и в дальнейшем включения их в Красную книгу Российской Федерации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Абрамов И.И., Абрамова А.Л. Условия произрастания и географическое распространение // Жизнь растений. В 6 т. Т. 4: Мхи. Плауны. Хвощи. Папоротники. Голосеменные растения. М.: Просвещение, 1978. С. 55.

Баишева Э.З. Разнообразие мохообразных естественных экосистем: подходы к изучению и особенности охраны // Успехи современной биологии. 2007. Т. 127. № 3. С. 316–333.

Баишева Э.З. Эколого-фитоценотическая структура бриокомпонента лесной растительности Республики Башкортостан. Автореф. дис. ... докт. биол. н. Уфа, 2010. 32 с.

Бардунов Л.В. О редких видах во флоре листостебельных мхов Центральной Сибири // Бот. журн. 1999. Т. 84. № 2. С. 73–78.

Беликович А.В., Галанин А.В., Афонина О.М., Макарова И.И. Растительный мир особо охраняемых территорий Чукотки. Владивосток: БСИ ДВО РАН, 2006. 250 с.

Железнова Г.В. Флора листостебельных мхов Республики Коми. Автореф. дис. ... докт. биол. н. Сыктывкар, 2000. 47 с.

Игнатов М.С., Афонина О.М., Игнатова Е.А. Флора мхов России: состояние изученности и перспективы // Фундаментальные и прикладные проблемы ботаники в начале XXI века. Ч. 2. Альгология, микология, лихенология, бриология. Мат-лы Всерос. конф. Петрозаводск, 2008. С. 305–306.

Карта «Биомы России» (М 1:7 500 000) / Гл. ред. Г.Н. Огуреева. М.: ООО «Финансовый и организационный консалтинг», 2015.

Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. 885 с.

Кривошапкин К.К. Листостебельные мхи Юго-Западной Якутии. Дис. ... канд. биол. наук. СПб., 1998. 270 с.

Кузьмина Е.Ю. Редкие виды флоры мхов Корякского нагорья // Фундаментальные и прикладные проблемы ботаники в начале XXI века. Ч. 2. Альгология, микология, лихенология, бриология. Мат-лы Всерос. конф. Петрозаводск, 2008. С. 309–312.

Огуреева Г.Н., Котова Т.В. Карта «Биомы России» и ее роль в совершенствовании экологического образования и природоохранной деятельности. Мат-лы межд. конф. «ИнтерКарто/ИнтерГИС». 2014. № 20. С. 632–641. DOI:10.24057/2414-9179-2014-1-20-632-641

Присяжная А.А., Снакин В.В., Митенко Г.В., Хрисанов В.Р. Учет и картографирование охраняемых видов растений и животных // Геодезия и картография. 2016. № 2. С. 30–37.

Присяжная А.А., Снакин В.В., Хрисанов В.Р., Митенко Г.В. Современное состояние учета охраняемых видов растений и животных // Использование и охрана природных ресурсов в России. 2015. № 2, 3. С. 31–37, 38–42.

Стратегия сохранения редких и находящихся под угрозой исчезновения видов животных, растений и грибов в Российской Федерации на период до 2030 года. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.legalacts.ru> (дата обращения 20.02.2018).

Тишков А.А. Сохранение биологического разнообразия в России // Россия в окружающем мире: 2005. М.: Модус К – Этерна, 2006. С. 82–124.

Федосов В.Э., Игнатова Е.А., Игнатов М.С. Мхи севера России // Теоретическая и прикладная экология. 2014. № 1. С. 22–25.

Флинт В.Е. Сохранение редких видов в России (теория и практика) // Сохранение и восстановление биоразнообразия. М.: Изд-во НУМЦ, 2002. С. 7–58.

Recommendations for revising the ECE set of environmental indicators: Energy and Biodiversity, 2017 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.unece.org> (дата обращения 07.05.2018).

The Bryophytes (Mosses and liverworts) / The Plant List. Version 1.1. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.theplantlist.org> (дата обращения 07.02.2018).

The IUCN Red List of Threatened Species. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.iucnredlist.org> (дата обращения 14.03.2018).

Поступила в редакцию 19.06.2018

После доработки 25.09.2018

Принята к публикации 08.10.2018

A.A. Prisyazhnaya¹, S.A. Kruglova²,
V.R. Khrisanov³, V.V. Snakin⁴

DISTRIBUTION OF RARE AND THREATENED SPECIES OF BRYOPHYTES WITHIN THE TERRITORY OF RUSSIA

Geographical distribution of bryophytes included in the Red Data Book of the Russian Federation is discussed. The quantitative composition and ecological characteristics of rare and threatened species of bryophytes are analyzed by categories of rarity status. Several centers of species concentration for protected bryophytes are identified within the territory of Russia. It is shown that 34% of all federally protected

¹ Institute of Basic Biological Problems RAS, Senior Research Scientist, PhD. in Biology; e-mail: alla_pris@rambler.ru

² Institute of Basic Biological Problems RAS, Research Scientist; e-mail: krugsa@rambler.ru

³ Institute of Basic Biological Problems RAS, Senior Research Scientist, PhD. in Geography; e-mail: hvr14@yandex.ru

⁴ Lomonosov Moscow State University, The Earth Science Museum, head of sector; Institute of Basic Biological Problems RAS, head of the laboratory; Professor, D. Sc. in Biology; e-mail: snakin@mail.ru

species are localized in the Primorsky Krai. The percentage of protected bryophytes in the bryophyte diversity of biomes was determined using the geoinformation analysis. This indicator varies from 0 to 3,25% in Russia. The area of regions with a higher proportion of protected species is less than 2% of the territory of Russia. The protected species of bryophytes were not found within 40% of the national territory.

Key words: bryophytes, species diversity, rare and threatened species, percentage of protected species, ecological mapping

REFERENCES

- Abramov I.I., Abramova A.L.* Usloviya proizrastaniya i geograficheskoe rasprostraneniye [Growth conditions and geographical distribution]. *Zhizn' rastenij: Mhi. Plauny. Hvoshhi. Paprotniki. Golosemennye rastenija. Prosveshhenie.* Moscow, 1978. P. 55 (in Russian).
- Baisheva Je.Z.* Jekologo-fitocenoticheskaja struktura briekomponenta lesnoj rastitel'nosti Respubliki Bashkortostan [Ecological-phytocenotic structure of the bryophyte component of forest vegetation in the Republic of Bashkortostan]. Ufa, 2010. 32 p. (in Russian).
- Baisheva Je.Z.* Raznoobrazie mohoobraznyh estestvennyh jekosistem: podhody k izucheniju i osobennosti ohrany [Diversity of Bryophyte in natural ecosystems: approaches to study and specific features of protection] // *Uspehi sovremennoj biologii.* 2007. V. 127. № 3. P. 316–333 (in Russian).
- Bardunov L.V.* O redkih vidah vo flore listostebel'nyh mhov Central'noj Sibiri [About rare species in the Bryopsida flora of Central Siberia] // *Botanicheskij zhurnal.* 1999. V. 84. № 2. P. 73–78 (in Russian).
- Belikov A.V., Galanin A.V., Afonina O.M., Makarova I.I.* Rastitel'nyj mir osobo ohranjaemyh territorij Chukotki [Flora of the protected areas of Chukotka] // *BSI DVO RAN.* Vladivostok, 2006. 250 p. (in Russian).
- Fedosov V.Je., Ignatova E.A., Ignatov M.S.* Mhi severa Rossii [Mosses of the North of Russia] // *Teoreticheskaja i prikladnaja jekologija.* 2014. № 1. P. 22–25 (in Russian).
- Flint V.E.* Sohranenie redkih vidov v Rossii (teorija i praktika) [Conservation of rare species in Russia (theory and practice)]. Sohranenie i vosstanovlenie bioraznoobrazija. Moscow: NUMC, 2002. P. 7–58 (in Russian).
- Ignatov M.S., Afonina O.M., Ignatova E.A.* Flora mhov Rossii: sostojanie izuchennosti i perspektivy [Flora of the mosses of Russia: state of knowledge and prospects]. *Fundamental'nye i prikladnye problemy botaniki v nachale XXI veka: Al'gologija, mikologija, lihenologija, briologija.* Petrozavodsk, 2008. P. 305–306 (in Russian).
- Karta «Biomy Rossii» (M 1:7 500 000) [The map «Biomes of Russia» (M 1:7 500 000)]. OOO «Finansovyy i organizacionnyj konsalting». Moscow, 2015 (in Russian).
- Krasnaja kniga Rossijskoj Federacii (rastenija i griby) [The Red Data Book of the Russian Federation (Plants and Fungi)]. *Tovarishhestvo nauchnyh izdanij KMK.* Moscow, 2008. 885 p. (in Russian).
- Krivoshapkin K.K.* Listostebel'nye mhi Jugo-Zapadnoj Jakutii [Bryopsida of South-West Yakutia]. St. Petersburg, 1998. 270 p. (in Russian).
- Kuz'mina E.Ju.* Redkie vidy flory mhov Korjaskogo nagor'ja [Rare species of the flora of mosses of the Koryak Highland] // *Fundamental'nye i prikladnye problemy botaniki v nachale XXI veka: Al'gologija, mikologija, lihenologija, briologija.* Petrozavodsk, 2008. P. 309–312 (in Russian).
- Ogureva G.N., Kotova T.V.* Karta «Biomy Rossii» i ee rol' v sovershenstvovanii jekologicheskogo obrazovanija i prirodooohrannoj dejatel'nosti [The map «Biomes of Russia» and its role in the improvement of ecological education and nature protection activities]. 2014. № 20. P. 632–641. DOI:10.24057/2414-9179-2014-1-20-632-641 (in Russian).
- Prisjazhnaja A.A., Snakin V.V., Khrisanov V.R., Mitenko G.V.* Sovremennoe sostojanie uchjota ohranjaemyh vidov rastenij i zhivotnyh [Current state of inventory of protected plant and animal species] // *Ispol'zovanie i ohrana prirodnyh resursov v Rossii.* 2015. № 2, 3. P. 31–37, 38–42 (in Russian).
- Prisjazhnaja A.A., Snakin V.V., Mitenko G.V., Khrisanov V.R.* Uchjot i kartografirovanie ohranjaemyh vidov rastenij i zhivotnyh [Inventory and mapping of protected plant and animal species] // *Geodezija i kartografija.* 2016. № 2. P. 30–37 (in Russian).
- Recommendations for revising the ECE set of environmental indicators: Energy and Biodiversity, 2017. URL: <https://www.unecce.org> (access: 07.05.2018).
- Strategija sohraneniya redkih i nahodjashchih pod ugrozoy ischeznovenija vidov zhivotnyh, rastenij i gribov v Rossijskoj Federacii na period do 2030 goda [Strategy of conservation of rare and threatened species of animals, plants and fungi in the Russian Federation till 2030]. URL: <https://www.legalacts.ru> (access: 20.02.2018) (in Russian).
- The Bryophytes (Mosses and liverworts), The Plant List. URL: <https://www.theplantlist.org> (access: 07.02.2018).
- The IUCN Red List of Threatened Species. URL: <https://www.iucnredlist.org> (access: 14.03.2018).
- Tishkov A.A.* Sohranenie biologicheskogo raznoobrazija v Rossii [Conservation of biodiversity in Russia]. *Rossija v okruzhajushhem mire*, 2005. Modus K – Jeterna. Moscow, 2006. P. 82–124 (in Russian).
- Zheleznova G.V.* Flora listostebel'nyh mhov Respubliki Komi [Flora of Bryopsida of the Republic of Komi]. Syktyvkar, 2000. 47 p. (in Russian).

Received 19.06.2018

Revised 25.09.2018

Accepted 08.10.2018

УДК 502.31

Нгуен Данг Хой¹, Данг Хунг Кыонг², Нго Чунг Зунг³

АНТРОПОГЕННАЯ СУКЦЕССИЯ ЛАНДШАФТОВ ЗАПАДНЫХ ПРОВИНЦИЙ ВЬЕТНАМА

Изменение и антропогенная сукцессия являются особенностью ландшафта в каждом регионе, и такой процесс в зоне тройной границы стран Индокитая (уезды Шатхэй и Нгокхой, провинция Контум, Вьетнам) не исключение. Природные компоненты исследуемой территории довольно сложно дифференцированы, в том числе имеет место антропогенное воздействие. Эти компоненты и элементы образуют ландшафтную систему, в состав которой входит 1 подсистема, 3 класса, 5 подклассов, 11 типов и 61 вид ландшафтов. Виды ландшафтов здесь сильно изменяются. Так, в период с 2005 по 2015 год сформировались 12 новых видов, а 17 – исчезли. Сукцессия ландшафтов (на уровне видов ландшафтов) происходит в результате как антропогенных, так и естественных процессов, при этом доминирующим фактором является антропогенное воздействие. Это главная причина того, что сукцессия видов ландшафтов происходит в очень короткие сроки – от нескольких лет до десятилетий. Разумное поведение человека и рациональные меры по сохранению природных ресурсов являются ключом к устойчивому развитию, сохранению и формированию ландшафтов с высокой экономической эффективностью и хорошим качеством окружающей среды.

Ключевые слова: антропогенная сукцессия, изменение, ландшафт, тройная граница стран Индокитая

Введение. Ландшафт – природный территориальный комплекс, основная единица изучения комплексной физической географии; система, складывающаяся в процессе исторического развития, характеризующаяся однородным рельефом, климатом, гидрологической сетью, почвенным и растительным покровом, животным миром, населением с определенными культурными традициями. Ландшафт – динамическая система, которую формирует взаимодействие всех ландшафтообразующих компонентов и элементов. Деятельность человека – наиболее существенный фактор, вызывающий преобразование ландшафтов [Нгуен, 2004, 2010].

В результате все более интенсивного и разнообразного использования ресурсов и территорий, то есть антропогенного воздействия на природу, усиливается преобразование конкретных ландшафтов. Процесс взаимодействия компонентов ландшафта приобретает характеристики, отличающиеся от естественных аналогов. Именно воздействие человека нередко определяет изменение и сукцессию ландшафтов [Марцинкевич, 2005; Нгуен, 2006; Фунг, 1996; Westing, Arthur H., 1981; Royal Botanic Gardens Victoria, 2016]. Это актуальная проблема для ряда развивающихся стран, в том числе и для Вьетнама.

В территориальном отношении два уезда Шатхэй (Sa Thay) и Нгокхой (NgocHoi) провинции Контум (Kon Tum) Вьетнама расположены в пограничной зоне трех стран Индокитая. Эта территория характеризуется уникальными ландшафтами и географическими условиями. На гетерогенной горно-

холмисто-долинной территории многовековая стабильная жизнедеятельность местного населения нарушается переселением жителей из других районов страны, вследствие чего осложняется обстановка с различными традициями природопользования. Наряду с этим данная территория подвергалась распылению гербицидов войсками США во время войны, что привело к тяжким последствиям для ландшафтов и природной среды [Гусев, 2012; Нгуен, 2004]. Вся совокупность видов воздействия на природу в течение прошедших десятилетий привела к резкому изменению ландшафтов исследуемой территории, в основном в результате антропогенного воздействия.

В настоящей статье показаны результаты исследования трансформации и сукцессии ландшафтов на территории уездов Шатхэй и Нгокхой за последние десятилетия; рассмотрены ландшафтообразующие компоненты, в частности антропогенный компонент и факторы, влиявшие на сукцессионный процесс ландшафтов в прошлом и способные повлиять на него в будущем. Представленные выводы послужат основанием для рационального управления природными ресурсами.

Материалы и методы. Полевые обследования проводились с целью сбора данных о характеристиках природных, социально-экономических компонентов и элементов. Точечные и линейные обследования в различных структурных единицах ландшафта выполнялись для определения природных особенностей, характера деятельности человека, и

¹ Совместный Российско-Вьетнамский тропический научно-исследовательский и технологический центр, Институт тропической экологии, директор, доцент, канд. геогр. н.; e-mail: danghoi110@gmail.com

² Совместный Российско-Вьетнамский тропический научно-исследовательский и технологический центр, Институт тропической экологии, аспирант; e-mail: danghungcuong@gmail.com

³ Совместный Российско-Вьетнамский тропический научно-исследовательский и технологический центр, Институт тропической экологии, аспирант; e-mail: ngotrungdung266@gmail.com

их пространственной дифференциации. Проведено уточнение границы таксономических единиц ландшафта, в особенности типов и видов ландшафта. Метод интервьюирования также использовался для ретроспективного анализа последствий химической войны, характеристик сообществ растений до, во время и после военных действия путем опроса местных жителей, должностных лиц, живущих и работающих на территории уездов Нгокхой и Шатхэй.

ГИС и картографические методы использовались для составления карт отдельных компонентов и ландшафтов исследуемого района. Программное обеспечение для картографирования – Mapinfo Pro 15 и Arcgis 10.2. Карты компонентов ландшафта составлены и отредактированы по данным и исходным картам в масштабе 1:100 000 (геологическая, почвенно-геоморфологическая, биоклиматическая и карта растительного покрова) [Нгуен, 2004; Чэу, 2016] и по космическим снимкам SPOT (2015 г.). Карты ландшафтов исследуемого района построены в масштабе 1:50 000 на основе совмещения тематических карт (с учетом карт землепользования провинции Контум, 2005 и 2015 гг.) [Народный комитет провинции Контум, 2005, 2015].

Сравнительный метод и синтетическая оценка [Тишков, 2012] использовались при определении компонентов, формирующих ландшафты; для оценки изменения и сукцессии на основе идентификации признаков в полевых условиях; а также интервью, данных дистанционного зондирования и закономерностей типичных растительных сообществ в муссонных тропиках.

Результаты исследования и обсуждение. Особенности ландшафтообразующих компонентов и факторов на исследуемой территории. Географическое положение. Примыкающая к зоне общей границы с Лаосом и Камбоджей часть территории Вьетнама представлена двумя уездами: Шатхэй и Нгокхой, провинции Контум. На востоке территории находятся уезды Дакто, Дакха и город Контум; на севере находятся уезды Дакглей и Туморонг; на юге находятся уезды Иаграй и Тьпах провинции Зялай; на западе территория граничит с провинцией Аттапы (Attapeu) Лаоса и провинцией Ратанакири (Ratanakiri) Камбоджи. Общая площадь двух уездов близ тройной границы составляет 324 тыс. га – 33% площади провинции Контум. На территории есть международный погранпереход Бои (Boi) между Вьетнамом и Лаосом, который находится на юге уезда Нгокхой в 3,5 км севернее тройного пограничного стыка.

Особенности тектоники и литологического состава. Исследуемый район относится к тектоническому блоку в составе древнего кристаллического фундамента (плита Контум). Здесь встречаются метаморфические образования архейской эры, протерозоя; осадочные формации юрского (J), триасового (T) периодов; гранитные интрузивные формации Бензанг–Кюэшон; на юго-востоке территории распространены изверженные базальтовые породы кайнозойского периода и неконсолидированные

осадочные породы четвертичного периода. Образования конгломератов песчаника и сланца занимают значительную площадь в уезде Шатхэй; интрузивные магматические образования, сформированные биотитами основных гранодиоритовых пород, также широко распространены на исследуемой территории.

Рельеф. Геоморфологические особенности двух уездов Шатхэй и Нгокхой – в основном характерны для всей территории Контум. Характер рельефа местности куполообразный, с наиболее высокой точкой в центре и понижением по мере удаления от него. Среднегорья занимают небольшие площади и находятся в основном в центре исследуемого района. Средняя высота местности 1000–1200 м, уклон >30°. Низкогорья занимают наибольшую площадь и распределены почти по всей исследуемой территории. Средняя абсолютная высота 400–600 м, средний уклон 15–25°. Долины и плоскогорья расположены вдоль реки Поко, протекающей по уездам Нгокхой и Шатхэй и характеризуются небольшим уклоном с севера на юг. Средняя высота 300–500 м над уровнем моря, средний уклон 15°.

Характеристики климата и гидрологической сети. В соответствии с районированием климата территорию Шатхэй–Нгокхой относят к тропическому муссонному субрегиону с характерной сменой сезонов, коротким влажным зимним сезоном с большим и средним количеством осадков. Среднегодовая температура 23°C, в пределах 20–24°C, годовая сумма температур выше 10°C составляет 8000°C. Среднегодовое количество осадков составляет 2000 мм и разделяется на два сезона: сезон дождей (с мая по октябрь) и сухой сезон (с ноября по апрель).

Исследуемый район имеет плотную гидрологическую сеть, которая распределяется равномерно, включая три основных речных системы: Шатхэй, Дакшиа (Dak Sia) и Дакпоко (Dak Poko). Система реки Шатхэй находится на юге уезда Шатхэй, протекает с севера на юг. Площадь бассейна небольшая, но имеется много притоков и непересыхающих ручьев. Истоки реки Дакшиа – в горном массиве Тюмомрай. Река протекает через центр уезда Шатхэй с северо-запада на юго-восток. Река Дакпоко берет начало в горном массиве Нгоклинь (с вершиной г. Нгоклинь – самой высокой в Южном Вьетнаме, 2598 м над ур. м.), протекает через исследуемую территорию с уезда Нгокхой на юг уезда Шатхэй и сливается с рекой Ше Шан (Se San).

Особенности почв. В исследуемом районе почвенный покров весьма разнообразен: здесь отмечается 14 его видов. Наиболее распространены ферраллитные красно-желтые почвы на кислых магматических почвообразующих породах, красно-желтые почвы на метаморфических породах, красно-желтые и желто-красные почвы на корках выветривания и желто-красные гуминовые почвы на слоистых породах.

Особенности растительного покрова. Климатические и почвенные факторы муссонного тропического горного района влияют на формирование

характерных комбинаций естественной и антропогенной растительности. Ряд примеров приводятся ниже.

Вечнозеленый широколиственный тропический лес расположен в уезде Шатхэй и на юге уезда Нгокхой, в низко- и среднегорном поясах. На высоте до 1000 м над ур. м. структура леса включает четыре яруса. Высота верхнего яруса 25–35 м, диаметр стволов 50–70 см. Видовой состав разнообразен, представлены *Anisoptera costata*, *Bischofia javanica*, *Canarium* sp., *Dracontomelon* sp., *Ficus*, *Litsea*, *Pometia pinnata*, *Pterospermum*, *Syzygium*. Высота второго яруса 15–20 м; высота третьего яруса 5–10 м; высота четвертого яруса 2–4 м.

Смешанный лес (бамбуково-древесный) местами встречается на исследуемой территории. Саванна и заросли кустарников сформированы преимущественно в результате антропогенной деятельности. Искусственные посадки разнообразны, в основном это аборигенные виды лесохозяйственных и сельскохозяйственных культур и фруктовых деревьев.

Численность населения. Территории Шатхэй–Нгокхой населяют 18 народностей (местные и иммигрировавшие). К местным племенам относятся Зя Рай (Gia Rai), Зье Чьенг (Gie Trieng), Се Данг (Xe Dang), Хланг (H'Lang), Ро Мам (Ro Mam), Ро Нгао (Ro Ngao). К иммигрировавшим относятся Кинь (Kinh), Мьонг (Muong), Тхэй (Thai). У каждого народа нет отдельной этнической территории, но представители одного племени селятся в определенной зоне. В настоящее время (2015 г.) численность населения уездов Шатхэй, Нгокхой составляет 100 874 человек. Средняя плотность 31 ч/км². Исследуемая территория представляет собой район с самой низкой плотностью населения на плато Тэйнгуен, Вьетнам.

Основные направления экономической деятельности. Основными видами жизнедеятельности в уездах Шатхэй, Нгокхой являются сельское и лесное хозяйство. Они оказывают непосредственное влияние на ландшафты. Главными направлениями антропогенной деятельности, вызывающими изменения ландшафтов являются: процесс свобод-

ной миграции (кочевка); подсечно-огневое земледелие, эксплуатация лесных ресурсов, охота на диких животных, возделывание почвы на склонах и др. Кроме того, осуществляются лесохозяйственные мероприятия, направленные на сохранение и восстановление защитных и уникальных лесов (например, в Национальном парке Тьюомрай), лесопосадки для получения сырья для бумажной промышленности, выращивание ароматических растений.

Химическая война. Шатхэй и Нгокхой – первые регионы, где армия США отрабатывала методики применения гербицидов в военных целях. Последствия экоцидной войны для ландшафтов были чрезвычайно тяжкими. Значительная площадь лесов была уничтожена и сменилась кустарниковой саванной. На некоторых территориях происходит восстановление вторичными лесами, бедными в отношении видового разнообразия и запасов древесины. Над территорией 374 было осуществлено распыление гербицидов с самолетов в объеме 954 тыс. галлонов оранжевого, белого и синего агентов [Фунг, 1996]. В ходе операции Ranch Hand более 40% природной территории в этом районе массированно обработано гербицидом; 77% распыленных веществ – оранжевый агент с диоксином.

Изменение и антропогенная сукцессия ландшафтов. Категории и критерии классификации ландшафтов. С учетом типологической трактовки ландшафтная карта зоны тройной границы, в частности двух уездов Шатхэй и Нгокхой, провинции Контум составлена в масштабе 1:50 000, при этом использована система классификации состоящая из шести рангов: система→подсистема→класс→подкласс→тип→вид ландшафтов (табл. 1).

Характеристики ландшафтов территории Шатхэй–Нгокхой. На ландшафтной карте масштаба 1:50 000 (рис. 1 и табл. 2) показано распределение ландшафтов в уездах Шатхэй–Нгокхой. Установлено, что территория довольно гетерогенна в отношении ландшафтного покрова. Составляющие ее ландшафты принадлежат одной системе, одной подсистеме, трем классам, пяти подклассам, одиннадцати типам и 61 виду.

Таблица 1

Таксономический ранг и критерии классификации ландшафтов территории Шатхэй–Нгокхой

№	Таксономический ранг	Критерии классификации
1	Система	Решающая роль режима атмосферной циркуляции в процессе формирования климата в поясе
2	Подсистема	Решающая роль режима атмосферной циркуляции в процессе формирования климата и экологического района флоры
3	Класс	Особенность формы рельефа, обуславливающая однородность двух больших процессов в вещественном цикле: эрозия и концентрация
4	Подкласс	Особенность образования крупных форм рельефа проявляет аazonальные свойства на основе сочетания рельефа и типичного геоморфологического процесса
5	Тип	Особенность дозирования биоклимата и антропогенной деятельности, обуславливающая формирование групп покрова растительности (кроме типа водоема)
6	Вид	Дифференциация покровов растительности на разных видах почв (кроме вида водоема)

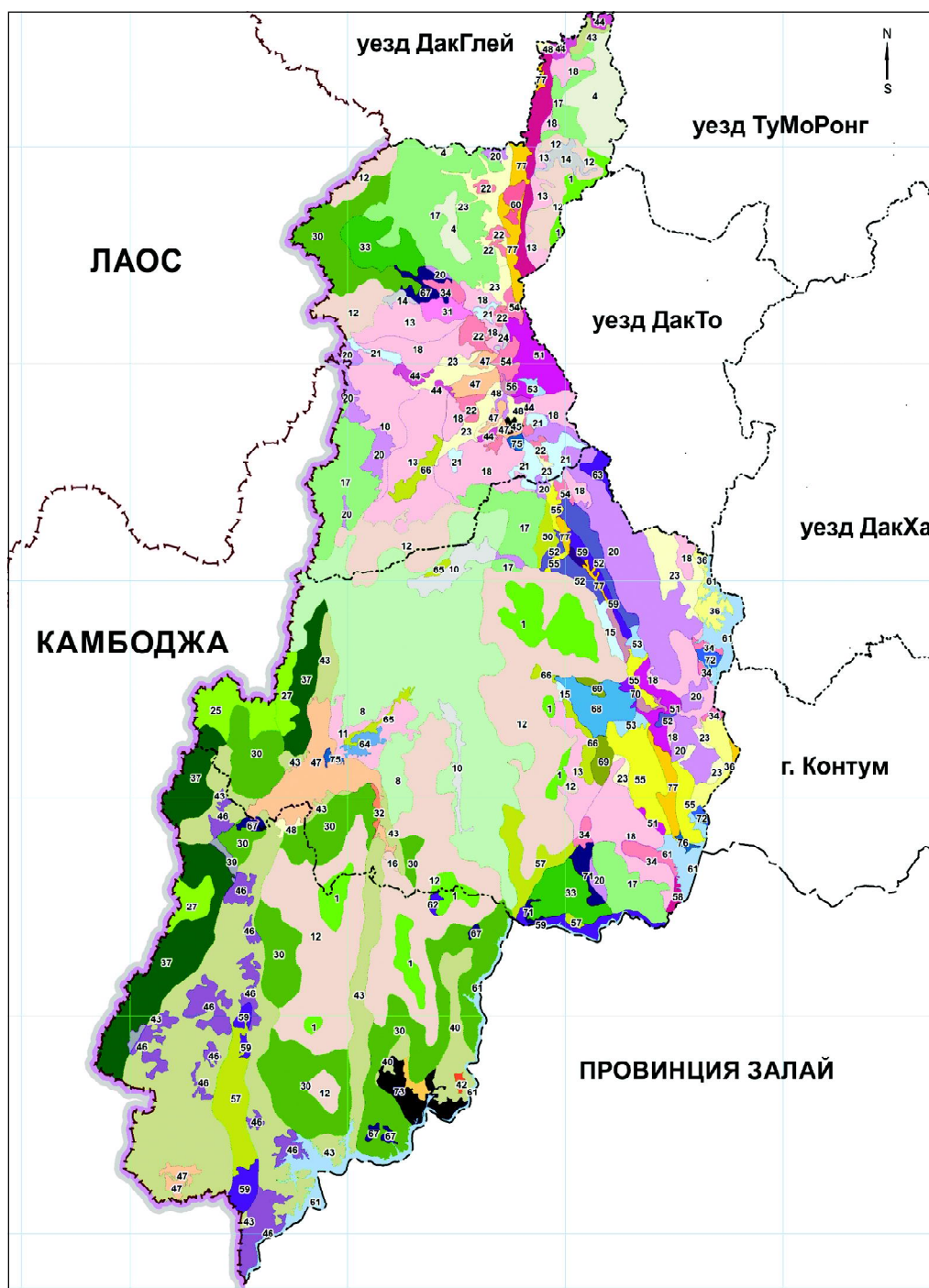


Рис. 1. Ландшафтная карта зоны общей границы трех стран Индокитая (уезды Шатхэй и Нгокхой провинции Контум, 2015 год)

Fig. 1. Landscape map of the triple boundary area Sa Thay – Ngoc Hoi, the Kontum Province (2015)

Система и подсистема ландшафтов на территории Шатхэй–Нгокхой относится к муссонной тропической, сформированной под воздействием юго-западного муссона. Гористый рельеф определяет особенности, характерные для муссонной тропической подсистемы на плато.

Классы и подклассы ландшафтов: муссонная тропическая подсистема на плато разделяется на три класса: горный класс, класс плато и класс долин и плоскогорий. В свою очередь, горный класс разделяется на 3 подкласса. Таким образом, территория разделяется на 5 подклассов.

Подкласс среднегорных ландшафтов распространен на высотах 1000–1773 м над ур. м. Этот подкласс подразделяется на 2 типа и 11 видов (№ 1–11 на карте). Типы и виды этого подкласса преимущественно располагаются в центре территории и на северо-востоке уезда Нгокхой. Вид ландшафтов № 8 занимает самую значительную площадь (19 466,8 га) с широкими контурами; вид № 2 имеет самую узкую площадь (206 44 га); вид № 1 самый распространенный, занимает 19 участков. Климат постоянно прохладный, влажность довольно высокая, среднегодовая температура ниже 20°C, среднегодовое

Т а б л и ц а 2

Легенда к ландшафтной карте зоны общей границы трех стран Индокитая
(уезды Шатхэй и Нгокхой провинции Контум)

Классы	Подклассы	ЛАНДШАФТНЫЕ ТИПЫ Виды	Среднегодовая температура 23°C, (в пределах 20 - 24°C) годовая сумма температур выше 10°C составляет 8000°C. Среднегодовое количество осадков составляет 2000 мм							
			Растительные покровы							
			Природные растительные				Антропогенные растительные			
			Вечно-зеленый широколиственный-тропический лес	Смешанный лес (бамбук + дерево)	Листопадный диптерокарповый лес	Саванна и кустарники	Плантационный лес	Технических культур	Зерновые и другие однолетние культуры	Растения в населенном пункте
Горные массивы сформированы метаморфическими и интрузивными породами	Средние горные массивы (1000-1773 м); типичные процессы: интенсивные гравитационные, эрозия	Желто-красная гуминовая почва на кислых магмах	1			62				
		Желто-красная гуминовая почва	4			63				
		Желто-красная гуминовая почва на сланце	8			10	64	11	65	
	Низкие горные массивы (600-1000 м); типичные процессы: гравитационные, эрозия	Красно-желтая почва на кислых магмах	12	13		14	15	16	66	
		Красно-желтая почва на интрузивных магмах	17	18	19	20	21	22	23	24
		Красно-желтая почва на сланце	25							
		Светлая желтая почва на конгломерате и песчанике	27							
	Низкие горные массивы (меньше 600 м); типичные процессы: эрозия почв	Красно-желтая почва на кислых магмах	30	31		67	68	32	69	70
		Красно-желтая почва на интрузивных магмах	33	34		71	72		36	
		Светлая желтая почва на конгломерате и песчанике	37			39				
Базальтовые плато	Базальтовые плато меньше 600 м типичные процессы: эрозия почв	Буро-красная почва на базальте	40			73		42	74	
Долины и плоскогорья	Типичные процессы: эрозия почв и аккумуляция	Красно-желтая почва и желто-красная почва на разных выветрелых породах	43	44	45	46	75	47	48	49
		Почва на древнеаллювиальном отложении (террасах)	50	51		52	53	54	55	56
		Почва на современных аллювиальных наносах (поймах)	57	58		59	76	60	77	78
										61

количество осадков составляет примерно 2000 мм. Коэффициент испарения меньше 1. Почва плодородная. Слой растительного опада весьма значительный.

Подкласс горных ландшафтов распространен в диапазоне высот 600–1000 м над ур. м. Это подкласс подразделяется на 2 типа, 18 видов (№ 12–29 на карте). Виды этого подкласса обнаружены на юге уезда Шатхэй. Ландшафтный вид № 12 имеет самую большую площадь в подклассе (39 227,4 га) с широкими контурами. Здесь средний сухой сезон с продолжительностью засухи 3–4 месяца в году. Ландшафты формируются на красно-желтых почвах на кислых магматических материнских породах.

Подкласс низкогорных ландшафтов распространен на высоте ниже 600 м над ур. м. Это подкласс разделен на 2 типа, 10 видов (№ 30–39 на карте). Виды этого подкласса расположены на юге уезда Шатхэй и на западе уезда Нгокхой.

Подкласс ландшафтов низкого плато (высоты менее 600 м над ур. м.) слабо дифференцирован (2 типа, 3 вида (№ 40–42 на карте). Виды этого подкласса сконцентрированы на юго-востоке уезда Шатхэй. Ландшафтный вид № 42 занимает самую большую площадь в подклассе (2959,76 га). Климат жаркий, период засухи длится 3–4 месяца в году. Ландшафты сформированы на буро-красных почвах

на базальтах; они играют большую роль в развитии многолетних технических культур.

Подкласс ландшафтов долин и плоскогорий подразделяется на 4 типа (в том числе водоемный тип), 19 видов (№ 43–61 на карте). Виды распределены вдоль долин больших рек. Вид № 43 (вечнозеленый широколиственный тропический лес) занимает наибольшую площадь на юге уезда Шатхэй, 22 453,7 га.

Антропогенное изменение ландшафтов. На исследуемой территории ландшафты подвержены сильному антропогенному воздействию в различных масштабах и разными способами; в результате происходят количественные и качественные их изменения, вплоть до вида ландшафта.

Для уточнения характера изменения вследствие антропогенного воздействия ландшафтов в регионе Шатхэй–Нгокхой составлена ландшафтная карта на

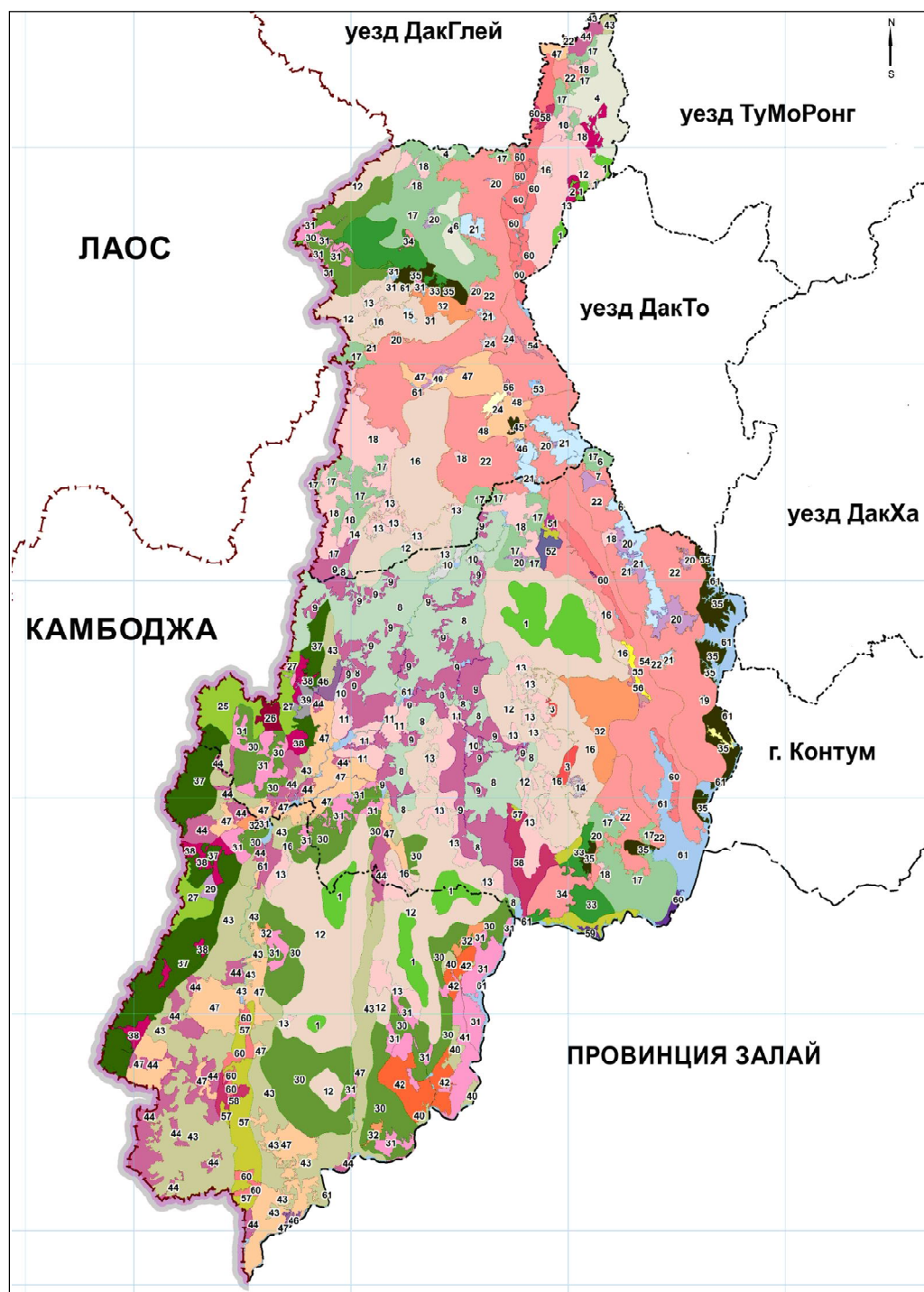


Рис. 2. Ландшафтная карта зоны общей границы трех стран Индокитая (уезды Шатхэй и Нгокхой провинции Контум, 2005 год)

Fig. 2. Landscape map of the triple boundary area Sa Thay – Ngoc Hoi, the Kontum Province (2005)

лежали пяти подклассам ландшафтов, от подкласса среднегорий до подкласса долин и плоскогорий.

В числе образованных за короткое время 7 видов ландшафтов – смешанного леса (бамбуково-древесный), 1 вид кустарниковой саванны, 1 вид искусственных посадок, 3 вида технических культур. Эти новые виды преимущественно образованы на основе видов кустарниковой саванны. Эта стадия процесса лесовосстановления является переходной (стадия антропогенной сукцессии растительности региона).

Территория, которую занимали другие виды ландшафтов, также претерпела изменения. В частно-

Таблица 3

[illegible]

сти вид № 22 (вид технических культур на красно-желтых почвах на метаморфических породах) увеличил площадь до 30 234,59 га.

Причины изменения ландшафтов на территории Шатхэй–Нгокхой делятся на две главные категории: естественные и антропогенные. Доминирующей категорией является антропогенная, влияющая на ландшафты и стимулирующая процесс их изменения. Антропогенное воздействие может быть положительным или отрицательным. При положительном воздействии ландшафты кустарниковой саванны постепенно сменяются ландшафтами технических, сельскохозяйственных культур или искусственных посадок. При отрицательном воздействии образуются ландшафты кустарниковой саванны, низкостелетных лесов, либо лесные ландшафты сменяются кустарниковой саванной.

Антропогенная сукцессия ландшафтов на территории Шатхэй–Нгокхой. Фактически большинство ландшафтов на исследуемой территории сформированы под сильным воздействием антропогенной деятельности, в том числе химической войны. Естественные лесные ландшафты также подвержены различным видам воздействия, в том числе в целях управления и охраны.

Таким образом, процесс сукцессии ландшафтов имеет отпечаток антропогенного воздействия на определенном естественном фоне. Процесс антропогенной сукцессии ландшафтов в большинстве их переходных стадий происходит быстро. Примеры: превращение ландшафтов сельскохозяйственных культур в ландшафты растительности населенного пункта, кустарниковой саванны или посадок – в ландшафты технических культур.

Процесс антропогенной сукцессии ландшафтов может повторяться, но уже с качественными (структурными) изменениями. Например, в традициях земледелия многих местных народов, таких как Зя Рай, Се Данг, Зье Чьенг, – цикл длится от трех до семи лет, в течение которого друг друга сменяют сель-

скохозяйственные культуры и кустарниковая саванна. Поэтому, если не принимаются надлежащие управленческие и соответствующие технические меры, последует снижение экономической эффективности и ухудшение качества среды. На рис. 3 показана обобщенная модель сукцессии антропогенных ландшафтов [Нгуен, Нгуен, 2010].

В целях повышения экономической эффективности значительная площадь сельскохозяйственных ландшафтов преобразуется в ландшафты многолетних технических культур. Исследование показывает, что с 1995 г. по настоящее время площадь группы ландшафтов многолетних технических культур постоянно растет. Под воздействием урбанизации некоторые деревенские ландшафты в течение 15–20 лет трансформируются в городские. Процесс антропогенной сукцессии ландшафтов зоны вблизи границы трех стран Индокитая осложняется, что подтверждает роль антропогенной деятельности в формировании и развитии ландшафтов. Такая сукцессия ландшафтов продолжается и в настоящее время, разные циклы отличаются только протяженностью, размерами и свойствами ландшафтов.

Заключение

Территория границы трех стран Индокитая (уезды Шатхэй и Нгокхой, провинция Контум) характеризуется относительно высокой гетерогенностью природных компонентов. Компоненты сочетаются с антропогенными элементами и образуют на территории единый комплекс, в состав которого входит одна система, одна подсистема, 3 класса, 5 подклассов, 11 типов и 61 вид ландшафтов.

Виды ландшафта исследуемого региона характеризуются значительной изменчивостью под воздействием человека. В период с 2005 по 2015 гг. сформировались 12 новых видов, а 17 – исчезли. Сильно преобразовались площади многих видов ландшафтов и их состояние.

Сукцессия ландшафтов исследуемого региона происходит в результате как антропогенных, так и



Рис. 3. Обобщенная модель антропогенной сукцессии ландшафтов на территории Шатхэй–Нгокхой

Fig. 3. General model of the anthropogenic succession of landscapes within the Sa Thay – Ngoc Hoi area

естественных процессов, при этом доминирующим является антропогенное воздействие. Это главная причина изменения ландшафтов, которое происходило за короткое время, а также причина коротких циклов сукцессии – от нескольких лет до десятилетий.

Благодарности. Исследование выполнено в рамках темы «Эколан Э-1.2 – Сохранение, восстановление и устойчивое использование тропических лесных экосистем на основе изучения их структурно-функциональной организации» Совместного Российско-Вьетнамского Тропического научно-исследовательского и технологического центра.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Гусев А.П. Сукцессионные процессы в ландшафтах юго-востока Беларуси: анализ наблюдений на постоянных пробных площадях // Веснік ВДУ. 2012. № 2(68). С. 32–37.

Марцинкевич Г.И. Ландшафтоведение: Учебное пособие для студентов географического факультета. Минск, 2005. 200 с.

Народный комитет провинции Контум. Карты современного состояния почвопользования провинции Контум. 2005, 2015 гг. масштаб 1:100 000.

Нгуен Д.Х. Изучение, оценка антропогенных ландшафтов территории Контум для рационального использования лесных и почвенных ресурсов. Диссертация кандидата географических наук. Ханой, 2004 (на вьетнамском языке).

Нгуен Д.Х., Нгуен К.Х. Антропогенное ландшафтоведение: с теоретического подхода к применению на практике // Мат-лы конф. по географии Восточной Азии. Ханой, 2010. С. 63–70 (на вьетнамском языке).

Нгуен Д.Х., Нгуен К.Х., Данг В. Б. Изменение и антропогенная сукцессия ландшафтов территории Контум // Мат-лы II

В будущем антропогенное воздействие останется основным фактором изменения ландшафтов территории Шатхэй–Нгокхой. Экономическая эффективность и качество среды зависят от воздействия человека на ландшафт, которое должно быть рациональным и бережным.

общенациональной конф. по географии. Ханой, 2006. С. 301–307 (на вьетнамском языке).

Тишков А.А. Сукцессии растительности зональных экосистем: сравнительно-географический анализ, значение для сохранения и восстановления биоразнообразия // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2012. Т. 14. № 1(5). С. 1387–1390.

Фунг Т.Б. Восстановление леса и окружающей среды районов Шатхэй–Нгокхой // Журнал лесоводства. 1996. № 8. С. 25–26 (на вьетнамском языке).

Чэу В.М. Государственная научная программа, период 2011–2015: наука и технология для развития социально-экономики региона Тэй Нгуен. Код темы TN3/T01, Вьетнамская академия наук и технологии. Ханой, 2016.

Royal Botanic Gardens Victoria, Landscape Succession Strategy Melbourne Gardens 2016–2036, Melbourne, 2016. 39 p.

Westing, Arthur H. Herbicides in War: The long-term ecological and human consequences. US National Bureau of Standards Special Publ., Washington, 1981.

Поступила в редакцию 19.06.2017

После доработки 20.09.2018

Принята к публикации 08.10.2018

Nguyen Dang Hoi¹, Dang Hung Cuong², Ngo Trung Dung³

ANTHROPOGENIC SUCCESSION OF LANDSCAPES IN WESTERN PROVINCES OF VIETNAM

Change and anthropogenic succession are characteristic of landscape in every region and the triple boundary area Sa Thay – Ngoc Hoi is no exception. Natural components of this area are quite profoundly differentiated, including the anthropogenic elements, and form one subsystem, three classes, five subclasses, 11 types and 61 kinds of landscape.

During 2005–2015, the landscapes have changed strongly – 17 landscape kinds disappeared, and 12 new kinds of landscapes were formed. Succession of landscape kinds happens under the influence of natural and anthropogenic factors, under the dominance of the latter. The succession cycle is therefore very short, from several years to several decades. The balanced human activities and the appropriate nature management are the key to sustainable development, conservation and formation of landscapes with high economic efficiency and good environment quality.

Key words: anthropogenic succession, change, landscape, triple border of the countries of Indochina

Acknowledgements. The study was carried out under the Ecolan E-1.2 theme «Conservation, rehabilitation and sustainable management of tropical forest ecosystems based on the study of their structural-functional organization» of the Vietnam – Russian Tropical Research and Technology Centre.

¹ Vietnam–Russian Tropical Centre, Institute of Tropical Ecology, Director, Associate Professor, PhD in Geography; e-mail: danghoi110@gmail.com

² Vietnam–Russian Tropical Centre, Institute of Tropical Ecology, postgraduate student; e-mail: danghungcuong@gmail.com

³ Vietnam–Russian Tropical Centre, Institute of Tropical Ecology, postgraduate student; e-mail: ngotrungdung266@gmail.com

REFERENCES

- Cheu V.M.* Gosudarstvennaya nauchnaya programma. period 2011–2015: nauka i tekhnologiya dlya razvitiya sotsialno-ekonomiki regiona Tey Nguyen. Kod temy TN3/T01. Vyetnamskaya akademiya nauk i tekhnologii. Khanoy, 2016.
- Fung T.B.* Vosstanovleniye lesa i okruzhayushchey sredy rayonov Shatkhey – Ngokkhoy [Rehabilitation of forests and environment in the Sa Thay – Ngoc Hoi area] // Zhurnal lesovodstva. 1996. № 8. S. 25–26 (na vyetnamskom yazyke).
- Gusev A.P.* Suktsessionnyye protsessy v landshaftakh yugovostoka Belarusi: analiz nablyudeniy na postoyannykh probnykh ploshchadyakh [Successions in the landscapes of south-eastern Belarus: analysis of observations on permanent sample areas] // Vesnik VDU. 2012. № 2(68). S. 32–37.
- Martsinkevich G.I.* Landshaftovedeniye. uchebnoye posobiye dlya studentov geograficheskogo fakulteta spetsialnosti [Landscape Science. Textbook for students of the faculties of geography]. Minsk, 2005. 200 s.
- Narodnyy komitet provintsii Kontum. Karty sovremennogo sostoyaniya pochvopolzovaniya provintsii Kontum. 2005. 2015 gg. masshtab 1:100 000.
- Nguyen D.Kh.* Izucheniye. otsenka antropogennykh landshaftov territorii Kontum dlya ratsionalnogo ispolzovaniya lesnykh i pochvennykh resursov. Dissertatsiya kandidata geograficheskikh nauk. Khanoy, 2004 (na vyetnamskom yazyke).
- Nguyen D.Kh., Nguyen K.Kh.* Antropogennoye landshaftovedeniye: s teoreticheskogo podkhoda k primeneniyu na praktike // Mat-ly konf. po geografii Vostochnoy Azii. Khanoy, 2010. S. 63–70 (na vyetnamskom yazyke).
- Nguyen D.Kh., Nguyen K.Kh., Dang V.B.* Izmeneniye i antropogennaya suksessiya landshaftov territorii Kontum // Mat-ly II obshchenatsionalnoy konf. po geografii. Khanoy, 2006. S. 301–307 (na vyetnamskom yazyke).
- Royal Botanic Gardens Victoria, Landscape Succession Strategy Melbourne Gardens 2016–2036, Melbourne, 2016. 39 p.
- Tishkov A.A.* Suktsessii rastitelnosti zonalnykh ekosistem: sravnitelno-geograficheskiy analiz, znachenie dlya sokhraneniya i vosstanovleniya bioraznoobraziya [Successions in zonal ecosystems: comparative geographical analysis and importance for biodiversity conservation and restoration] // Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk. 2012. T. 14. № 1(5). S. 1387–1390.
- Westing, Arthur H.* Herbicides in War: The long-term ecological and human consequences. US National Bureau of Standards Special Publ., Washington, 1981.

Received 19.06.2017

Revised 20.09.2018

Accepted 08.10.2018

МЕТОДЫ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

УДК 911.372.9

И.Н. Румянцев¹, А.А. Смирнова², А.А. Ткаченко³

СЕЛЬСКИЕ НАСЕЛЕННЫЕ ПУНКТЫ «БЕЗ НАСЕЛЕНИЯ» КАК ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ И СТАТИСТИЧЕСКИЙ ФЕНОМЕН

Статья посвящена феномену сельских населенных пунктов (СНП) «без населения». Эта категория пунктов существует в статистических документах, несмотря на абсурдность словосочетания – населенные пункты «без населения». Процесс опустения и забрасывания деревень продолжается во многих регионах России на протяжении десятилетий. Самым большим количеством пунктов «без населения» характеризуются области Нечерноземья, лидером среди них является Тверская область. На ее примере показано, что СНП «без населения» могут находиться на разных этапах опустения. Была проведена типология СНП «без населения» при помощи космических снимков, демонстрирующая, что около трети таковых в Тверской области – пустоши, где нет ни построек, ни дорог. Установлено, что полевые и дистанционные данные по пунктам «без населения» являются достаточно сопоставимыми.

Ключевые слова: сельское расселение, сельская местность, депопуляция, сельские населенные пункты «без населения», Нечерноземье, Тверская область, дистанционные методы

Введение. Почему сельские населенные пункты «без населения» названы феноменом? Во-первых, они отражают те процессы, которые происходят в сельском расселении, являются символом повсеместной сельской депопуляции. Во-вторых, абсурдность самого термина – это свидетельство несовершенства современной отечественной статистики, которая не может считаться достоверным источником информации о населении и расселении.

Не совсем корректно было бы назвать опустевшие или исчезнувшие пункты феноменом *нашего* времени. Общеизвестно, что в период опричнины и Смутного времени на Руси опустело огромное число поселений [Дегтярев, 1980; Копанев, 1978]. В зарубежных источниках можно встретить аббревиатуру DMV (deserted medieval villages), которая используется для обозначения населенных мест, исчезнувших в Средневековье. Исследователи [Simms, 1976; Dyce, 1982] отмечали, что в период с 1320 г. по 1520 г. ряд факторов (общее уменьшение численности населения, перемещение людей в города, уменьшение цен на сельскохозяйственную продукцию и др.) привел к «опустыниванию» деревень и забрасыванию земель. Исчезнувшим в Средневековье местам Англии посвящены многие Интернет-ресурсы [напр., Deserted Medieval Villages ...], включая отдельную страницу в Википедии [List of lost settlements ...].

Исследователями уже много раз подчеркивалась незавершенность российской урбанизации [Алексеев, Симагин, 1997; Город и деревня ..., 2012; Нефедова, Покровский, Трейвиш, 2015]. Как след-

ствие, отток населения из сельской местности большинства регионов не прекращается уже многие десятилетия [Алексеев, Сафронов, 2015]. Сельские населенные пункты стремительно теряли и продолжают терять своих жителей, что находит отражение в материалах переписей населения. В итогах ВПН-2010 около 20 тысяч СНП обозначены как населенные пункты «без населения». По выражению специалистов Центра экономических и политических реформ, «Россия – страна умирающих деревень» [Россия ..., 2016]. Процессы сельской депопуляции и, как следствие, деградации сети СНП наблюдаются в большинстве российских регионов уже длительное время – больше полувека, привлекая внимание не только отечественных [Смирнова, 1984; Ткаченко, 1999], но и зарубежных [Pallot, 1990] исследователей.

XX век был отмечен высокими темпами урбанизации [Щербакова, 2010]. Миграция людей в города, в совокупности с военными потрясениями того времени, привели к тому, что в некоторых развитых странах часть сельских населенных пунктов оказалась полностью покинутыми [Knight, 1994]. Исследователи [Di Figlia, 2016] выделяют две основные группы причин опустения деревень: естественные (землетрясения, наводнения) и «неестественные» (миграция, война). Согласно исследованиям Di Figlia, 65% заброшенных деревень Италии являются таковыми по причине оттока населения в города, особенно характерного для 1950–1960-х годов. На втором месте среди причин опустения пунктов назва-

¹ Тверской государственный университет, факультет географии и геоэкологии, кафедра социально-экономической географии и территориального планирования, студент; e-mail: ilya357383527@gmail.com

² Тверской государственный университет, факультет географии и геоэкологии, кафедра социально-экономической географии и территориального планирования, ст. преподаватель, канд. геогр. н.; e-mail: alpresents@mail.ru

³ Тверской государственный университет, факультет географии и геоэкологии, кафедра социально-экономической географии и территориального планирования, профессор, докт. геогр. н.; e-mail: at.tver@mail.ru

ны военные разрушения. По его мнению, заброшенные деревни (abandoned village) можно рассматривать, с одной стороны, как отжившие свой век элементы общества, с другой – как региональный актив, который в перспективе может быть по-новому использован.

В последние десятилетия наиболее активно осуществляется процесс опустения сельских территорий в Китае, где урбанизация и индустриализация привели к резкому сокращению численности сельского населения [Liu et al., 2010]. Отражением этого стало появление в китайской научной литературе термина «опустевшая деревня» (hollowed village). Исследования таких населенных пунктов многообразны. Пространственные аспекты «опустения» [Liu et al., 2010; Liu et al., 2017], проблемы землепользования и принимаемых мер региональной политики [Long et al., 2011], возможные варианты использования опустевших населенных пунктов [Yang, 2017], включая организацию в них туристской деятельности [Li, 2014] – это далеко не полный перечень вопросов, рассматриваемых в контексте изучения опустевших деревень.

Материалы и методы исследований. Данная статья, выполненная в традициях отечественной школы географического изучения сельского расселения, призвана акцентировать внимание на проблеме опустевших СНП в современной России. Информационной базой исследования послужили материалы переписей населения (1979–2010), данные космических снимков, результаты полевых исследований.

Для регионов Европейской России из списков сельских населенных пунктов по 2002 и 2010 годам были выбраны пункты «без населения», показано изменение их числа. Для периода с 1979 г. по 2010 г. эта динамика проиллюстрирована на материалах Тверской области.

С помощью программ Google Earth Pro и Яндекс.Карты был проведен дистанционный анализ 2230 пунктов «без населения» Тверской области (по данным Переписи–2010), который позволил выделить несколько вариантов их существования. Для одного из районов области полученные результаты были проверены в процессе полевого исследования (в ходе натурных наблюдений и бесед с представителями местных администраций).

Результаты исследований и их обсуждение. В России общее представление о количестве СНП без населения дают переписи населения, учитывающие населенные пункты с нулевой численностью. Согласно переписи 2010 г., каждый восьмой СНП – без населения. Без учета этих пунктов общее число СНП в России окажется почти на 20 тысяч меньше, чем показала эта перепись: не 153,1, а 133,7 тыс. [Ткаченко, 2018].

Больше всего таких пунктов в областях Нечерноземья – в первую очередь, в Тверской, Вологодской, Псковской областях (рис. 1). Этот регион характеризуется особой остротой социально-экономических проблем, при этом депопуляция в сельской

местности достигла там колоссальных масштабов – в названных областях численность сельского населения к 2010 г. сократилась более чем в два раза по сравнению с 1959 г. [Нефедова, 2012]. Максимальная доля СНП «без населения» отмечена в Костромской области (34%). Невелико их число в некоторых регионах Черноземья (Белгородской и Воронежской областях), в республиках Поволжья (Марий Эл, Чувашия, Мордовия), на юге России.

За межпереписной период с 2002 по 2010 г. в большинстве регионов произошло увеличение числа пунктов «без населения», что является еще одним подтверждением социально-экономического сжатия сельского пространства. Среди тех областей, где, наоборот, количество таких пунктов уменьшилось, можно назвать Московскую, Мурманскую, Воронежскую. Однако этот тренд нельзя трактовать однозначно, как свидетельствующий о позитивных изменениях в сельском расселении. Скорее всего, здесь играет роль административный фактор: пункты исключаются из списков по решению местных властей.

В Тверской области «чистки» состава СНП к переписи 2010 г. почти не произошло (рис. 2). Основное сокращение количества СНП в регионе приходится на период между 1979 и 1989 гг. – тогда их число уменьшилось почти на 14% (с 11,5 тыс. в 1979 г. до 9,9 тыс. в 1989 г.). Наибольшие изменения в сети СНП характерны для периферийных районов, например, Торопецкий район к 2010 г. потерял около 40% СНП от их числа в 1979 г.

Поскольку именно от муниципалитета зависит, останется населенный пункт в перечне или нет, то СНП «без населения» нельзя рассматривать в качестве особой постоянно существующей группы. У разных администраций видение перспектив СНП «без населения» может различаться. Кто-то заинтересован в сохранении их в списках (земли СНП находятся в ведении местных властей), кто-то, наоборот, предпринимает меры по их исключению. В связи с этим и число, и доля пунктов «без населения» в пределах какой-то территории несут достаточно случайный характер. Однако совсем игнорировать эти показатели было бы неправильным, потому что так или иначе они характеризуют сеть сельского расселения (точнее – ее деградацию).

На рис. 3 по материалам Тверской области показано число СНП «без населения» в каждой условной ячейке размером около 200 км². Как видно, в некоторых ячейках такие пункты либо совсем отсутствуют, либо их количество невелико. Массовые скопления СНП «без населения» характерны для восточной части области, а также для некоторых районов на западе. Такая высокая концентрация свидетельствует о глубоком кризисе системы сельского расселения.

Лидером по числу СНП «без населения» в Тверской области является Оленинский район, причем за 30 лет количество подобных пунктов в районе выросло в 7 раз (рис. 4). Такая ситуация, с одной стороны, итог масштабного сокращения сельского

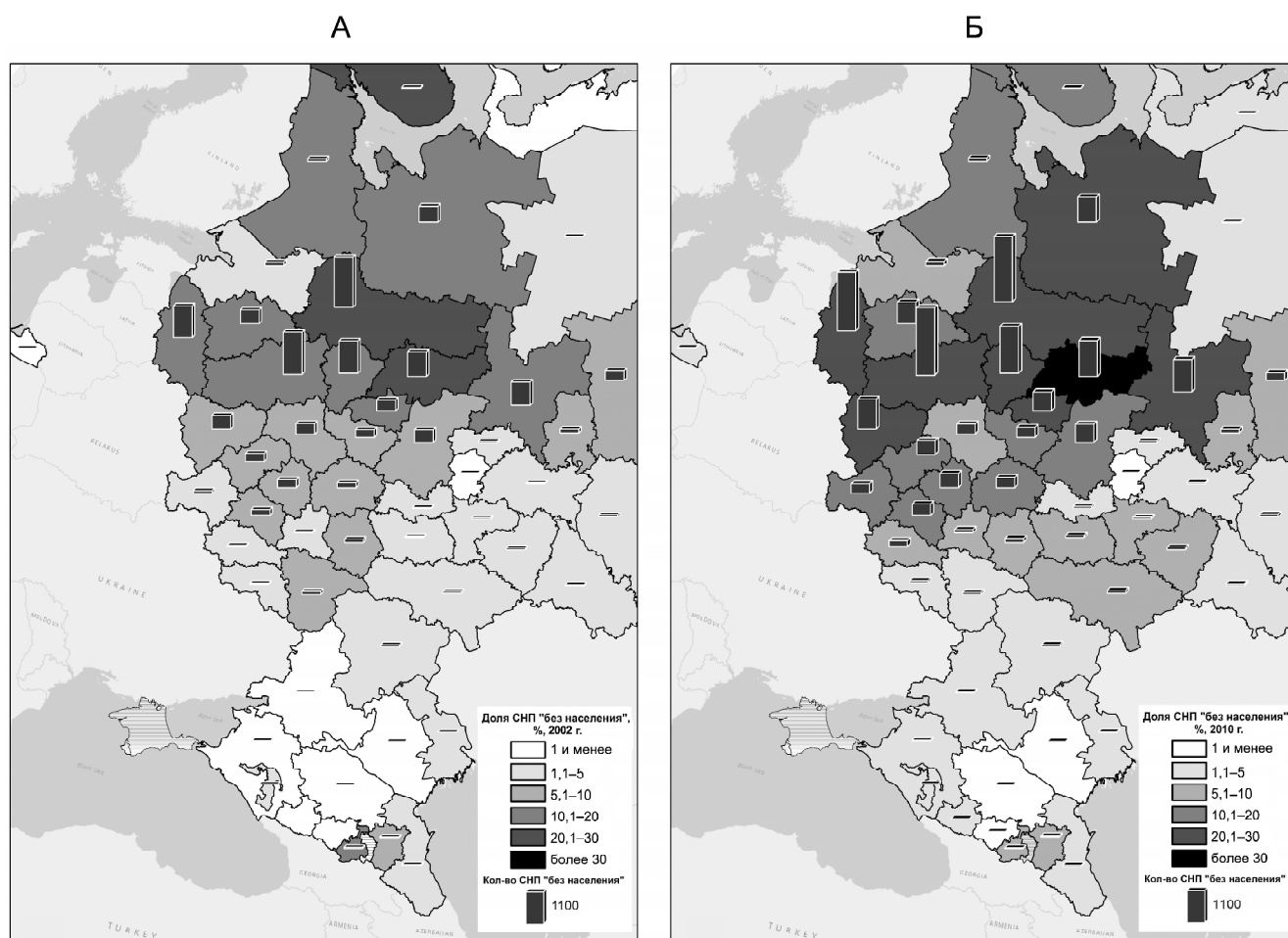


Рис. 1. Сельские населенные пункты «без населения» в регионах европейской части России (А – 2002 г., Б – 2010 г.)

Fig. 1. Rural settlements «without population» in the regions of the European Russia (A – 2002, B – 2010)

населения – с 1979 г. по 2010 г. оно уменьшилось в два раза. С другой стороны, здесь имеет место упоминавшаяся проблема сохранения в списках в течение нескольких десятилетий пунктов с нулевой численностью. Так, из 156 пунктов «без населения», зафиксированных переписью 2010 г., 43 являются таковыми с 1989 г., еще 61 – с 2002 г.

Одним из препятствий для исключения СНП из официального перечня является наличие в них построек и земельных участков, то есть частной недвижимости. Иногда это особенно ярко видно на космических снимках, анализ которых позволил предложить типологию СНП «без населения».

Первый тип назван «сезонно обитаемые». Эти СНП трудно отличить от постоянно обитаемых деревень. В них хорошо просматриваются дома, постройки вокруг, заборы и др. На снимках можно разглядеть обрабатываемые земельные участки – огороды и сады. В деревнях, расположенных на берегах рек и озер, можно различить пристани и лодки. Поскольку крыши домов в таких СНП зачастую сделаны из современных материалов, то и на снимках заметны яркие пятна. Дороги находятся в относительно неплохом состоянии. Все это говорит о том, что данные пункты используются, по крайней мере

сезонно. Каждый пятый СНП «без населения» в Тверской области отнесен к этому типу.

Этот тип СНП представляет наибольший интерес для исследователей, потому что количество «сезонно обитаемых» пунктов дает представление о дачном освоении территории. В перспективе, используя более качественные снимки в совокупности с данными публичной кадастровой карты, можно будет получить приближенные оценки численности временно проживающего населения в СНП «без населения» [Медведев, Гунько, 2016]. Подобная методика применена в работе А.Г. Махровой с соавт. [2016], где при помощи спутниковых данных была рассчитана численность летнего (дачного) населения Подмоскovie и близлежащих областей на основе информации о специализированных и «бесстатусных» (застроенных вне границ населенных пунктов) дачных поселках.

Второй тип СНП – так называемые «оставленные». В отличие от СНП предыдущего типа, данные пункты выглядят не столь хорошо сохранившимися. Вокруг домов часто отсутствуют заборы и хозяйственные постройки, также нельзя распознать обрабатываемые участки, дороги не так легко различимы. Это дает основание предположить, что

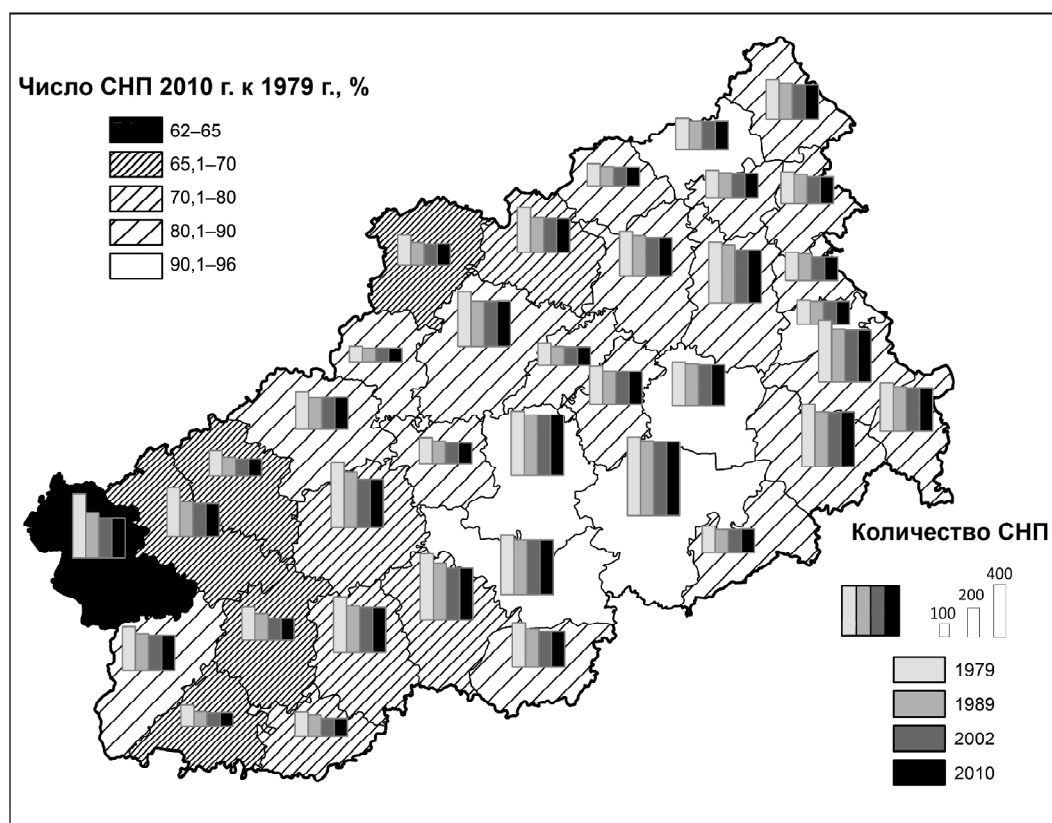


Рис. 2. Изменение числа СНП в Тверской области с 1979 по 2010 гг.

Fig. 2. Changes in the number of rural settlements in the Tver region from 1979 till 2010

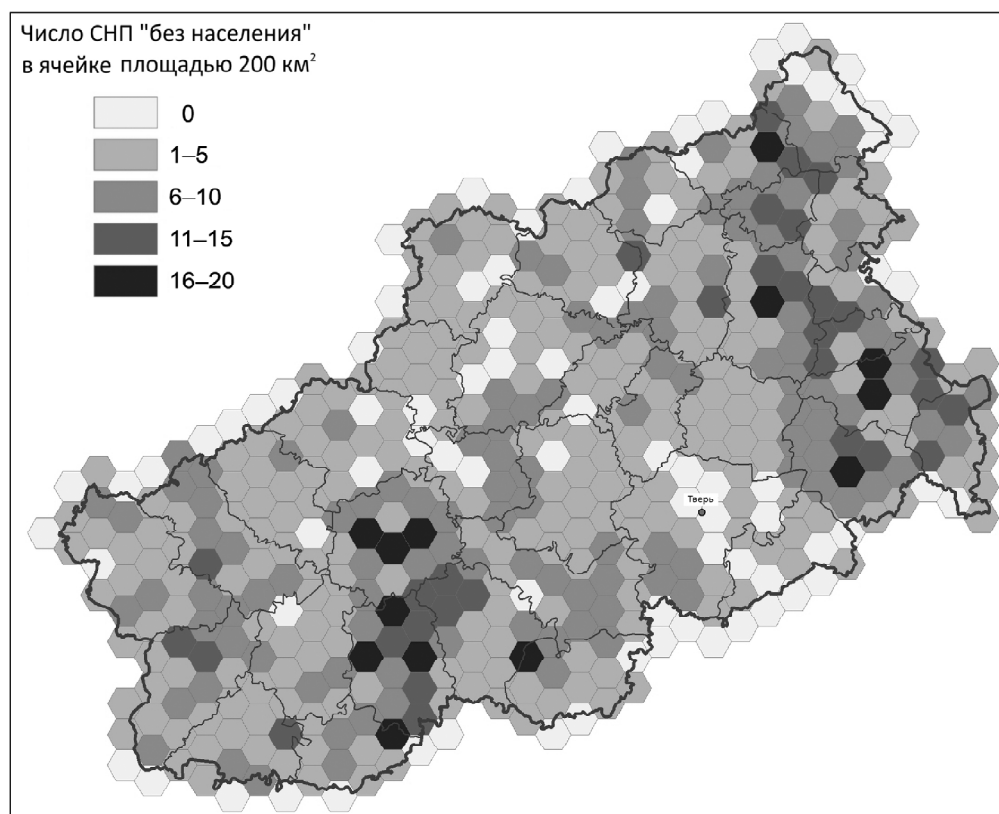


Рис. 3. Густота СНП «без населения» Тверской области

Fig. 3. Density of rural settlements «without population» in the Tver region

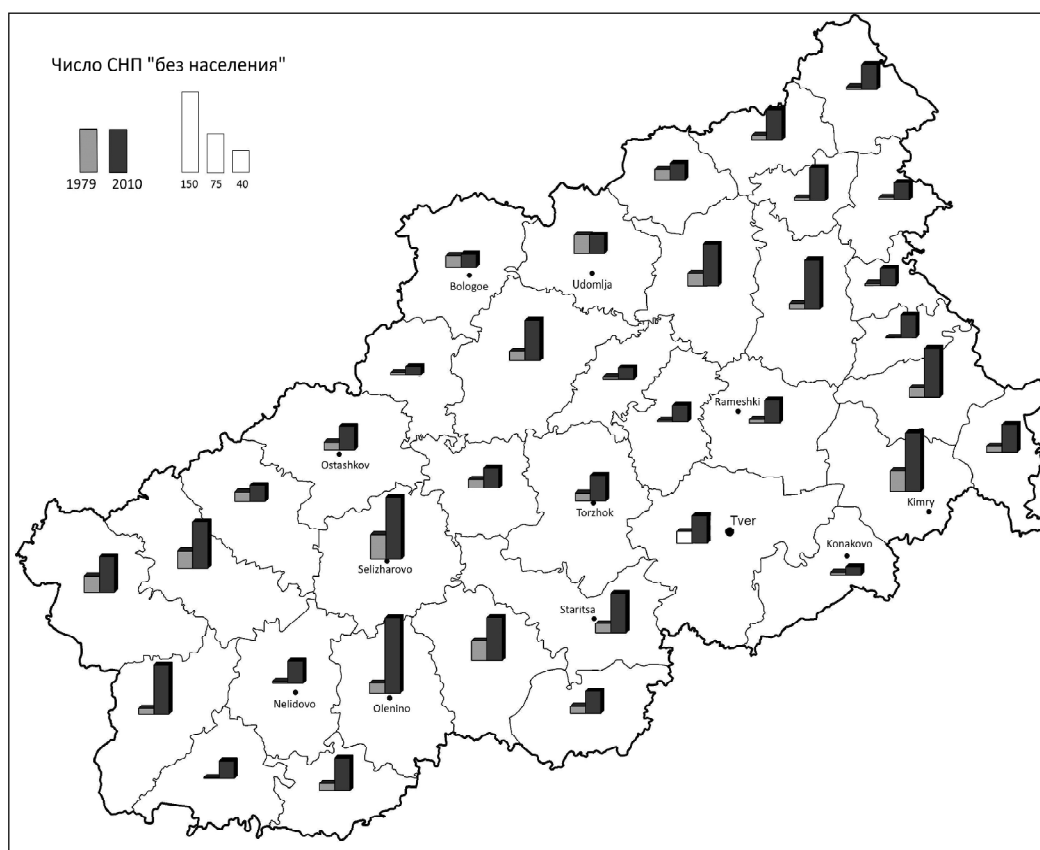


Рис. 4. Число СНП «без населения» в 1979 и 2010 гг. в Тверской области

Fig. 4. The number of rural settlements «without population» in 1979 and 2010 in the Tver region

селения оставлены людьми и вряд ли используются сезонно, как дачи. Более трети всех СНП «без населения» принадлежат ко второму типу.

В число СНП третьего типа отнесены «исчезнувшие» пункты, то есть те, в которых не осталось построек или сохранилось небольшое их количество (1–2). При этом дороги, ведущие к таким СНП, пока просматриваются на снимках. К этому типу принадлежат 18% всех пунктов «без населения».

Четвертый тип – «пустоши», где нет ни дорог, ни строений. На месте бывших деревень и хуторов здесь либо лес, либо поле. Современные поисковые Интернет-ресурсы зачастую не находят СНП этого типа. Для уточнения их местоположения приходилось пользоваться старыми топографическими картами. Пустошей среди СНП «без населения» Тверской области – около трети.

Предлагаемые типы можно изобразить в схематическом виде (рис. 5). Эти типы представляют собой своеобразные стадии деградации СНП «без населения» (по аналогии со стадиями деградации деревень, предложенными Г.В. Иоффе и Г.М. Фингером [1987]). Существует вполне предсказуемая дифференциация между районами Тверской области по числу СНП разных типов (рис. 6). Закономерно, что наибольшая доля «сезонно обитаемых» СНП (как самых благополучных) характерна для рекреационных приволжских районов – Конаковского, Кимрского и Калязинского. Высока доля дачных СНП в

пригородном Калининском районе. «Пустоши» распространены преимущественно в периферийных районах – Оленинском, Западнодвинском, Андреапольском. Удивительным выглядит попадание в этот список еще и Кашинского района, в котором тоже отмечено большое число пустошей.

Возможности удаленного исследования пунктов «без населения» не отменяют преимуществ полевых обследований. Наиболее достоверную картину об использовании СНП «без населения» могут дать интервью с жителями соседних деревень и представителями администраций. Имеющиеся данные по Оленинскому району позволили предложить «полевую» типологию СНП «без населения» [Ткаченко, 2018]. Она дополняет «дистанционный» вариант, так как, например, позволяет выделить в отдельный тип деревни, где есть постоянно проживающие, но не зарегистрированные жители. Выезд в поле помогает установить реальное состояние оставленных пунктов – насколько хорошо в них сохранились дома, есть ли вероятность возвращения туда людей. То же самое можно сказать и по отношению к дачникам, которые приезжают на определенный период – только в результате личной беседы с представителями администрации и собственных наблюдений удастся установить, где и сколько человек пребывает сезонно.

Для Оленинского района были сопоставлены результаты, полученные двумя путями – дистан-

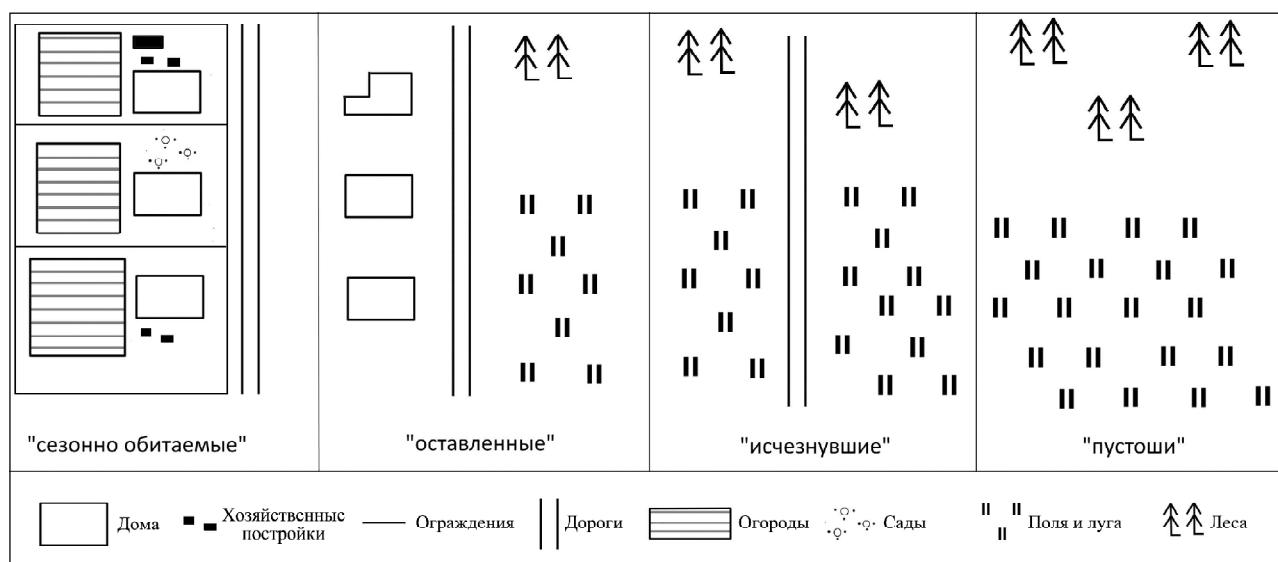


Рис. 5. Типы СНП «без населения», выделенные дистанционным методом

Fig. 5. Types of rural settlements «without population» identified by remote sensing

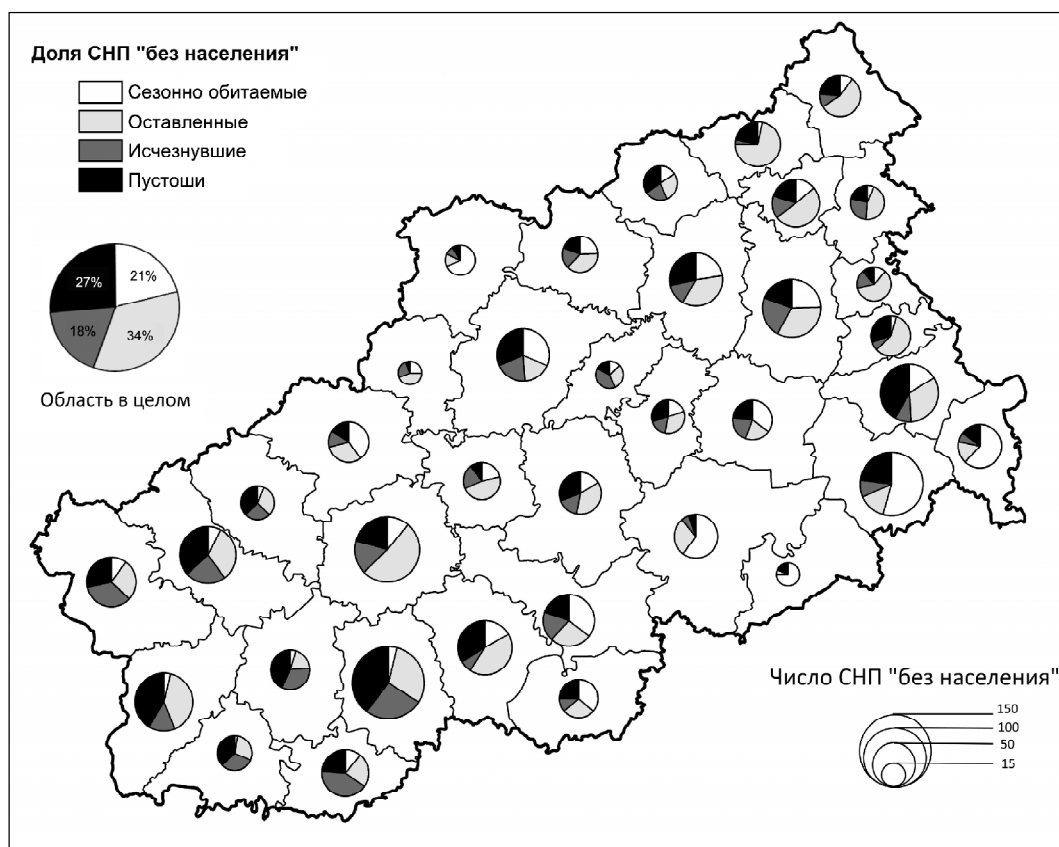


Рис. 6. Доля разных типов СНП «без населения» в районах Тверской области

Fig. 6. The percentage of different types of rural settlements «without population» in the municipal districts of the Tver region

ционно и в поле. Несмотря на имеющиеся различия, картина получилась довольно схожей. Так, согласно полевым обследованиям, около 45% СНП «без населения» района представляют собой пустое место, по дистанционным данным таких пунктов 40%.

Выводы:

– дальнейшие перспективы существования (как на бумаге, так и в жизни) сельских населенных пунктов «без населения» неясны. Вероятно, часть из них будет исключена из списков ко времени проведения следующей переписи;

– рекреационное использование сельских населенных пунктов «без населения» является одним из основных путей их ревитализации, что отмечают и в российской, и в зарубежной литературе;

– потенциал рекреационного, или дачного, использования в России ограничен вполне очевидными факторами. Во-первых, число СНП «без населения» огромно, и рассчитывать, что все они сохранят рекреационную и селитебную функции благодаря дачникам, было бы наивно. Во-вторых, есть явные инфраструктурные ограничения, препятствующие «оживлению» опустевших СНП, в первую очередь – отсутствие дорог;

– важность изучения СНП «без населения» объясняется несколькими причинами. Во-первых, есть чисто научный и отчасти «ностальгический»

мотив – интересно посмотреть, как изменилась сеть сельского расселения за прошедшие десятилетия. Во-вторых, это исследование заостряет внимание на проблеме замещения учета населения учетом земель. Современная статистика оставляет без внимания сезонно проживающих в сельской местности жителей, при этом пустоши – населенные пункты, давно оставленные людьми, где нет ни инфраструктуры, ни любых других признаков обитаемой территории – сохраняются в официальных списках СНП. В-третьих, в рамках работ по территориальному планированию СНП «без населения» требуют дифференцированного подхода – одни из них имеют потенциал для «реабилитации» [Роговская, Танкеев, 2014], другие, напротив, подлежат исключению из перечня селитебных территорий.

Благодарности. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ (проект № 18-05-00394).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Алексеев А.И., Сафронов С.Г. Изменение сельского расселения в России в конце XX – начале XXI века // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5: География. 2015. № 2. С. 66–76.
- Алексеев А.И., Симагин Ю.А. Аграрный характер российского менталитета и реформы в сельской местности России // Российские регионы в новых экономических условиях. М.: ИГ РАН, 1996. С. 120–126.
- Город и деревня в Европейской России: сто лет перемен / Ред.: Т.Г. Нефедова, П.М. Полян, А.И. Трейвиш. М., 2001. 560 с.
- Дегтярев А.Я. Русская деревня в XV–XVII веках: Очерки истории сельского расселения. Л.: Изд-во ЛГУ, 1980. 176 с.
- Иоффе Г.В., Фингеров Г.М. Сельское хозяйство и рекреация: вопросы взаимоотношений // Территориальная организация хозяйства как фактор экономического развития. М.: Институт географии АН СССР, 1987. С. 122–138.
- Копанев А.И. Крестьянство Русского Севера в XVI в. Л.: Наука, 1978. 245 с.
- Махрова А.Г., Медведев А.А., Нефедова Т.Г. Садово-дачные поселки горожан в системе сельского расселения // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5: География. 2016. № 2. С. 64–74.
- Медведев А.А., Гунько М.С. Выявление признаков наличного населения по материалам дистанционного зондирования // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. 2016. № 6. С. 85–91.
- Нефедова Т.Г. Сжатие и поляризация сельского пространства России // Демоскоп Weekly. 2012. № 507–508. С. 16–29.
- Нефедова Т.Г., Покровский Н.Е., Трейвиш А.И. Урбанизация, дезурбанизация и село-городские сообщества в условиях роста горизонтальной мобильности // Социологические исследования. 2015. № 12. С. 60–69.
- Роговская Д.А., Танкеев А.С. Реабилитация сельских населенных пунктов Воронежской области с нулевой численностью населения // Научный вестник Воронежского ГАСУ. Строительство и архитектура. 2014. № 1. С. 150–158.
- Россия – страна умирающих деревень // Доклад Центра экономических и политических реформ. 2016. 43 с.
- Смирнова В.М. Социально-географические проблемы исчезновения сельских поселений // Географические аспекты реконструкции населенных мест Нечерноземья. Московский филиал Географического общества СССР. М., 1984. С. 37–50.
- Ткаченко А.А. О реальном и номинальном количестве сельских населенных пунктов в современной России и ее регионах // Известия Русского географического общества. 2018. Т. 150. № 2. С. 15–24.
- Ткаченко А.А. О сокращении числа сельских поселений // Сельская Россия: прошлое и настоящее // Доклады и сообще-
- ния Седьмой российской научно-практич. конференции. М.: Энциклопедия российских деревень, 1999. С. 84–86.
- Щербакова Е.М. Мировой демографический барометр // Демоскоп Weekly. 2010. № 429–430.
- Deserted Medieval Villages in England [Электронный ресурс] // <https://www.medieval.eu/deserted-medieval-villages-england/> (дата обращения 22.08.18).
- Di Figlia L. Turnaround: abandoned villages, from discarded elements of modern Italian society to possible resources // International Planning Studies. 2016. V. 21. № 3. P. 278–297.
- Dyer C. Deserted Medieval Villages in the West Midlands // The Economic History Review, New Series. 1982. V. 35. № 1. P. 19–34.
- Knight J. Rural Revitalization in Japan: Spirit of the Village and Taste of the Country // Asian Survey. 1994. V. 34. № 7. P. 634–646.
- Li S. The renewal of hollow village. A research and proposal of Erhai area in YunNan, China: MSc Thesis Urban Design in China and Europe. Blekinge Institute of Technology, 2014. 81 p.
- List of lost settlements in the United Kingdom [Электронный ресурс] // https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_lost_settlements_in_the_United_Kingdom (дата обращения 22.08.18).
- Liu Y., Liu Y., Chen Y., Long H. The process and driving forces of rural hollowing in China under rapid urbanization // J. Geographical Sciences. 2010. V. 20. Iss. 6. P. 876–888.
- Long H., Li Y., Liu Y., Woods M., Zou J. Accelerated restructuring in rural China fueled by ‘increasing vs. decreasing balance’ land-use policy for dealing with hollowed villages // Land Use Policy. 2011. V. 29. Iss. 1. P. 11–22.
- Pallot J. Rural depopulation and the restoration of the Russian village under Gorbachev // Soviet Studies. 1990. V. 42. № 4. P. 655–674.
- Simms A. Deserted medieval villages and fields in Germany, a survey of the literature with a select bibliography // J. Historical Geography. 1976. V. 2. Iss. 3. P. 223–238.
- Sun H., Liu Y., Xu K. Hollow villages and rural restructuring in major rural regions of China: A case study of Yucheng City, Shandong Province // Chinese Geographical Science. 2011. V. 21. Iss. 3. P. 354–363.
- Yang Y. From hollowing area to livable rural area. Developing agritourism from a perspective of landscape design as a catalyst for sustainable rural development. Case study in Shenyang, China: MSc Thesis Landscape Architecture. Wageningen University, 2017. 118 p.

Поступила в редакцию 04.09.2018
После доработки 20.09.2018
Принята к публикации 08.10.2018

I.N. Rumjancev¹, A.A. Smirnova², A.A. Tkachenko³RURAL SETTLEMENTS «WITHOUT POPULATION»
AS A GEOGRAPHICAL AND STATISTICAL PHENOMENON

The article deals with a phenomenon of rural settlements «without population». It is a specific term of Russian statistics related to the depopulation of Russian rural areas. The process of desolation and abandonment of villages continues for decades in many regions. The Non-Chernozem regions are characterized by the largest number of settlements «without population», and the Tver oblast' is leading among them. This example has shown that the settlements «without population» can be at the different stages of abandonment. The typology of settlements «without population» was elaborated basing on space imagery. About one third of them in the Tver oblast' are wastelands with neither buildings nor roads. Case study of a municipal district proves that field and remote sensing data on settlements «without population» are quite comparable.

Key words: rural settlement pattern, rural area, depopulation, rural settlements «without population», Non-Chernozem area, Tver region, remote sensing

Acknowledgements. The study was financially supported by the Russian Foundation for Basic Research (project № 18-05-00394).

REFERENCES

- Alekseev A.I., Safronov S.G.* Izmenenie sel'skogo rasseleniya v Rossii v kontse XX – nachale XXI veka [Changes in rural settlement patterns in Russia during the late 20th – early 21st centuries] // Vestnik Mosk. un-ta. Ser. 5. Geografiya. 2015. № 2. P. 66–76 (in Russian).
- Alekseev A.I., Simagin Y.A.* Agrarnyj kharakter rossijskogo mentaliteta i reformy v sel'skoj mestnosti Rossii [The agrarian nature of Russian mentality and the reforms in rural Russia] // Rossijskie regiony v novykh ehkonomicheskikh usloviyakh. M.: IG RAN, 1996. P. 120–126 (in Russian).
- Degtyarev A.Ya.* Russkaya derevnya v XV–XVII vekakh: Ocherki istorii sel'skogo rasseleniya [Russian village in the XV–XVII centuries: essays on the history of rural settlement]. L.: Izd-vo LGU, 1980. 176 p. (in Russian).
- Deserted Medieval Villages in England [Электронный ресурс] // <https://www.medieval.eu/deserted-medieval-villages-england/> (дата обращения 22.08.18).
- Di Figlia L.* Turnaround: abandoned villages, from discarded elements of modern Italian society to possible resources // International Planning Studies. 2016. V. 21. № 3. P. 278–297.
- Dyer C.* Deserted Medieval Villages in the West Midlands // The Economic History Review, New Series. 1982. V. 35. № 1. P. 19–34.
- Gorod i derevnya v Evropejskoj Rossii: sto let peremen [The town and the country in European Russia: one hundred years of changes] / Red. T.G. Nefedova, P.M. Polyan, A.I. Trejvish. M., 2001. 560 p. (in Russian).
- Ioffe G.V., Fingerov G.M.* Sel'skoe khozyajstvo i rekreatsiya: voprosy vzaimootnoshenij [Agriculture and recreation: issues of relationships] // Territorial'naya organizatsiya khozyajstva kak faktor ehkonomicheskogo razvitiya. M.: Institut geografii AN SSSR, 1987. P. 122–13 (in Russian).
- Knight J.* Rural Revitalization in Japan: Spirit of the Village and Taste of the Country // Asian Survey. 1994. V. 34. № 7. P. 634–646.
- Kopanev A.I.* Krest'yanstvo Russkogo Severa v XVI v. [The peasantry of the Russian North in the 16th century]. L.: Nauka, 1978. 245 p. (in Russian).
- Li S.* The renewal of hollow village. A research and proposal of Erhai area in YunNan, China: MSc Thesis Urban Design in China and Europe. Blekinge Institute of Technology, 2014. 81 p.
- List of lost settlements in the United Kingdom [Электронный ресурс] // https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_lost_settlements_in_the_United_Kingdom (дата обращения 22.08.18).
- Liu Y., Liu Y., Chen Y., Long H.* The process and driving forces of rural hollowing in China under rapid urbanization // J. of Geographical Sciences. 2010. V. 20. Iss. 6. P. 876–888.
- Long H., Li Y., Liu Y., Woods M., Zou J.* Accelerated restructuring in rural China fueled by 'increasing vs. decreasing balance' land-use policy for dealing with hollowed villages // Land Use Policy. 2011. V. 29. Iss. 1. P. 11–22.
- Makhrova A.G., Medvedev A.A., Nefedova T.G.* Sadovodachnye poselki gorozhan v sisteme sel'skogo rasseleniya [Gardening and dacha communities of urban dwellers in the rural settlement system] // Vestnik Mosk. un-ta. Ser. 5: Geografiya. 2016. № 2. P. 64–74 (in Russian).
- Medvedev A.A., Gun'ko M.S.* Vyjavlenie priznakov nalichnogo naseleniya po materialam distancionnogo zondirovaniya [Identification of available population using the remote sensing materials] // Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Geodezija i aerofotosj'emka. 2016. № 6. P. 85–91 (in Russian).
- Nefedova T.G.* Szhatie i polarizatsiya sel'skogo prostranstva Rossii [Compression and polarization of the rural space of Russia] // Demoskop Weekly. 2012. № 507–508. P. 16–29 (in Russian).
- Nefedova T.G., Pokrovskij N.E., Trejvish A.I.* Urbanizatsiya, dezurbanizatsiya i sel'sko-gorodskie soobshhestva v usloviyakh rosta gorizonta'noj mobil'nosti [Urbanization, desurbanization and rural-urban communities under the growing horizontal mobility] // Sotsiologicheskie issledovaniya. 2015. № 12. P. 60–69 (in Russian).

¹ Tver State University, Faculty of Geography and Geoecology, Department of Socio-Economic Geography and Territorial Planning, student; e-mail: ilya357383527@gmail.com

² Tver State University, Faculty of Geography and Geoecology, Department of Socio-Economic Geography and Territorial Planning, Senior Lecturer, PhD. in Geography; e-mail: alpresents@mail.ru

³ Tver State University, Faculty of Geography and Geoecology, Department of Socio-Economic Geography and Territorial Planning, Professor, D.Sc. in Geography; e-mail: at.tver@mail.ru

Pallo J. Rural depopulation and the restoration of the Russian village under Gorbachev // *Soviet Studies*. 1990. V. 42. № 4. P. 655–674.

Rogotovskaya D.A., Tankeev A.S. Reabilitatsiya sel'skikh naselennykh punktov Voronezhskoj oblasti s nulevoj chislennost'yu naseleniya [Rehabilitation of rural settlements with zero population in the Voronezh region] // *Nauchnyj vestnik Voronezhskogo GASU. Stroitel'stvo i arkhitektura*. 2014. № 1. P. 150–158 (in Russian).

Rossiya – strana umirayushhikh dereven' [Russia is a country of dying villages] // *Doklad TSentra ekonomicheskikh i politicheskikh reform*. 2016. 43 p. (in Russian).

Simms A. Deserted medieval villages and fields in Germany, a survey of the literature with a select bibliography // *J. of Historical Geography*. 1976. V. 2. Iss. 3. P. 223–238.

Sherbakova E.M. Mirovoj demograficheskij barometr [World demographic barometer] // *Demoskop Weekly*. 2010. № 429–430 (in Russian).

Smirnova V.M. Sotsial'no-geograficheskie problemy ischeznoveniia sel'skikh poselenij [Socio-geographical problems of the disappearance of rural settlements] // *Geograficheskie aspekty rekonstruktsii naselennykh mest Nechernozem'ya. Moskovskij filial*

Geograficheskogo obshchestva SSSR. M., 1984. P. 37–50 (in Russian).

Sun H., Liu Y., Xu K. Hollow villages and rural restructuring in major rural regions of China: A case study of Yucheng City, Shandong Province // *Chinese Geographical Science*. 2011. V. 21. Iss. 3. P. 354–363.

Tkachenko A.A. O real'nom i nominal'nom kolichestve sel'skikh naselennykh punktov v sovremennoj Rossii i ee regionakh [About the actual and the nominal quantity of rural settlements in modern Russia and its regions] // *Izvestiya Russkogo geograficheskogo obshchestva*. 2018. T. 150. № 2. P. 15–24 (in Russian).

Tkachenko A.A. O sokrashhenii chisla sel'skikh poselenij [About the decline of the rural settlements number] // *Sel'skaya Rossiya: proshloe i nastoyashhee: Doklady i soobshheniya sed'moj rossijskoj nauchno-praktich. konferentsii*. M.: Entsiklopediya rossijskikh dereven', 1999. P. 84–86 (in Russian).

Yang Y. From hollowing area to livable rural area. Developing agritourism from a perspective of landscape design as a catalyst for sustainable rural development. Case study in Shenyang, China: MSc Thesis Landscape Architecture. Wageningen University, 2017. 118 p.

Received 04.09.2018

Revised 20.09.2018

Accepted 08.10.2018

УДК 910.2:528.8

А.А. Сучилин¹, О. В. Вахнина²

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ПРИРОДНЫХ ПРОЦЕССОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ И НАЗЕМНОГО СПЕКТРОМЕТРИРОВАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ САТИНСКОГО ПОЛИГОНА)

Рассмотрены основные направления научных исследований последних лет, проводимых на полигоне «Сатино» сотрудниками кафедры картографии и геоинформатики в содружестве со специалистами других кафедр. Наибольшее внимание уделено исследованиям, связанным с разработкой методики стереосъемки рельефа местности с беспилотных летательных аппаратов (БЛА) и наземному спектрометрированию растительности.

Ключевые слова: глобальные навигационные спутниковые системы, дифференциальные геодезические станции, мобильные комплексы глобальных навигационных спутниковых систем, цифровая модель рельефа, нормализованный разностный вегетационный индекс, полевые географические исследования, долинные луга

Введение. Научная работа кафедры картографии и геоинформатики на учебно-научном полигоне «Сатино» с момента его основания в 1968 г. связана с разработкой картографических, дистанционных и геоинформационных методов исследования географических объектов и процессов и охватывает полный цикл исследований с этапа сбора исходных данных в полевой период до создания и использования картографических материалов в геоинформационных системах (ГИС «Сатино»). Одним из основных направлений на протяжении многих лет является развитие полевых методов исследования на основе новых видов оборудования [Suchilin, 2015] и материалов наземного, воздушного [Gallagher, Lawtence, 2016] и космического звеньев дистанционного зондирования. В рамках этого направления в последние годы ведутся разработки методики съемки с беспилотных летательных аппаратов (БЛА) для анализа и оценки территории [Курков с соавт., 2014], проводятся исследования с использованием наземного спектрометрирования для изучения взаимосвязей спектральных характеристик с продукцией и другими показателями долинных лугов.

Основная цель работы – разработка методик дистанционных исследований, проводящихся в приземном слое и с небольших высот, оценка возможности использования полученных данных для решения картографо-географических задач, а также для выявления связи между свойствами исследуемых объектов и характеристиками, получаемыми по другим материалам дистанционного зондирования с меньшей детальностью и оперативностью.

Материалы и методы исследований. В научных работах на Сатинском полигоне независимо от их направленности в качестве базовых используются материалы геодезического, картографического и

аэрокосмического обеспечения, созданного усилиями сотрудников кафедры картографии и геоинформатики в предшествующие годы. Это составленные и периодически обновляемые (последняя редакция 2014 г.) учебные топографические карты масштаба 1:5000 и 1:10 000, массив разномасштабных (от 1:2000 до 1:40 000) панхроматических и спектрально-аэрозонных снимков, а также многозональных космических снимков высокого разрешения (от 0,5 до 2,4 м), полученных на разные даты в результате специально заказанных съемок полигона.

Поиск и хранение материалов дистанционного зондирования, переведенных в цифровой формат, осуществляется в созданной на кафедре справочной информационной системе: «Материалы ДЗ на территорию Сатинского учебного полигона» [Сучилин с соавт., 2013]. Она позволяет просматривать и получать копии материалов космической и аэрофотосъемки, перспективной съемки с вертолета, воздушного шара и дельтаплана, а также современные и исторические картографические произведения на территорию полигона: чертежи и межевые планы, карты из атласов Российской империи (рис. 1). Материалы справочной системы использовались для анализа изменений на участке зондирования с помощью БЛА и для выбора положения учетных площадок спектрометрирования.

Для воздушной съемки применен общедоступный БЛА любительского класса DJI Phantom-3 (компания DJI Innovations, Китай) без специальной аппаратуры для фотограмметрической съемки, оснащенный камерой DJI (размер снимка 4000×3000 pix, фокусное расстояние 4 мм, диафрагма f/28 с, выдержка 1/640). Технические возможности БЛА обеспечивают радиус действия 1500 м от точки взлета и высоту полета до 500 м.

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра картографии и геоинформатики, ст. науч. с.; e-mail: asuhov@geogr.msu.ru

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, кафедра картографии и геоинформатики, науч. с.; e-mail: vachnina-ov@yandex.ru

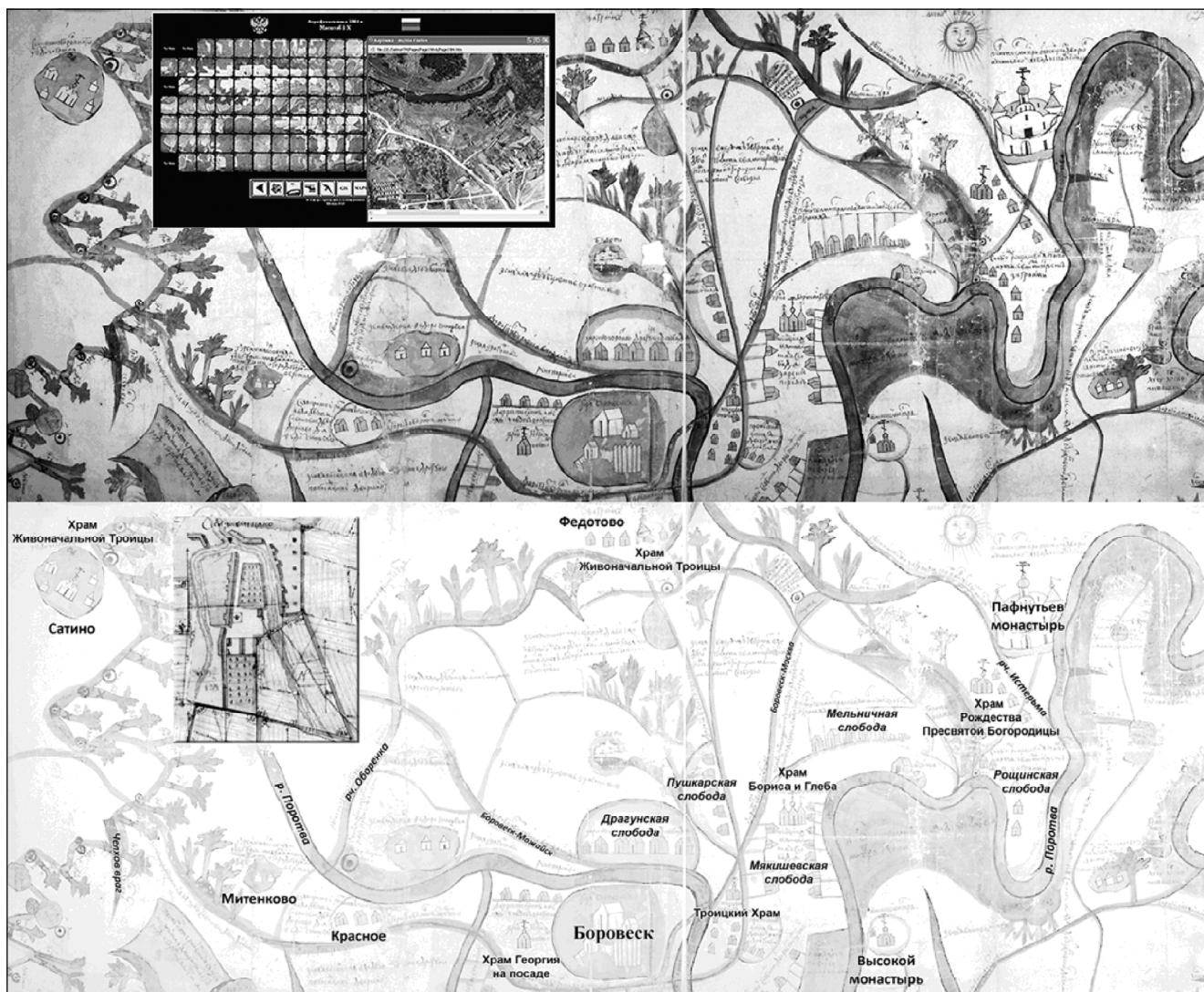


Рис. 1. «Чертеж Боровского Пафнутаева монастыря, селениям и пустошам монастырским». На врезках: Интерфейс поиска цифровых материалов, межевой план с. Сатино XV–XVI вв.

Fig. 1. «Borovsko-Pafnutievsky Monastery chart with hamlets and wealds». Insets: Digital material search interface; demarcation plan of the Satino village 15–16th cc.

Наземное спектрометрирование выполнено полевым спектрометром SpectroSense2 (компания Skyeinstruments, Великобритания), регистрирующим падающее (в пределах полусферы над сенсором) и отраженное от поверхности объекта (внутри конуса в 25°) излучение в красной (650 нм) и ближней инфракрасной (800 нм) зонах спектра на высоте до 2 м от поверхности земли.

Результаты исследований и их обсуждение. БЛА находят все большее применение в дистанционном зондировании [Mancini et al., 2013], полученные материалы предназначены для создания карт и цифровых моделей местности, оперативного мониторинга природных процессов, что особенно важно для таких труднодоступных объектов, как ледники, болота и т. п. В настоящее время кафедра картографии и геоинформатики совместно с кафедрой геоморфологии и палеогеографии провела на полигоне «Сатино» исследование оползневых и эрозионных

форм рельефа правого борта долины р. Протва в районе села Беницы, где в июне 2017 г. произошло оползание участка площадью 327,3 м². Для фиксации пространственных изменений рельефа на тестовом участке была апробирована методика воздушного зондирования с БЛА в сочетании с применением глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) в целях оперативного составления плана и геоморфологической схемы оползня [Воскресенский с соавт., 2017].

В процессе воздушной фотосъемки с БЛА получена серия из 28 перекрывающихся цифровых снимков, на которых детально отобразились особенности рельефа и однозначно опознавались опорные точки, размещенные на участке съемки в виде «конверта». Центральная точка снимков фиксировалась штатной навигационной системой GPS в режиме кинематика, координаты которой присутствуют в файле каждого снимка. Продольное перекрытие

снимков составило 80%, поперечное – более 60%, высота залета 50 м. Опорные точки однозначно зафиксированы мобильными ГНСС комплексами и уравниены относительно сети ДГС ГНСС («Satio» и «МО_MSU»³), что позволило получить их координаты сантиметровой точности.

Из материалов цифровой съемки отобраны снимки с равномерной освещенностью, после чего они подверглись фотограмметрической обработке. Рассчитаны связующие точки для стереопар снимков и сформировано «плотное облако» точек, покрывающее изучаемую территорию. После предварительной обработки цифровые снимки трансформированы в принятую систему координат полигона (Калуга-40), что позволило интегрировать их в геоинформационную часть проекта отдельными слоями и провести необходимое моделирование. Модель,

составленная по материалам дистанционной крупномасштабной съемки БЛА с применением ГНСС, позволила оперативно составить цифровую модель рельефа (ЦМР) тестового участка, построить горизонтали с заданной высотой сечения рельефа (рис. 2), провести дополнительные операции пространственного анализа (вычленение и обобщение, расчет объемов, углов наклона, экспозиции склонов, профилирование и т. п.).

Применение полученных материалов съемки в сочетании с геолого-геоморфологическими характеристиками [Строение и развитие ..., 1996], включая натурные исследования, позволило составить геоморфологическую схему участка (рис. 3), провести комплексный анализ условий рельефообразования и проявления оползневых процессов, представляющих потенциальную опасность.

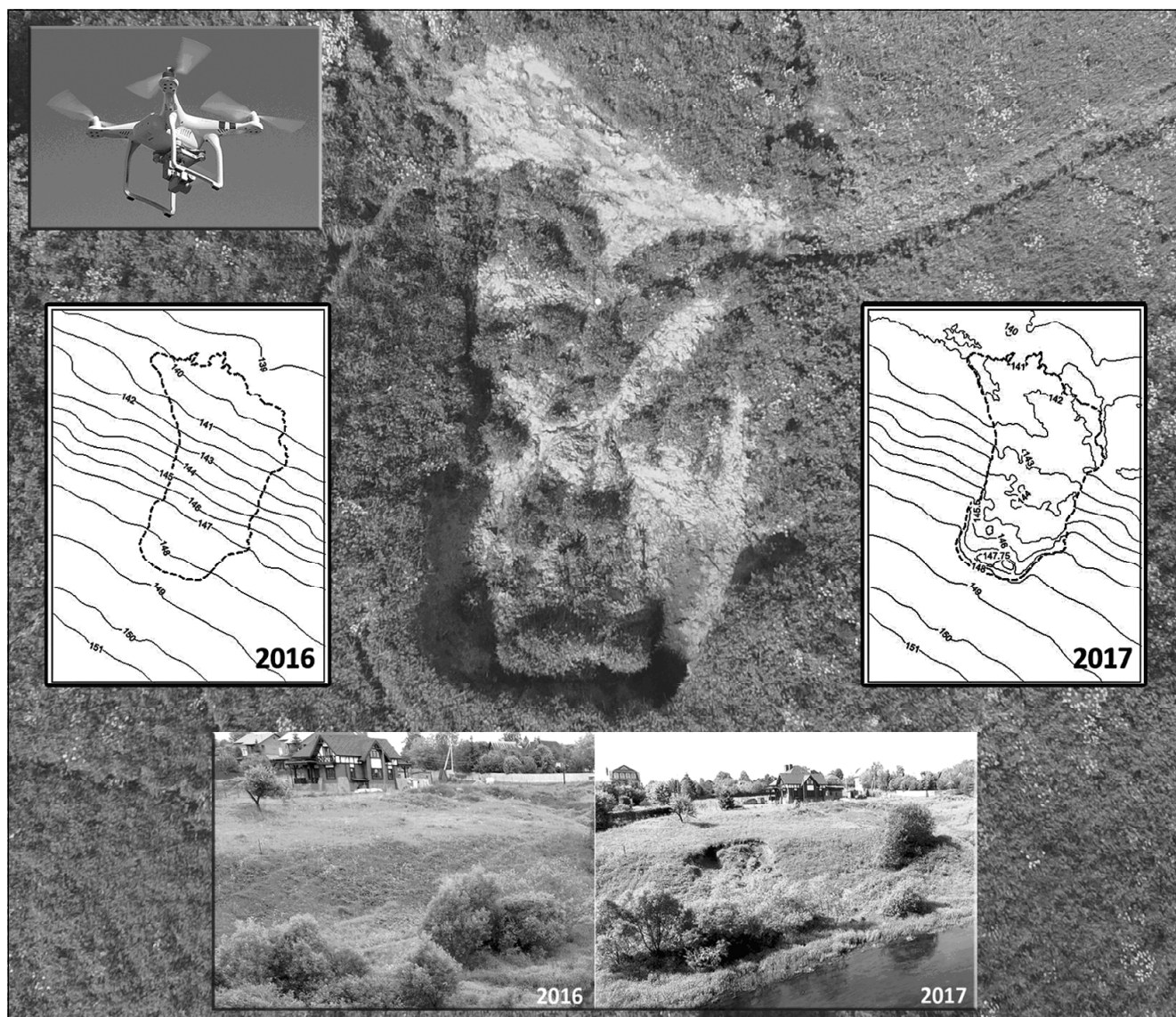


Рис. 2. Исходный снимок с БЛА, рельеф и разновременные перспективные снимки участка исследований (2016–2017 гг.)

Fig. 2. The original photo taken by the UAV, relief and multi-temporal perspective photos of the area under study (2016–2017)

³ «МО_MSU» – совместный проект географического ф-та МГУ и компании «Фирма G.F.K.».

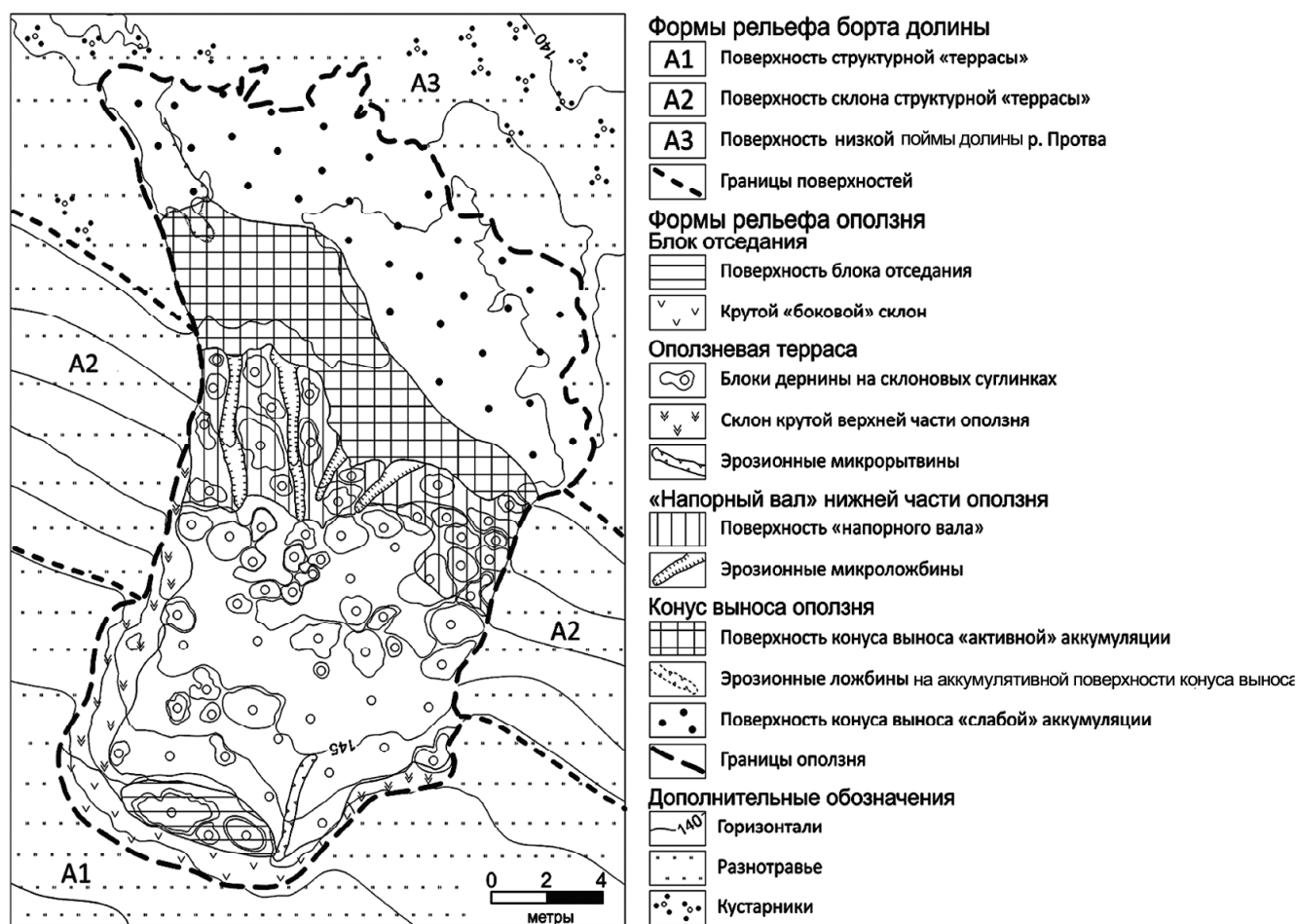


Рис. 3. Геоморфологическая схема исследуемого участка (составлена И.С. Воскресенским)

Fig. 3. Geomorphologic scheme of the studied area (compiled by Voskresensky I.S.)

В целом, использование общедоступных БЛА для оперативной аэросъемки локальных территорий, а также для получения материалов заданной картографической точности, доказало свою эффективность. Совокупность применения БЛА и ГНСС позволяет оперативно выявлять новые образования рельефа, дистанционно получать их детальные количественные характеристики, и на основании этих данных проводить натурные исследования и их мониторинг. Точность высот ЦМР, исходя из соотношения «высота-базис» при высоте съемки 50 м, составила 10–12 см. Среднеквадратическая погрешность при уравнивании и измерении на опорных точках, подтверждает данную точность. Полученные значения удовлетворяют требованиям, предъявляемым к инженерно-топографическим планам масштаба 1:500 с сечением рельефа 0,5 м. Разрешение одного пиксела на местности составило 3–4 см. Разработанная методика съемки с БЛА совместно с ГНСС найдет свое применение в учебно-научном процессе, в частности, позволит оперативно фиксировать и отображать на картах изменения в границах полигона, а также может быть использована и в других географических исследованиях.

Обеспеченность полигона многозональными космическими снимками высокого разрешения стимулировала развитие еще одного направления исследований – наземного спектрометрирования, необходимого для установления связи параметров объектов с их спектральными дешифровочными признаками на снимках [Зимин с соавт., 2014; Sahoo, 2015]. В рамках этого направления с 2008 года совместно с сотрудниками кафедры биогеографии [Огуреева с соавт., 2009; Микляева, Вахнина, 2016], проводится наземное спектрометрирование долинных лугов полигона. В качестве спектрального признака использовался нормализованный разностный вегетационный индекс (NDVI), применяющийся для выделения по многозональным снимкам зеленой растительности и служащий косвенным показателем количества фитомассы и содержания хлорофилла в листьях. В ходе работ исследовалась взаимосвязь значений NDVI с величиной фитомассы, влияние на характер этой взаимосвязи других параметров лугов, их сезонной и многолетней динамики. Так как выполнялось спектрометрирование живых растений, анализировалась фитомасса в сыром состоянии.

Связь фитомассы с различными видами вегетационных индексов, в том числе с NDVI, исследу-

ется по большей части при оценке продукции сельскохозяйственных культур [Середа, Тутубалина, 2017; Сторчак, Ерошенко, 2014]. Примеров подобных работ по оценке продукции естественных лугов значительно меньше. В отличие от представленной работы, проводятся исследования, относящиеся к другим типам растительности [Ботвич с соавт. 2017; Муратова, Бекмухамедов, 2013]. В них не рассматривается многолетняя динамика фитомассы, а сезонная и многолетняя динамика NDVI анализируется в основном по материалам космической съемки [Рулев с соавт., 2016; Терехин, 2015].

В ходе работ на полигоне разработана методика спектрометрирования с учетом влияния условий наблюдения, проведено более 900 сеансов спектрометрирования на девяти постоянных и более чем на 50 временных учетных площадках размером 0,25 м², получены количественные характеристики лугов, включая распределение сырой фитомассы по фитоценотическим горизонтам с имеющимися соцветиями и без них.

Установлено, что характер связи величины сырой фитомассы и значений NDVI в значительной степени зависит от типа лугов и морфологии доминантов (формы и положения в пространстве листовых пластинок), а взаимосвязь в пределах одного типа лугов не является линейной (рис. 4). На учетных площадках с величиной сырой фитомассы более определенной величины, различной у разных типов лугов (в среднем 400–500 г/0,25 м² или 1,6–2,0 кг/м²), дальнейшее увеличение фитомассы не приводит к заметному увеличению NDVI. Такой результат объясняется снижением влияния фрагментов почвы и подстилки на формирование отраженной радиации по мере увеличения фитомассы. Проанализировано влияние обилия соцветий на значения NDVI. Выявлено, что увеличение веса соцветий на 1% от общей фитомассы приводит к уменьшению NDVI в среднем также на 1%. Это необходи-

мо учитывать при оценке взаимосвязи NDVI с величиной фитомассы.

Сезонная динамика изучалась по результатам обследования постоянных учетных площадок с интервалом около 10 дней с конца мая – начала периода формирования фитомассы, до последней декады июля – ее максимального накопления, а также однократно в конце сентября в фазу затухания вегетации. Выявлено несколько типов сезонных кривых NDVI, характерных для лугов, различающихся продолжительностью периода вегетации, особенностями морфологии растений, темпами накопления и сроками достижения максимальной величины фитомассы. Большое влияние на характер кривых оказывает обилие соцветий. От него зависит степень инверсии NDVI, которая в наших исследованиях достигала в период цветения доминантов 11–12%. На рис. 5 представлены два наиболее различающихся типа кривых, выявленных у лугов с минимальным и максимальным весом соцветий. Особенности сезонных кривых NDVI позволяют сделать вывод о возможности использования их для исследования сезонной динамики лугов разных типов на основе материалов дистанционного зондирования.

Исследование многолетней динамики фитомассы и NDVI выполнено по результатам, полученным в середине июля при максимальной величине фитомассы. Оно показало, что наиболее продуктивные луга отличаются наибольшими колебаниями величины фитомассы при наименьшей изменчивости значений NDVI, менее продуктивные – характеризуются большим разбросом значений NDVI при меньшей изменчивости величины фитомассы. Полученные данные подтверждают выводы о нелинейной зависимости NDVI от величины фитомассы и позволяют говорить о целесообразности использования данных многолетней изменчивости NDVI для изучения менее продуктивных лугов (в нашем исследовании с фитомассой менее 1,6–2,0 кг/м²).

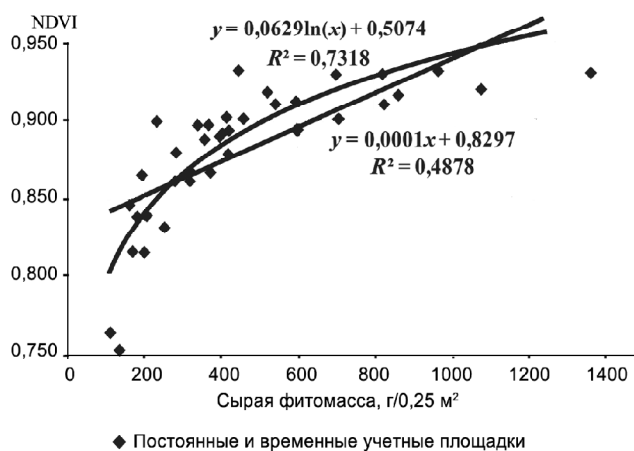


Рис. 4. Зависимость NDVI от величины сырой фитомассы (без соцветий)

Fig. 4. Dependence of NDVI on the value of crude phytomass (without flower heads)

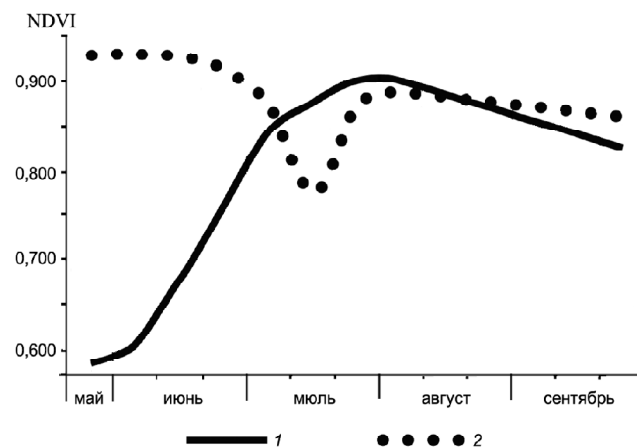


Рис. 5. Пример сезонных кривых NDVI: 1 – участок луга с минимальным количеством соцветий; 2 – участок луга с обильно цветущими растениями

Fig. 5. Example of NDVI seasonal curves: 1 – meadow plot with a minimum number of flower heads; 2 – meadow plot with abundant flowering plants

Выводы:

– использование в географических исследованиях БЛА в сочетании с ГНСС, представляется весьма перспективной методикой для оценки и оперативного крупномасштабного мониторинга исследуемой территории, особенно – труднодоступных участков земной поверхности;

– разработанная при проведении исследований полигона методика, предусматривающая использование БЛА и ГНСС с опорой на точки планово-высотного обоснования и последующую фотограмметрическую обработку полученных цифровых снимков, позволила создать ортофотоплан, ЦМР, и крупномасштабный план исследуемой территории с точностью, соответствующей масштабу исследований. Использование ортофотоплана и ЦМР, полученных на территорию с выраженными рельефообразующими процессами позволило провести пространственный анализ территории, составить геоморфологическую схему и использовать их в дальнейшем для оперативного мониторинга изучаемой местности.

Преимуществом съемки является возможность заранее планировать схему полета БЛА в автоматическом режиме и задавать параметры съемки, используя координаты одной точки на участке зондирования. К выявленным недостаткам можно отнести два фактора: ограниченное время полета БЛА

влияет на площадь охвата съемки; наличие растительности усложняет процесс обработки материалов зондирования, делая более предпочтительным проведение съемки свободных от растительности участков;

– разработанная совместно с сотрудниками кафедры биогеографии методика комплексного обследования долинных лугов в сочетании с наземным спектрометрированием позволила оценить возможность использования нормализованного разностного вегетационного индекса для исследования и оценки фитомассы луговой растительности. Анализ взаимосвязи сырой и абсолютно сухой фитомассы показал необходимость проведения в этом направлении дополнительных изысканий. Установлен нелинейный характер зависимости величины NDVI от размера фитомассы. Показана целесообразность применения NDVI для оценки фитомассы менее продуктивных лугов (в нашем исследовании с сырой фитомассой менее 1,6–2,0 кг/м²) и внесения повышающих поправок в значения NDVI в период цветения. Выявлена возможность применения сезонных кривых NDVI для выделения некоторых типов лугов по материалам дистанционного зондирования. Установлено, что многолетняя изменчивость сезонных кривых NDVI может быть использована для исследования «устойчивости» менее продуктивных лугов к изменению условий произрастания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Ботвич И.Ю., Волкова А.И., Кононова Н.А., Иванова Ю.Д., Шевырногов А.П. Спектрометрирование травянистой растительности Красноярского края и Республики Хакасия: методика измерений, хранение и обработка данных // Решетневские чтения. 2017. № 21-1. С. 398–400.
- Воскресенский И.С., Ушакова Л.А., Сучилин А.А., Шафоростов В.М., Энтин А.Л. ГНСС и воздушное зондирование для мониторинга опасных природных процессов при эксплуатации газотранспортной системы // Мат-лы XIII общероссийской конф. изыскательских организаций. М.: Геомаркетинг, 2017. Т. 1. С. 35–36.
- Зимин М.В., Тутубалина О.В., Голубева Е.И., Рис Г.У. Методика наземного спектрометрирования растений Арктики для дешифрирования космических снимков // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2014. № 4. С. 34–41.
- Курков В.М., Смирнов А.В., Иноземцев Д.П. Опыт использования БЛА при проведении практики студентов на Заокском геополитоне. М.: МИИГАИК, Геопроби, 2014. № 4. С. 55.
- Микляева И.М., Вахнина О.В. Фитомасса долинных лугов. Взаимосвязь с величиной вегетационного индекса (по результатам наземного спектрометрирования) // Использование и охрана природных ресурсов в России. Научно-информационный и проблемно-аналитический бюллетень. М.: Изд-во НИА-Природа, 2016. № 4. С. 29–35.
- Муратова Н.Р., Бекмухамедов Н.Э. Дистанционная оценка состояния естественных пастбищ по гиперспектральным данным и на основании космоснимков разного разрешения // Электронный научно-практический журнал «Сельское, лесное и водное хозяйство». Институт космических исследований им. акад. У.М. Султангазина. /http://agro.snauka.ru/2013/01/815. Дата посещения 20 марта 2018.
- Огуреева Г.Н., Микляева И.М., Вахнина О.В., Тутубалина О.В. Полевое наземное спектрометрирование луговой растительности полигона «Сатино» // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2009. № 6. С. 71–77.
- Рулев А.С., Канищев С.Н., Шинкаренко С.С. Анализ сезонной динамики NDVI естественной растительности Заволжья Волгоградской области // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2016. Т. 13. № 4. С. 113–123.
- Середа И.И., Тутубалина О.В. Использование вегетационных индексов для оценки состояния посевов кукурузы на основе воздушных гиперспектральных снимков // Научные исследования молодых ученых-картографов, выполненные под руководством сотрудников кафедры картографии и геоинформатики географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова. М.: КДУ, 2017. С. 61–69.
- Сторчак И.Г., Ерошенко Ф.В. Использование NDVI для оценки продуктивности озимой пшеницы в Ставропольском крае // Земледелие. 2014. № 7. С. 12–15.
- Строение и развитие долины р. Протвы / Под ред. Г.И. Рычагова и С.И. Антонова. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1996. 129 с.
- Сучилин А.А., Репина А.С., Барышников Д.С., Васильев О.Д. Применение оборудования ГНСС на УНБ «Сатино» географического ф-та МГУ // Геопроби. 2013. № 3. С. 57.
- Сучилин А.А., Ушакова Л.А., Владимирова М.Р., Ли В. ГНСС в географическом образовании и прикладных исследованиях. ИнтерКарто/ИнтерГИС 23. Геоинформационное обеспечение устойчивого развития территорий в условиях глобальных изменений климата. М.: Изд-во Моск. ун-та. 2017. Т. 3. С. 247–257.
- Терехин Э.А. Сезонная динамика NDVI многолетних трав и ее использование для типизации их посевов на территории Белгородской области // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2015. Т. 12. № 1. С. 9–17.
- Gallagher K., Lawrence P. Unmanned systems and managing from above: the practical implications of UAVs for research

applications addressing urban sustainability // *Urban Sustainability: Policy and Praxis*. Springer International Publishing. 2016. P. 217–232.

Mancini F., Dubbini M., Gattelli M., Stecchi F., Fabbri S., Gabbianelli G. (2013) Using unmanned aerial vehicles (UAV) for high-resolution reconstruction of topography: the structure from motion approach on coastal environments // *Remote Sens.* 2013. V. 5(12). P. 6880–6898. doi:10.3390/rs5126880.

Sahoo R.N., Ray S.S., Manjunath K.R. Hyperspectral remote sensing of agriculture // *Current Science*. V. 108. № 5. 10 March 2015. P. 848–859.

Suchilin A.A. GNSS Reference Stations of Lomonosov MSU Faculty of Geography. M.: Book of abstracts. International Geographical Union Regional Conference, 2015. P. 237.

Поступила в редакцию 22.03.2018

После доработки 05.07.2018

Принята к публикации 08.10.2018

A.A. Suchilin¹, O.V. Vakhnina²

INVESTIGATION OF THE DYNAMICS OF NATURAL PROCESSES USING THE UNMANNED AERIAL VEHICLES AND THE GROUND-BASED SPECTROMETRY (CASE STUDY OF THE SATINO TRAINING AREA)

The article covers main areas of recent investigations carried out by the staff of the Department of Cartography and Geoinformatics in the Satino training area in cooperation with experts from other departments. The authors focus on the development of new methods of relief surveying from unmanned aerial vehicles (UAV) and the ground-based spectrometry of vegetation.

Key words: global navigation satellite system (GNSS), differential geodetic stations (DGS), mobile complexes of GNSS, digital elevation model (DEM), normalized difference vegetation index (NDVI), field studies, valley meadows

REFERENCES

Botvich I.YU., Volkova A.I., Kononova N.A., Ivanova YU.D., Shevyrnogov A.P. Spektrometrirovaniye travyanistoj rastitel'nosti Krasnoyarskogo kraja i Respubliki Khakasiya: metodika izmerenij, khraneniye i obrabotka dannykh [Spectrometry of herbaceous vegetation in the Krasnoyarsk region and the Republic of Khakassia: measurement methodology, data storage and processing] // *Reshetnevskie chteniya*. 2017. № 21–1. S. 398–400 (in Russian).

Gallagher K., Lawrence P. Unmanned systems and managing from above: the practical implications of UAVs for research applications addressing urban sustainability // *Urban Sustainability: Policy and Praxis*. Springer International Publishing. 2016. P. 217–232.

Kurkov V.M., Smirnov A.V., Inozemcev D.P. Opyt ispol'zovaniya BLA pri provedenii praktiki studentov na Zaokskom geopoligone [Experience of UAVs application during field training of students at the Zaoksky geopolygon]. M.: MIIGAIG, Geoprofi. 2014. V. 4. S. 55 (in Russian).

Mancini F., Dubbini M., Gattelli M., Stecchi F., Fabbri S., Gabbianelli G. Using unmanned aerial vehicles (UAV) for high-resolution reconstruction of topography: the structure from motion approach on coastal environments // *Remote Sens.* 2013. V. 5(12). P. 6880–6898. doi:10.3390/rs5126880.

Miklyaeva I.M., Vakhnina O.V. Fitomassa dolinnykh lugov. Vzaimosvyaz' s velichinoy vegetatsionnogo indeksa (po rezul'tatam nazemnogo spektrometrirovaniya) [Phytomass of valley meadows. Relationship with the value of vegetation index (by the results of ground spectrometry)] // *Ispol'zovanie i okhrana prirodnnykh resursov v Rossii. Nauchno-informatsionnyy i problemno-analiticheskii byulleten'*. M.: Izd-vo NIA-Priroda, 2016. № 4. S. 29–35 (in Russian).

Muratova N.R., Bekmuhamedov N.Je. Distancionnaya ocenka sostojaniya es-testvennykh pastbishh po giperspektral'nym dannym

i na osnovanii kosmosnimkov raznogo razresheniya [Remote assessment of the state of natural pastures by hyperspectral data and on the basis of satellite images of different resolutions] // *Jelektronnyj nauchno-prakticheskij zhurnal «Sel'skoe, lesnoe i vodnoe hozjajstvo»*. Institut kosmicheskikh issledovanij imeni akademika U.M. Sultangazina /http://agro.snauka.ru/2013/01/815 Data po-seshheniya 20 marta 2018 (in Russian).

Ogureeva G.N., Mikljaeva I.M., Vahnina O.V., Tutubalina O.V. Polevoe nazemnoe spektrometrirovaniye lugovoj rastitel'nosti poligona «Satino» [Field ground spectrometry of meadow vegetation of the Satino training area] // *Vestnik Mosk. un-ta. Ser. 5. Geografija*. 2009. № 6. S. 71–77 (in Russian).

Rulev A.S., Kanishhev S.N., Shinkarenko S.S. Analiz sezonnoj dinamiki ndvi estestvennoj rastitel'nosti Zavolz'h'ya volgogradskoj oblasti [Analysis of seasonal dynamics of NDVI for the natural vegetation of the Trans-Volga part of the Volgograd region] // *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*. 2016. T. 13. № 4. S. 113–123 (in Russian).

Sahoo R.N., Ray S.S., Manjunath K.R. Hyperspectral remote sensing of agriculture // *Current Science*. V. 108. № 5. 10 March 2015. P. 848–859.

Sereda I.I., Tutubalina O.V. Ispol'zovanie vegetatsionnykh indeksov dlya otsenki sostoyaniya posevov kukuruzy na osnove vozdukhnykh giperspektral'nykh snimkov [Use of vegetation indices for the assessment of the state of maize plantings on the basis of aerial hyperspectral images] // *Nauchnye issledovaniya molodykh uchenykh-kartografov, vypolnennye pod rukovodstvom sotrudnikov kafedry kartografii i geoinformatiki geograficheskogo fakul'teta MGU imeni M.V. Lomonosova*. M.: KDU, 2017. S. 61–69 (in Russian).

Storchak I.G., Eroshenko F.V. Ispol'zovanie NDVI dlya otsenki produktivnosti ozimoy pshenitsy v Stavropol'skom krae

¹ Lomonosov Moscow State University, Department of Cartography and Geoinformatics, Senior Research Scientist; e-mail: asuhov@geogr.msu.ru

² Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Cartography and Geoinformatics, Research Scientist; e-mail: vakhnina-ov@yandex.ru

[Using NDVI to assess the productivity of winter wheat in the Stavropol Krai] // *Zemledelie*. 2014. № 7. S. 12–15 (in Russian).

Stroenie i razvitie doliny r. Protvy [Structure and evolution of the Protva River valley] / Pod red. G.I. Rychagova i S.I. Antonova. M.: Izd-vo MGU, 1996. 129 s. (in Russian).

Suchilin A.A. GNSS Reference Stations of Lomonosov MSU Faculty of Geography. M.: Book of abstracts. International Geographical Union Regional Conference, 2015. P. 237.

Suchilin A.A., Ushakova L.A., Vladimirova M.R., Li V. GNSS v geografi-cheskom obrazovanii i prikladnyh issledovaniyah [GNSS in geographic education and applied research], *InterKarto/InterGIS* 23. Geoinformacionnoe obespechenie ustojchivogo razvitija territorij v usloviyah global'nyh izmenenij klimata. Materialy mezhdunarodnoj konferencii. M.: Izd-vo Mosk. un-ta, 2017. T. 3. S. 247–257 (in Russian).

Suchilin A.A., Repina A.S., Baryshnikov D.S., Vasil'ev O.D. Primenenie oborudovaniya GNSS na UNB «Satino» geograficheskogo f-ta MGU [The use of GNSS equipment at the Satino teaching and research station of the MSU Faculty of Geography] // *Geoprofi*. 2013. № 3. S. 57.

Terekhin E.A. Sezonnaya dinamika ndvi mnogoletnikh trav i ee ispol'zovanie dlya tipizatsii ikh posevov na territorii Belgorodskoj oblasti [Seasonal dynamics of NDVI for perennial grasses and its application for elaborating the typology of their plantings in the Belgorod region] // *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*. 2015. T. 12. № 1. S. 9–17 (in Russian).

Voskresenskij I.S., Suchilin A.A., Ushakova L.A., Shaforostov V.M., Entin A.L. GNSS i vozdušnoe zondirovanie dlja monitoringa opasnyh prirodnyh processov pri ekspluatatsii gazotransportnoj sistemy [GNSS and air sensing for the monitoring of hazardous natural processes during the operation of gas transportation system] // *Mat-ly XIII obshherossijskoj konferencii izyskatel'skih organizacij*. M.: Geomarketing, 2017. T. 1. S. 35–36 (in Russian).

Zimin M.V., Tutubalina O.V., Golubeva E.I., Ris G.U. Metodika nazemnogo spektrometrirovaniya rastenij Arktiki dlya deshifirovaniya kosmicheskikh snimkov [The technique of ground-based spectrometry of Arctic plants for the interpretation of space imagery] // *Vestnik Mosk. un-ta. Ser. 5. Geografiya*. 2014. № 4. S. 34–41 (in Russian).

Received 22.03.2018

Revised 20.09.2018

Accepted 08.10.2018

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

УДК 911.6

В.Л. Бабурин¹

УСТОЙЧИВОСТЬ ЭКОНОМИКИ РЕГИОНОВ РОССИИ К КОНЬЮНКТУРНЫМ ЦИКЛАМ

Рассмотрены проблемы устойчивости специализаций регионов России к конъюнктурным рискам мировых товарных рынков. Изучение имеющихся подходов к данной проблематике показало, что конъюнктурные риски – слабо разработанная тема в исследованиях, посвященных территориальному разделению труда. Фактически только П.Я. Бакланов в теории линейно-узловых структур предложил категорию «плавающего оптимума», косвенно отражающую изменение значимости факторов размещения, многие из которых чувствительны к конъюнктуре рынка. По результатам анализа выделены три типа регионов (с устойчивыми специализациями, с неустойчивыми специализациями и с мерцающими специализациями). На основе анализа динамики валового внутреннего продукта (ВВП) регионов за период прохождения трех кризисов (2002–2003, 2008–2009 и 2015–2016 г.) выделены типы регионов по интегральной устойчивости их экономик к кризисам.

Ключевые слова: территориальное разделение труда, рынок, специализация, конъюнктура, кризис, устойчивость, чувствительность

Введение. Мировая экономика вступила в фазу повышенной волатильности, когда процессы, происходящие на глобальных рынках, ведут к существенным деформациям на локальных и региональных рынках. Сформировавшиеся в предшествующие периоды территориальное разделение труда и производные от него специализация регионов и межрайонный обмен оказываются в ситуации повышенной неустойчивости, когда циклы конъюнктуры «взрывают» ценовое пространство, резко меняя стоимость выпуска при менее чувствительных колебаниях затрат. В рамках циклично-генетической динамики [Яковец, 1999; Суббото, 1994; Бабурин, 2010 и др.] как составной части эволюционной парадигмы, региональные специализации находятся под перманентным воздействием полициклизма (циклы Броделя, Кондратьева-Шумпетера, Кузнеця, Джуглара-Маркса и т. д.).

В этой ситуации становятся актуальными исследования устойчивости территориальных социально-экономических систем России к динамике глобальных процессов в экономике и обществе. В предварительном плане можно выдвинуть гипотезу, что в зависимости от благоприятности факторов размещения производства, следует рассматривать варианты устойчивых, неустойчивых и мерцающих специализаций². Из этого следует, что при выборе региональных стратегий развития на достаточно длительную перспективу (от 5–7 до 25–50 лет) принципиально важно понимать на какие специализации мы ориентируем региональную экономику и как правильно формировать региональный «портфель» специализаций.

В свою очередь, моделирование описанных процессов и выделение территориальных комплексов специализаций, обеспечивающих максимизацию совокупной устойчивости региональных экономик, является новым направлением для районной школы в экономической и социальной географии России.

Обзор ранее выполненных исследований. Проблемы специализации и факторов размещения производства достаточно подробно исследованы в отечественной географии и отражены в многочисленных публикациях. Фактически со времен Н.Н. Баранского отечественная районная школа рассматривает территориальное разделение труда (ТРТ), возникающее в результате специализации и обмена, как механизм, запускающий процесс районообразования. На это указывает в своих работах по теории организации пространства М.Д. Шарыгин, представитель дальневосточной школы: П.Я. Бакланов, рассмотревший вопросы плавающего оптимума в размещении производства; А.В. Мошков – по проблемам динамики современной структуры промышленности регионов Дальнего Востока и др. [Шарыгин, 2007; Бакланов, 1983; Мошков, 2008]. Многочисленные исследования в данной области проводились представителями ленинградской (Санкт-Петербургской) школы: А.И. Чистобаев, разрабатывающий теоретические и методологические основы управления развитием территории в условиях рыночных отношений; исследования Ю.Н. Гладкий – в области региональной экономики и др.) [Гладкий, Чистобаев, 1998]. Значительный вклад в моделирование процессов формирования территориальных производ-

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра экономической и социальной географии России, зав. кафедрой, докт. геогр. н., профессор, e-mail: vbaburin@yandex.ru

² В работе, применительно к динамике ВВП будут использоваться термины: «не чувствительные», «чувствительные» и «особо чувствительные» регионы.

ственных комплексов внесли А.Н. Гранберг – основоположник российской школы пространственных межотраслевых исследований, А.Е. Пробст, М.К. Бандман и др. [Гранберг, 1985; Бандман, 1980; Пробст, 1982]. На Украине наиболее известны работы О.И. Шабля по моделированию территориальных производственных систем как межотраслевых комплексов [Шабль, 1976]. Проблемы конкурентоспособности регионов получили также свое освещение в работах экономистов (А.В. Ермишиной, Т.В. Усковой, В.И. Лукьянова, С.В. Недвижай, О.А. Мухоряновой, Н.Д. Кремлева и др.).

Основные мировые центры исследования циклических процессов в экономике – ECRI (Economic Cycle Research Institute) Колумбийского университета Нью-Йорка и EABCN (The Euro Area Business Cycle Network), учрежденный ЦБ стран Западной и Восточной Европы вместе с крупнейшими экспертами соответствующего профиля ведущих европейских университетов. С 2016 г. издается отдельный журнал, посвященный изучению циклических процессов в экономике – *Journal of Business Cycle Research*.

Анализу влияния циклов конъюнктуры на специализацию регионов посвящено значительное число зарубежных работ и интерес к теме в последнее время вырос, что говорит о ее актуальности. Сейчас существует два взгляда на межгосударственную и межрегиональную интеграцию с точки зрения соотношения колебаний в развитии их составных частей. С одной стороны, она должна синхронизировать динамику их трендов [Balassa, 1962; Rosamond, 2000], с другой, как показал П. Кругман в работах по «новой экономической географии», экономическое взаимодействие между территориями ведет к концентрации промышленности, что увеличивает их зависимость от отраслевых рисков, и, следовательно, приводит к еще большим различиям в динамике [Krugman, 1993; Krugman, 1991; Fujita, Krugman, 2004.]

Карлино и Силл показали, что существует большая разница между циклическими колебаниями страны и ее регионов [Carlino and Sill, 1998]. Обычно выделяют две группы причин, разности фаз циклов регионов друг относительно друга. Первая связана с экономическими (кризисы в отраслях специализации региона, связанные с различной мобильностью факторов производства), а вторая – с политическими причинами, то есть с разными инструментами экономической политики территорий. Важный фактор уменьшения разности фаз циклов, разных частей надгосударственных образований – наличие общей валюты, поэтому большое внимание исследователи уделяли Еврозоне [Mc Kinnon, 2002; Frenkel, Nickel, 2002]. В этом контексте эффективность монетарной политики ЕС оценивается неоднозначно. Хотя разница в колебании международной специализации стран Евросоюза уменьшилась, но, несмотря на сходство колебаний отдельных регионов друг с другом, степень синхронизации с общегосударственными циклами оказалась невы-

сокой [Lourdes Acedo Montoya & Jakob de Haan, 2007; Frankel, Rose, 1998]. Виатрак на примере специализации воеводств Польши и их реакции на циклы конъюнктуры показал, что существует довольно очевидная связь: регионы, не имеющие четко выраженной отрасли специализации, имели большую устойчивость к экономическим потрясениям, но и регионы с чрезвычайно высокой степенью специализации, также демонстрировали устойчивость к колебаниям (воеводства с развитым сельским хозяйством или горнодобывающей промышленностью [Wiatrak, 1997]). Колебания регионов с узкой специализацией более похожи друг на друга, чем те, которые не имеют выраженной преобладающей отрасли. Особенно высокая корреляция была выявлена у регионов с одинаковой специализацией [Imbs, Jean, 2004].

Анализировалась также разница между синхронизацией центра и периферией. Так было показано, что менее развитые страны Еврозоны имеют большую разность фаз, чем более развитые. Страны, имеющие тесные торговые связи, существенно синхронизируют свои циклы [Gianelle, Montinari and Salotti, 2017]. В целом считается, что существует три фактора, увеличивающих синхронизацию циклических колебаний регионов и стран – общность экономической политики, степень специализации субъекта и сила связей между ними (в первую очередь – торговых, шире – любых других). Очевидно, что эти подходы полностью укладываются в теорию территориального разделения труда (ТРТ) Н.Н. Баранского и позволяют придать ей циклично-генетическую составляющую. Часть работ посвящена изучению величины вклада разных факторов. Вклад общей политики считается более сильным, но для индустриально развитых стран фактор связей становится превалирующим.

Если говорить о методах, применяемых в анализируемых исследованиях, то основной метод большинства работ – факторный анализ временных рядов с поиском корреляций между ними. Часть исследователей пользуется более глубоким регрессионным анализом. Некоторые работы [Gianelle, Montinari and Salotti, 2017] конструируют сложносоставную регрессию, снижая размерность переменных, агрегируя несколько факторов в индекс. Используются также качественные переменные (например, наличие/отсутствие общей границы). Имеются работы, где применяется – дискриминантный анализ. Японскими исследователями разработана методика для прогнозирования точек перегиба в колебаниях экономики Японии. В работе Лукаса был применен метод выделения циклического компонента из тренда с помощью фильтров высоких или низких частот (например, фильтр Ходрика-Прескотта) [Lucas, 1977]. Были попытки рассмотреть колебания экономики как марковский процесс [Stock, Watson, 2014]. Похожая работа посвящена анализу смены фаз в деловых циклах ЕС [Salas, Saurina, 2002]. Критический фактор успеха работы, связанной с анализом циклом – наличие у исследователя достаточно полного ряда данных на рассматриваемый период.

Материалы и методы. Статья посвящена проблемам устойчивости специализаций регионов к циклам конъюнктуры. Исследование данной проблемы предполагает сравнение конфигурации реакции экономики России в целом на изменение мировой конъюнктуры и реакции на нее регионов. Разрешение этой задачи возможно на базе совокупности методов позволяющих, с одной стороны – рассмотреть дельту между регионально обусловленными дополнительными издержками (со знаками плюс/минус) и среднеотраслевыми издержками и меняющимся спросом на продукцию региональных отраслей специализации, а с другой, вычислить оптимальные промежутки времени, позволяющие эффективно функционировать тем или иным специализациям в условиях меняющейся конъюнктуры [Бабурин, 2018]. Так как необходимая информация для поотраслевого анализа за длительный временной ряд трудно доставаема, в качестве статистической основы исследования были использованы данные Росстата по динамике ВВП ЕС, США, России и динамике ВРП субъектов федерации. В связи с этим на данном этапе были использованы графоаналитический и типологический методы.

Результаты исследований и их обсуждение. Проведенный обзор позволяет сделать заключение, что в научном сообществе накоплен достаточно большой опыт исследований в сфере территориального разделения труда и его составных частей (специализации и обмена) и циклических процессов в экономике. Однако практически отсутствуют исследования, в которых бы анализировалось влияние циклов конъюнктуры на устойчивость региональных специализаций. Последние, как правило, рассматриваются либо как стационарные состояния производственных систем, либо как монотонно изменяющиеся. Предлагаемая постановка задачи исходит из представлений о том, что различным стадиям циклов конъюнктуры должны соответствовать различные состояния устойчивости специализаций или чувствительности региональных экономик. Под нечувствительными понимаются регионы, которые практически не реагируют на ухудшающуюся конъюнктуру рынка в силу минимальной для данного товара/услуги совокупности издержек. Чувствительными называются регионы, динамика ВРП которых фактически копирует общеэкономическую (Российскую) динамику. Тогда особо чувствительными будут считаться регионы, чьи специализации могут быть локализованы только при крайне благоприятной конъюнктуре, а поэтому и экономика реагирует на кризисы наиболее остро.

Особенностью экономико-географического подхода является концентрация внимания на характере реакции регионов с различным набором отраслей специализации на циклы конъюнктуры. Это предполагает разработку и реализацию научных подходов и методов для анализа взаимосвязи устойчивости специализации экономики регионов России в зависимости от разнообразия отраслевой структуры, издержек производства и конъюнктуры цен на про-

дукцию. В прогностическом плане важна разработка пространственных моделей распределения факторов, влияющих на издержки производства, и выбор таких комбинаций отраслей, которые максимизируют устойчивость производственных территориальных систем к внешним возмущениям. В конечном итоге, необходимо решение задачи повышения устойчивости специализаций региональных экономик к циклам конъюнктуры.

Рассмотрим динамику ВВП России, США и ЕС, последние как главные центры, задающие ритмику мировых кризисов (рис. 1). Хорошо видно, что за минувшие четверть века экономики США и ЕС шли в едином ритме (кризисы 1989–1991 гг., 2001–2003 гг., 2008–2009 и 2015–2016 гг.), что связано со сходством их отраслевой структуры. При этом ЕС был более чувствительным к кризисам, чем американская экономика. В качестве гипотезы можно выбрать утверждение, что американская экономика более тесно интегрирована с китайской, которая фактически не чувствительна к мировым кризисам. Не трудно заметить и более раннее начало кризисных явлений в США по сравнению с ЕС.

На рис. 2 видно, что за минувшие четверть века Российская экономика прошла четыре 5–7-летних цикла Джуглара-Маркса (1997–1998 гг. – региональный, 2001–2002 гг. – Азиатский региональный, 2008–2009 гг. – Общемировой, 2015–2016 – региональный). Хорошо подтверждающаяся 5–7-летняя цикличность динамики экономики позволяет с высокой вероятностью утверждать, что следующий кризис будет развиваться в период 2021–2024 гг.

Можно предположить, что чувствительность региональных экономик будет зависеть от отраслевой структуры их ВВП (ВРП), то есть чем больше доля чувствительных к кризисам отраслей, тем сильнее воздействие конъюнктурных циклов на экономики стран и регионов. Соотношение фаз циклов и соответствующих им типов специализаций представлено в табл. 1.

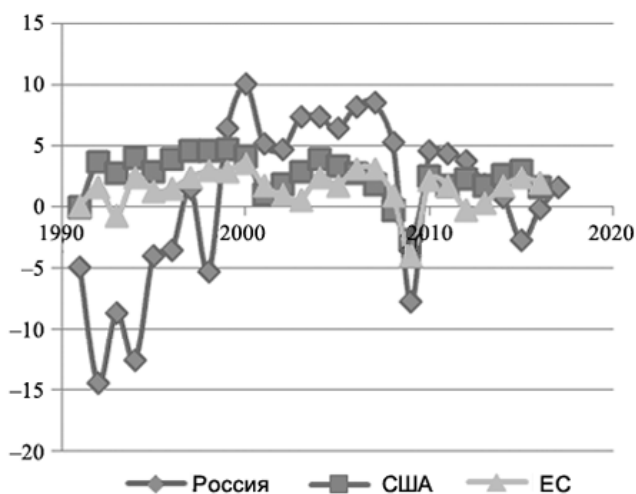


Рис. 1. Динамика ВВП России, США и ЕС 1991–2017 гг. (%)

Fig. 1. GNP dynamics in Russia, the USA and the EU, 1991–2017 (%)

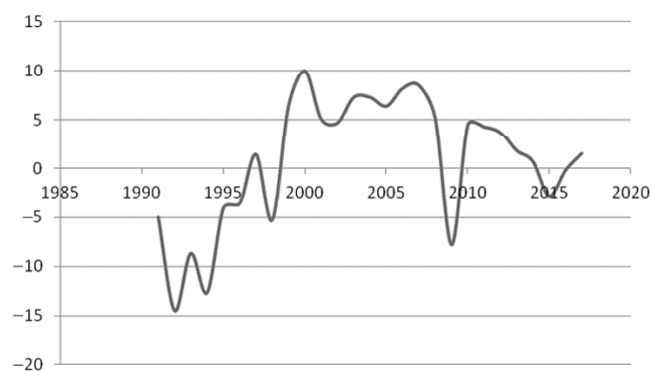


Рис. 2. Динамика ВВП России в 1991–2017 гг. (%)

Fig. 2. GNP dynamics in Russia, 1991–2017 (%)

Как же реагировали регионы России на кризисные фазы общемировых циклов конъюнктуры? Проведенный на основе заявленного подхода анализ динамики ВРП позволил на примере Центрального и Северокавказского федеральных округов провести типологию регионов по различным основаниям.

I. Анализ табл. 2 показывает, что особо чувствительными к двум и более кризисам оказались два типа регионов:

1 – устойчиво депрессивные: Ивановская область и Республика Ингушетия. В первой абсолютно преобладает сфера рыночных услуг (более 40%), при повышенной доли госуслуг, и легкая промышленность, а во второй госуслуги (более 40%) и строительство;

2 – регионы Центральной России с высокой долей обрабатывающих производств и сферы услуг: Воронежская (более 45% сфера рыночных услуг), Костромская (с высокой долей обрабатывающей промышленности, торговли и повышенной доле госуслуг), Орловская (со значительной долей обрабатывающей промышленности и сельского хозяйства) и Рязанская (с высокой долей обрабатывающей промышленности и средней сферы услуг) области. В кризис 2015–2016 гг. в этой группе оказались и ранее относительно устойчивые Владимирская и Калужская области с аномально высокой (более 30%) долей машиностроения, а также Москва, с абсолютным (более 60%) преобладанием сферы рыночных услуг.

II. Чувствительными к двум и более кризисам оказались Брянская (с высокой долей торговли, машиностроения и сельского хозяйства), Владимирская (с аномально высокой (более 35%) долей машиностроения), Липецкая (фактически с моноспе-

Таблица 1

Схема соотношения типов специализаций регионов к фазам циклов конъюнктуры

Тип региона	Фаза цикла			
	восходящая (разгон)	стагнирующая (предел роста)	нисходящая (торможение)	депрессивная (кризисная)
Нечувствительные (с высоко долей в ВРП производства электроэнергии, тепла и воды и сельского хозяйства)	+	+	+	+
Чувствительные (с высокой долей в ВРП добывающих отраслей и строительства)	+	+-	-+	-
Особо чувствительные (обрабатывающие производства, сфера рыночных услуг и госуправление)	-	+	-	-

Примечание. Знаками «+» и «-» показано наличие или отсутствие взаимосвязи соответственно.

Таблица 2

Типология регионов по чувствительности ВРП к 5–7 летним циклам Джуглара-Маркса (составлено автором)

Типы региона	Кризис 2001–2002 гг.	Кризис 2008–2009 гг.	Кризис 2015–2016 гг.
Нечувствительные	Брянская, Московская , Орловская, Липецкая, Ярославская обл., г. Москва, Р. Дагестан, КЧР, Северная Осетия	Белгородская , Воронежская, Калужская, Курская , Смоленская, Тамбовская, Р. Дагестан, КБР, КЧР, Северная Осетия	Белгородская, Курская, Московская , Тульская, Р. Чечня, КБР
Чувствительные	Белгородская, Владимирская , Калужская, Курская, Смоленская, Тульская обл.	Брянская, Владимирская, Липецкая, Московская, Тверская, Тульская обл.	Брянская, Липецкая, Рязанская, Тверская обл. , Ставропольский кр., Р. Дагестан. Северная Осетия
Особо чувствительные	Воронежская, Ивановская, Костромская, Рязанская, Тверская обл., Р. Ингушетия	Ивановская, Костромская, Орловская, Рязанская , Ярославская обл., г. Москва, Р. Ингушетия, Чечня	Воронежская, Владимирская, Ивановская, Калужская, Костромская, Орловская , Смоленская, Тамбовская обл., г. Москва, Р. Ингушетия, КЧР

Примечание. Жирным шрифтом выделены регионы, чувствительные к двум и более кризисам.

специализацией на черной металлургии), Тверская (с высокой долей сферы услуг, машиностроения и производства электроэнергии) и Тульская (с аномально высокой долей машиностроения) области. В кризис 2015–2016 гг. в эту группу попали ранее нечувствительные республики Северного Кавказа – Ставропольский край (с максимальной в регионе долей обрабатывающих производств и электроэнергетики), республики Дагестан (с аномально высокой долей торговли и строительства) и Северная Осетия (с высокой долей торговли и госуслуг).

III. Устойчиво нечувствительными или слабо чувствительными к кризисам являются Белгородская (с высокой долей черной металлургии, включая горнодобывающую стадию и сельского хозяйства), Курская (с высокой долей черной металлургии, включая горнодобывающую стадию, электроэнергетики и сельского хозяйства), Московская (с высокой долей услуг и средней обрабатывающих производств) области. Устойчивость экономики Московской области во многом обеспечивает интеграция с Москвой.

Другая группа – республики Северного Кавказа – Дагестан, Кабардино-Балкария, Карачаево-Черкесия и Северная Осетия. Для их экономик характерна высокая доля аграрного сектора (особенно в Карачаево-Черкесии), развитие обрабатывающих производств, ориентированных на внутренний рынок, повышенный удельный вес строительства жилья и местной торговли.

В целом нечувствительными и слабо чувствительными к кризису 2015–2016 гг. оказались также наиболее динамично развивающиеся регионы с диверсифицированной структурой, как правило, при относительно высокой доле аграрного сектора (Белгородская, Курская, Тульская (получившая большой оборонный заказ) области, пристоличная Московская область и Чечня, получающая эксклюзивное финансирование из федерального бюджета.

Благодарности. Статья написана при поддержке гранта РФФИ № 18-05-01106 «Устойчивость специализации регионов и индустриальных центров России к циклам конъюнктуры».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бабурин В.Л. Инновационные циклы в российской экономике. Изд. 4-е, испр. и доп. М.: КРАСАНД, 2010. 216 с. ISBN 978-5-396-00131-2

Бабурин В.Л. Развитие территориальных природно-хозяйственных систем как основы экономики // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2012. № 5. С. 5–13.

Бабурин В.Л. Совокупные издержки как базовая категория оценки хозяйственной деятельности в Арктике // Изв. РАН. Сер. географическая. 2018. № 3. С. 18–25.

Бакланов П.Я. Линейно-узловые системы промышленности (структурные особенности и возможности учета в планировании и управлении). Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1983.

Бандман М.К. Территориально-производственные комплексы: теория и практика предплановых исследований. Новосибирск: Наука, 1980.

Гладкий Ю.Н., Чистобаев А.И. Основы региональной политики. СПб.: Изд-во В.А. Михайлова, 1998.

Гранберг А.Н. Динамические модели народного хозяйства. М.: Экономика, 1985.

Таким образом, в первом приближении можно констатировать, что выявлена взаимосвязь между специализациями регионов и их реакцией на кризисы Джуглара-Маркса. При этом реакция регионов часто не совпадает с общероссийской.

Выводы:

– проблема устойчивости региональных специализаций является малоизученным направлением исследований в экономической и социальной географии России. Зарубежные исследователи здесь продвинулись серьезно дальше, ими разработаны не только концептуальные подходы к решению задач территориальной концентрации и специализации, но и конкретные методы, включая формализованные процедуры анализа. Однако и в них анализ взаимосвязи устойчивости специализаций к циклическим процессам в экономике не проводился;

– в рамках предложенного подхода были выделены нечувствительные, чувствительные и особо чувствительные типы региональных экономик в зависимости от их специализаций, а также выявлена гипотетическая связь с различными фазами 5–7-летних циклов Джуглара-Маркса;

– последующая апробация на агрегированном уровне ВРП регионов с объясняющей составляющей структуры валовой добавленной стоимости позволила не только подтвердить наличие взаимосвязей, но и в предварительном плане выделить основные типы регионов (нечувствительные, чувствительные и особо чувствительные) по их реакции на кризисы в зависимости от структуры экономики; полученные результаты позволяют с высокой вероятностью прогнозировать, что и кризис 2021–2024 гг. устойчивые на протяжении трех предшествующих циклов регионы пройдут достаточно успешно, а у остальных (особенно депрессивных и с высокой долей сферы услуг) существуют высокие риски потери устойчивости.

Земцов С.П., Бабурин В.Л. Оценка потенциала экономико-географического положения регионов России // Экономика региона. 2016. Т. 2. № 1. С. 117–138.

Мошков А.В. Структурные изменения в региональных территориально-отраслевых системах российского Дальнего Востока. Владивосток: Дальнаука, 2008.

Пробст А.Е. Проблемы размещения социалистической промышленности. М.: Экономика, 1982.

Субетто А.И. Социогенетика: системогенетика, общественный интеллект, образовательная генетика и мировое развитие М.: Международный фонд Н.Д. Кондратьева, ИЦ ПКПС, 1994. 168 с.

Улин Б. Межрегиональная и международная торговля. М.: Дело, 2004. 91 с. ISBN 5-7749-0368-0

Хекиер Э.Ф. Влияние внешней торговли на распределение дохода. Вехи экономической мысли. Т. 6. Международная экономика. М.: ТЕИС, 2006. С. 154–173. ISBN 5-7598-0439-1

Чистобаев А.И. Развитие экономических районов: теория и методы исследования. Л.: Наука, 1980. 128 с.

Шаблій О.И. Межотраслевые территориальные системы (проблемы методологии и теории). Львов: Вища шк., 1976.

Шарыгин М.Д. Современные проблемы территориальной организации общества // Изв. РГО. 2007. Т. 139. Вып. 1. С. 30–36.

Яковец Ю.В. Циклы. Кризисы. Прогнозы. М.: Экономика, 1999.

Balassa B. The Theory of Economic Integration. London: Georgi Alien & Unwin, 1962.

Carlino G., Sill K. The Cyclical Behavior of Regional Per Capita Income in the Post War Period // Federal Reserve Bank of Philadelphia, 1998.

Frankel J., Rose A. Endogeneity of optimal currency zone criteria // Economic J. 1998. V. 108. P. 1009–1025.

Fujita M., Krugman P. The New economic geography: past, present and the future // Papers in Regional Science. 2004. V. 83. P. 139–164.

Gianelle C., Montinari L., Salotti S. Interregional Trade, Specialization, and the Business Cycle: Policy Implications for the EMU // J. Business Cycle Research. Springer; Centre for International Research on Economic Tendency Surveys (CIRET), 2017. V. 13(1). P. 1–27.

Imbs J. Trade, Finance, Specialization, and Synchronization, Review of Economics and Economics // Statistics. 2004. V. 86(3). P. 723–734.

Krugman P. Geography and Trade. Cambridge, MA: MIT Press, 1991.

Krugman P. Increasing Returns and Economic Geography // J. Political Economy. 1991. V. 99. № 3. P. 483–499.

Krugman P.R. The role of geography in development // International Regional Science Review. 1999. V. 22. № 2. P. 142–161.

Lourdes Acedo Montoya, Jakob de Haan. Regional business cycle synchronization in Europe? // International Economics and Economic Policy. Springer. 2007. V. 5(1). P. 123–137.

July Lucas R. Understanding business cycles // In Stabilization of the Domestic and International Economy / Eds.: K. Brunner and A. Meltzer. Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy. Amsterdam: North-Holland. 1977. V. 5.

Rosamond B. Theories of European Integration. L., 2000.

Salas V., Saurina J. Credit risk in two institutional regimes: Spanish commercial and savings banks // J. Financial Services Research. 2002. V. 22(3). P. 203–204.

Stock J.H., Watson M.W. Estimating turning points using large data sets // J. Econometrics. 2014. V. 178. № 2. P. 368–381.

Venables A.J. Equilibrium locations of vertically linked industries // International Economic Review. Blackwell Publishing. 1996. V. 37. № 2. P. 341–359.

Wiatrak A.P. Problemy rozwoju regionalnego w Polsce: wybrane zagadnienia // Rozwój gospodarczy i zmiany strukturalne w ujęciu regionalnym. Białystok: Wydawnictwo Uniwersytetu w Białymstoku, 1997. T. I.

Поступила в редакцию 21.05.2018

После доработки 23.09.2018

Принята к публикации 08.10.2018

V.L. Baburin¹

RESISTANCE OF THE ECONOMY OF RUSSIAN REGIONS TO THE MARKET CYCLES

The article deals with the problem of stability in specializations of the Russian regions under the risks of the world commodity markets. The study of existing approaches to this problem has shown that market risks are poorly developed in the studies on the territorial division of labor. In fact, only P.Y. Baklanov in the theory of linear-nodal structures proposed the category of «floating optimum», which indirectly reflects the change in the importance of placement factors, many of which are sensitive to market conditions. According to the results of the analysis, three types of regions (with stable specializations, with unstable specializations and with shimmering specializations с мерцающими специализациями) are identified. Basing on the analysis of GRP dynamics during three crises (2002–2003, 2008–2009 and 2015–2016), types of regions by the integral resistance of their economies to crises are identified.

Key words: territorial division of labor, market, specialization, market conditions, crisis, resistance, susceptibility

Acknowledgements. The article was prepared with the financial support of the Russian Foundation for Basic Research (project № 18-05-01106 «Resistance of the specialization of regions and industrial centers of Russia to the market cycles»).

REFERENCES

Baburin V.L. Innovacionnie cikli v rossiyskoy ekonomike [Innovation cycles in the Russian economy]. M.: KRASAND, 2010. ISBN 978-5-396-00131-2, 216 s. (in Russian).

Baburin V.L. Razvitiye territorialnykh prirodno-hozyaystvennykh system kak osnova ekonomiki [Development of territorial natural and economic systems as a basis of the economy] // Vestnik MGU. Ser. 5. Geografiya. 2012. № 5. S. 5–13 (in Russian).

Baburin V.L. Sovokupnie izdergki kak bazovay kategoriy ocenki hozystvennoy deytelnosti v Arktike [Total costs as a basic

category of assessment of economic activity in the Arctic]. Izv. RAN. Ser. geograficheskaya. 2018. № 3. S. 18–25 (in Russian).

Baklanov P.Y. Lineynno-uzlovie sistemi promishlennosti (strukturnie osobennosti i vozmognosti uceta v planirovanii i upravlenii) [Linear-nodal systems of industry (structural features and accounting in planning and control)]. Vladivostok: DVNC AN SSSR, 1983 (in Russian).

Balassa B. The theory of economic integration. London: Georgi Alien & Unwin, 1962.

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Economic and Social Geography of Russia, Head of the Department, D.Sc. in Geography, Professor, e-mail: vbaburin@yandex.ru

- Bandman M.K.* Territorialno-proizvodstvennye kompleksi teorii i praktika predplanovih issledovaniy [Territorial-production complexes: theory and practice of pre-planning research] Novosibirsk: Nauka, 1980 (in Russian).
- Carlino G., Sill K.* The cyclical behavior of regional per capita income in the post war period. Federal Reserve Bank of Philadelphia, 1998.
- Chistobaev A.I.* Razvitie ekonomicheskikh rayonov. Teoriya i metodi issledovaniy [Development of economic regions. Theory and research methods]. L.: Nauka, 1980 (in Russian).
- Frankel J., Rose A.* Endogeneity of optimal currency zone criteria // *Economic J.* 1998. V. 108. P. 1009–1025.
- Fujita M., Krugman P.* The New economic geography: Past, present and the future // *Papers in Regional Science.* 2004. V. 83. P. 139–164.
- Gianelle C., Montinari L., Salotti S.* Interregional Trade, Specialization, and the Business Cycle: Policy Implications for the EMU // *J. Business Cycle Research*, Springer. Centre for International Research on Economic Tendency Surveys (CIRET). 2017. V. 13(1). P. 1–27 may.
- Gladkiy U.N., Chistobaev A.I.* Osnovi regionalnoy politiki [Fundamentals of regional policy]. Spb.: Izd. Mihaylova, 1998 (in Russian).
- Granberg A.N.* Dinamicheskie modeli narodnogo hoziystva [Dynamic models of the national economy]. M.: Ekonomika, 1985 (in Russian).
- Hekcher E.F.* Vliyanie vnechney trgovli na raspredelenie dohoda [The impact of foreign trade on the distribution of income] // *Vehi ekonomicheskoy misli.* T. 6. Megdunarodnaya ekonomika. M.: TEIS, 2006 (in Russian).
- Imbs J.* Trade, Finance, Specialization, and Synchronization // *Review of Economics and Economics. Statistics.* 2004. V. 86(3). P. 723–734.
- Krugman P.* Geography and Trade. Cambridge, MA: MIT Press, 1991.
- Krugman P.* Increasing Returns and Economic Geography // *J. Political Economy.* 1991. V. 99. № 3. P. 483–499.
- Krugman P.R.* The role of geography in development // *International Regional Science Review.* 1999. V. 22. № 2. P. 142–161.
- Lourdes Acedo Montoya, Jakob de Haan.* Regional business cycle synchronization in Europe? // *International Economics and Economic Policy.* Springer, 2007. V. 5(1). P. 123–137.
- Lucas R.* Understanding business cycles // *Stabilization of the Domestic and International Economy.* Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy. Amsterdam: North-Holland, 1977. V. 5.
- Mochkov A.V.* Strukturnie izmeneniy v regionalnih territorialno-otraslevih sistemah rossiyskogo Dalnego Vostoka [Structural changes in regional territorial-branch systems of the Russian Far East]. Vladivostok: Dalnauka, 2008 (in Russian).
- Probst A.E.* Problemi razmecheniya sotsialisticheskoy promishlennosti [Problems of placement of the socialist industry]. M.: Ekonomika, 1982 (in Russian).
- Rosamond B.* Theories of European Integration. L., 2000.
- Salas V., Saurina J.* Credit risk in two institutional regimes: Spanish commercial and savings banks // *J. Financial Services Research.* 2002. V. 22(3). P. 203–204.
- Shabliy O.I.* Mezhotraslevie territorialnie sistemi. (problemy metodologii i teorii [Inter-sectoral territorial systems (problems of methodology and theory)]. Lvov: Visch shk., 1976 (in Russian).
- Sharigin A.D.* Sovremennye problemi territorialnoy organizatsii obchestva [Actual problems of territorial organization of the society] // *Izv. RGO.* 2007. T. 139. Vip. 1. S. 30–36 (in Russian).
- Stock J.H., Watson M.W.* Estimating Turning Points Using Large Data Sets // *J. Econometrics.* 2014. V. 178. № 2. P. 368–381.
- Subetto A.I.* Sociogenetika: sistemogenetika, obschestvennyy intellekt, obrazovatel'naya genetika i mirovoye razvitie [Sotsiogenetika: system genetics, social intelligence, educational genetics and world development]. M.: Megdunarodniy fond N.D., 1994. 168 p. (in Russian).
- Ulin B.* Mezhterritorialnaya i mezhdunarodnaya trgovlya [Interregional and international trade]. M.: Delo, 2004 (in Russian).
- Venables A.J.* Equilibrium Locations of Vertically Linked Industries // *International Economic Review.* Blackwell Publishing. 1996. V. 37. № 2. P. 341–359.
- Wiatrak A.P.* Problemy rozwoju regionalnego w Polsce: wybrane zagadnienia // *Rozwój gospodarczy i zmiany strukturalne w ujęciu regionalnym.* – Białystok: Wydawnictwo Uniwersytetu w Białymstoku, 1997. T. I.
- Yakovec U.V.* Cikli. Krizisi. Prognozi [Cycles. Crises. Forecasts]. M.: Ekonomika, 1999 (in Russian).
- Zemcov S.P., Baburin V.L.* Ocenka potentsiala ekonomiko-geograficheskogo pologeniya regionov Rossii [Assessment of the potential of economic and geographical location of Russian regions] // *Ekonomika regiona.* 2016. T. 2. № 1. S. 117–138 (in Russian).

Received 21.05.2018

Revised 23.09.2018

Accepted 08.10.2018

УДК 598.2.9591.553(571.56)

А.А. Романов¹, М.А. Астахова², Н.А. Миклин³, Е.В. Шемякин⁴

ГЕОГРАФИЯ ФАУНЫ ПТИЦ СЕВЕРНЫХ ОТРОГОВ КОРЯКСКОГО НАГОРЬЯ

Проанализированы экологические закономерности высотно-поясной дифференциации населения птиц северных отрогов Корякского нагорья. Данные получены в экспедиции, проводившейся в летний период 2017 г. в котловине оз. Майниц, долине р. Гытгыпонткынваам и склонах хребта Тыныльвэ Нангагтэ (63°8′–63°14′ с. ш.; 176°42′–176°48′ в. д.). В обследованном районе Корякского нагорья гнездится 76 видов птиц (40% всей орнитофауны Корякского нагорья). Ряд видов ($n=7$) впервые зарегистрированы на гнездовье в северных отрогах Корякского нагорья на удалении 300–1200 км от северных границ основного ареала. Таксономическая структура гнездовой орнитофауны соответствует зональным и ландшафтным особенностям Северо-Восточной Азии с доминированием видов из отрядов воробьинообразных, ржанкообразных, гусеобразных, суммарно составляющих 85%. Коэффициент общности гнездовой орнитофауны северных и южных районов Корякского нагорья высок, составляет 83%. Видовое богатство орнитофауны сокращается с высотой. В широком диапазоне высот, охватывающем не менее двух высотных поясов, обитают 44 вида. Изменение видового состава птиц с высотой происходит постепенно. Наиболее значимы в формировании орнитофауны виды сибирского фаунистического комплекса (34%) и широкораспространенные виды (33%). Оригинальный зоогеографический элемент местной гнездовой орнитофауны – виды американского фаунистического комплекса. Значимую часть в формировании орнитофауны занимают виды бореально-тихоокеанской (29%) и широкораспространенной (26%), географо-генетических групп. Плотность гнездового населения птиц сокращается с высотой. Плотность населения птиц в сухопутных местообитаниях кустарниково-стланикового пояса – 725 ос./км², в подгольцовом поясе – 471 ос./км², в гольцовом – 83 ос./км². Максимальное взаимное сходство имеют население птиц кустарниково-стланикового и подгольцового поясов (46%), минимальное – население кустарниково-стланикового и гольцового – 6,8%. Плотность населения птиц водно-околоводных местообитаний изменяется от 125 ос./10 км береговой линии на реке, до 298 ос./10 км береговой линии – на озере.

Ключевые слова: ареал, видовое разнообразие, высотный пояс, население птиц, распространение

Введение. Итоги представленных исследований лежат в сфере изучения географических аспектов пространственной организации фауны птиц и направлены на оценку биоразнообразия гор севера Дальнего Востока на примере модельного региона – Корякского нагорья. Географические аспекты фаунистического разнообразия птиц этих горных территорий до сих пор изучены неудовлетворительно. Первая попытка систематизации весьма фрагментарных данных по птицам Корякского нагорья была предпринята Г.П. Дементьевым [Дементьев, 1940]. Много позднее по Корякскому нагорью была опубликована обзорная орнитофаунистическая работа А.А. Кищинского [1980]. Она основана на полевых исследованиях с широкой географией в целом, но при этом непосредственно проводившихся лишь в некоторых частях региона. Имеющиеся в публикации сведения собраны 50 лет назад, поэтому правомерно предположить, что какая-то их часть могла устареть и требует существенной корректировки. Северные районы нагорья до сих пор почти не исследованы. При этом в сфере изучения биологического

разнообразия познание фаунистических комплексов обширных горных регионов признаются одним из самых актуальных вопросов [Романов, 2013; Чернов, 2008]. Очевидным вкладом в его решение может стать выявление биогеографических закономерностей формирования орнитофауны Корякского нагорья.

Цель – комплексный анализ орнитофауны северных частей Корякского нагорья в свете эколого-географических закономерностей ее формирования.

Объекты, материалы и методы исследований. Объект исследований – орнитофауна северных частей Корякского нагорья. Анализировались данные по орнитофауне северных отрогов Корякского нагорья: котловины оз. Майниц, долины, впадающей в него р. Гытгыпонткынваам и склонов хребта Тыныльвэ Нангагтэ (63°8′–63°14′ с. ш.; 176°42′–176°48′ в. д.). Корякское нагорье относится к арктическим и тихоокеанским тундровым биомам, к Восточнокорякскому варианту [Карта «Биомы России», 2015]. Согласно карте «Зоны и типы поясности ...» [Карта «Зоны и типы ...», 1999], Корякское

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра биогеографии, профессор, докт. биол. н.; e-mail: putorana05@mail.ru

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра биогеографии, магистрант; e-mail: marastakhova@yandex.ru

³ Московский педагогический государственный университет, институт биологии и химии, кафедра зоологии и экологии, аспирант; e-mail: nikolaymik@gmail.com

⁴ Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН; аспирант; e-mail: shemyakine@mail.ru

нагорье принадлежит, главным образом, гипоарктическому Чукотско-Корякскому нивально-высокотундрово-тундрово-крупностланиковому и восточнокорякскому типам поясности. Северная часть нагорья лежит в тундровой зоне, подзоне южных гипоарктических чукотско-корякских тундр [Карта «Зоны и типы ...», 1999]. В Корякском нагорье выражены гольцовый (от 500–600 м над ур. м. и выше), подгольцовый (до 360–560 м над ур. м.) и нижний (до 100–150 м над ур. м.) высотно-ландшафтные пояса [Гвоздецкий, Михайлов, 1987; Голубчиков, 1996; Карта «Зоны и типы ...», 1999; Кишинский, 1980; Куваев, 2006]. В южных частях нагорья нижний высотный пояс в долинах рек представлен лесами из чозении (*Chosenia macrolepis*), тополя (*Populus suaveolens*) и лиственницы (*Larix cajanderi*) [Гвоздецкий, Михайлов, 1987; Голубчиков, 1996; Карта «Зоны и типы ...», 1999; Кишинский, 1980; Куваев, 2006]. В обследованных нами северных окраинах региона лесная растительность полностью отсутствует и ее замещают заросли кустарников и стлаников (в терминологии А.А. Кишинского [1988] – «берингийская лесотундра»). Для анализа привлечены результаты маршрутных учетов птиц, проведенных нами с 7 июня по 5 июля 2017 г. по методике Ю.С. Равкина [1967]. Суммарная протяженность учетных маршрутов на высотах 40–1000 м над ур. м. составила 312 км: 191 км – в нижнем поясе крупных стлаников и гипоарктических тундр, 27 км – в подгольцовом поясе, 26 км – в гольцовом поясе, 68 км – в береговой полосе. Численность водных и околоводных видов птиц определяли прямыми подсчетами с последующим пересчетом количества особей на единицу длины береговой линии. Численно доминирующими (доминантами) считались виды, составляющие не менее 10% всего населения, содоминирующими (содоминантами) – от 1 до 10%. Сходство орнитофаун сравниваемых горных систем определялось по коэффициенту фаунистической общности, рассчитывавшемуся по формуле Серенсена [Чернов, 2008], а сходство населения птиц – по коэффициенту сходства населения [Наумов, 1964]. Фауна гнездящихся птиц охарактеризована по типам фаун [Штегман, 1938] и в свете представлений о географо-генетических (зонально-ландшафтных) группах птиц [Кишинский, 1988; Чернов, 1978; 2008]. В работе рассматриваются только границы гнездового ареала птиц. В номенклатуре мы следовали Л.С. Степаняну [2003].

Результаты.

Таксономическая структура орнитофауны. На всей территории Корякского нагорья гнездится 121 вид птиц [Кишинский, 1980]. Видовое разнообразие фауны птиц меньше на Чукотке ($n=85$), расположенной севернее [Портенко, 1972; 1973; Томкович, Сорокин, 1983], и больше на Камчатке ($n=146$), расположенной южнее [Лобков, 1986]. В котловине оз. Майниц и на сопредельной территории северных отрогов Корякского нагорья гнездится 76 видов птиц (40% всей орнитофауны Корякского нагорья), что согласуется с закономерностью

сокращения видового богатства в северном направлении. Таксономическая структура гнездовой орнитофауны соответствует зональным и ландшафтным особенностям рассматриваемой части Северо-Восточной Азии и включает в себя 10 отрядов с доминированием трех из них, наиболее характерных для бореального и гипоарктического поясов Палеарктики: воробьинообразных (Passeriformes) (32 вида, 43%), ржанкообразных (Charadriiformes) (16 видов, 21%) и гусеобразных (Anseriformes) (16 видов, 21%). Суммарно доля этих отрядов в северных отрогах Корякского нагорья составляет 85% отмеченных видов.

Географическая дифференциация орнитофауны. Установлено, что в пределах Корякского нагорья центр относительного видового разнообразия расположен в южной его части, где гнездится 109 видов птиц [Кишинский, 1980]. К северу, в сторону северных отрогов нагорья, видовое разнообразие гнездовой орнитофауны уменьшается на 17% – до 91 вида. Повышенное видовое разнообразие орнитофауны южных частей Корякского нагорья объясняется максимальным разнообразием экологических условий и, как следствие, – весьма широким спектром местообитаний для самых разных видов птиц.

Выявлено, что видовой состав птиц, гнездящихся на северо-востоке и юго-западе Корякского нагорья, совпадает почти на 70%. Коэффициент общности орнитофаун этих районов – 83%. Одновременно в двух районах гнездится 83 вида птиц, формирующих общее фаунистическое ядро. Большинство из них широко распространено в северной и средней тайге, лесотундре и частично в южной тундре [Андреев с соавт., 2006; Романов, 2013; Рябицев, 2014; Степанян, 2003]. Среди общих видов соловей-красношейка (*Luscinia calliope* (Pallas, 1776)), кедровка (*Nucifraga caryocatactes* (Linnaeus, 1758)), пеночка-зарничка (*Phylloscopus inornatus* (Blyth, 1842)), синехвостка (*Tarsiger cyanurus* (Pallas, 1773)), вьюрок (*Fringilla montifringilla* (Linnaeus, 1758)), обыкновенная чечетка (*Acanthis flammea* (Linnaeus, 1758)), обыкновенная чечевица (*Carpodacus erythrurus* (Pallas, 1770)), сибирский пепельный улит (*Heteroscelus brevipes* (Vieillot, 1816)), обыкновенная кукушка (*Cuculus canorus* (Linnaeus, 1758)), гольцовый конек (*Anthus rubescens* (Tunstall, 1771)), горная трясогузка (*Motacilla cinerea* (Tunstall, 1771)) и др.

Формирование достаточно однородной орнитофауны в обсуждаемой горной области Северо-Восточной Азии, вероятно, было предопределено относительно стабильным развитием местных экосистем в постледниковую эпоху (последние 12–14 тыс. лет) [Гвоздецкий, Михайлов, 1987; Голубчиков, 1996]. В это время отдельные элементы орнитофауны Корякского нагорья имели возможность почти беспрепятственно расселяться по региону, что поддерживалось и поддерживается сходством современных экологических условий. В целом однородная бореально-гипоарктическая орнитофауна в современном ее виде сформировалась в пределах единой облас-

ти Северо-Восточной Азии с повсеместным господством гипоарктических редколесий, южных кустарниковых тундр и северо-таежных лесов [Кишинский, 1988]. В условиях мозаичного сочетания этих ландшафтов и повсеместной сопряженности их горных и равнинных аналогов подавляющее большинство видов птиц освоило их повсеместно, так как не имело непреодолимых преград, препятствующих расселению.

При этом в составе орнитофауны северо-востока и юго-запада Корякского нагорья есть различия. Исключительно на северо-востоке зарегистрировано гнездование 10 видов птиц (белошейной гагары (*Gavia pacifica* (Lawrence, 1858)), дутыша (*Calidris melanotos* (Vieillot, 1819)), бургомистра (*Larus hyperboreus* (Gunnerus, 1767)), рогатого жаворонка (*Eremophila alpestris* (Linnaeus, 1758)) и др.), а на юго-западе – 28 видов (чирка-клоктуна (*Anas formosa* (Georgi, 1775)), гоголя (*Bucephala clangula* (Linnaeus, 1758)), ястреба-тетеревятника (*Accipiter gentilis* (Linnaeus, 1758)), дальневосточного кроншнепа (*Numenius madagascariensis* (Linnaeus, 1766)), озерной чайки (*Larus ridibundus* (Linnaeus, 1766)), трехпалого дятла (*Picoides tridactylus* (Linnaeus, 1758)), сороки (*Pica pica* (Linnaeus, 1758)), буроголовой гаички (*Parus montanus* (Baldenstein, 1827)) и др.

Распространение видов птиц. В 2017 г. нами зарегистрирован ряд видов птиц ($n=7$), статус пребывания и характер географического распространения которых на Северо-Востоке Азии до сих пор были неизвестны, неточны или крайне противоречивы [Андреев с соавт., 2006; Кишинский, 1980; 1988; Рябицев, 2013].

В пределах северных отрогов Корякского нагорья уточнен северный предел распространения (приблизительно на широте $63^{\circ}10'–63^{\circ}13'$ с. ш.) для корольковой пеночки (*Phylloscopus proregulus* (Pallas, 1811)) и обыкновенного снегиря (*Pyrrhula pyrrhula* (Linnaeus, 1758)).

На хребте Тыныльвэ Нангагтэ в пределах северных окраин Корякского нагорья выявлен новый ранее неизвестный территориальный фрагмент ($63^{\circ}9'35''$ с. ш., $176^{\circ}43'16''$ в. д.) весьма мозаичного ареала типично арктоальпийского вида пуночки (*Plectrophenax nivalis* (Linnaeus, 1758)).

Предполагаем, что некоторые виды, впервые зарегистрированные нами на севере Корякского нагорья, появились здесь в результате гнездования за пределами своего основного ареала или, возможно, даже расширения основной его части. Пребывание таких видов птиц, как черноголовый чекан (*Saxicola torquata* (Linnaeus, 1766)), корольковая пеночка, пеночка-зарничка, синехвостка, обыкновенный снегирь, пятнистый сверчок (*Locustella lanceolata* (Temminck, 1840)) и व्यюрок мы регистрировали в северных отрогах Корякского нагорья, расположенных на удалении 300–1200 км от известных ранее северных границ основного ареала этих видов. Вероятно, существующая динамика границ ареалов указывает на продолжение расселения видов и фор-

мирования орнитофауны гор Северо-Восточной Азии. Недостаточный объем наблюдений не позволяет сделать репрезентативные выводы о положительных трендах динамики северных границ ареалов. Однако в пользу этого свидетельствует тот факт, что благодаря видам иммигрантам, расселяющимся из более южных областей, за несколько прошедших десятилетий видовое разнообразие орнитофаун плато Путорана и субарктических гор Якутии увеличилось на 6% [Романов, 2013].

Корякское нагорье представляет безусловный интерес в зоогеографическом плане. Выявленный в этом регионе характер распространения видов птиц позволяет констатировать, что здесь проходит не только северный, но и отчетливо выраженный южный предел распространения некоторых видов, например, белошейной гагары, белолобого гуся. У другой группы видов (полярной крачки (*Sterna paradisaea* (Pontoppidan, 1763)), канадского журавля (*Grus canadensis* (Linnaeus, 1758)), бургомистра (*Larus hyperboreus* (Gunnerus, 1767))) южная граница распространения также проходит по северо-восточным отрогам Корякского нагорья, однако, южнее, за пределами их основного ареала известны единичные находки указанных видов на гнездовье [Кишинский, 1980; 1988]. В качестве зоогеографического рубежа наиболее отчетлива роль северных отрогов Корякского нагорья.

Неоднородность орнитофауны в условиях высотной поясности. В условиях высотной поясности Корякского нагорья с высотой поступательно сокращается видовое богатство, плотность населения птиц, обилие абсолютного большинства видов. По данным А.А. Кишинского [1980], гнездовая орнитофауна Корякского нагорья насчитывает 121 вид, в том числе орнитофауна горно-северотаежного пояса – 113 (93%), подгольцового – 48 (40%), гольцового – 16 (13%) видов. Нашими исследованиями установлено, что в северных отрогах Корякского нагорья (котловина оз. Майниц, долина р. Гытты-понецкынаам, хребет Тыныльвэ Нангагтэ) гнездится 76 видов, в том числе в нижнем поясе крупных стлаников и гипоарктических тундр – 50 (66%), в подгольцовом – 19 (25%), в гольцовом – 7 (9%) видов.

Видовой состав орнитофауны в обследованных частях севера Корякского нагорья при переходе от одного к другому высотно-ландшафтному поясу меняется постепенно. Орнитофауны двух соседних поясов имеют в своем составе много общих видов. Из 50 видов птиц, гнездящихся в нижнем поясе крупных стлаников и гипоарктических тундр, и 19 видов – в подгольцовом, 19 видов являются общими для орнитофаун обоих поясов. По существу, орнитофауна подгольцового пояса представляет собой обедненный вариант орнитофауны нижнего пояса крупных стлаников и гипоарктических тундр. Абсолютно все виды, зафиксированные в подгольцовом поясе, встречаются в нижележащем поясе. Из 19 видов птиц, гнездящихся в подгольцовом поясе, и 7 видов – в гольцовом поясе, 6 видов являются общими для орнитофаун этих поясов.

Таким образом, установлено, что в северных отрогах Корякского нагорья 32 вида (42%) местной гнездовой орнитофауны обитают только в одном высотном поясе, не заходя в соседние. Из числа таких видов птиц нижнему поясу крупных стлаников и гипоарктических тундр свойственны 31, в том числе длинноносый крохаль (*Mergus serrator* (Linnaeus, 1758)), канадский журавль, фифи (*Tringa glareola* (Linnaeus, 1758)), обыкновенная и глухая кукушки (*Cuculus saturates* (Blyth, 1843)), болотная сова (*Asio flammeus* (Pontoppidan, 1763)), белопоясный стриж (*Apus pacificus* (Latham, 1801)), воронки (*Delichon urbica* (Linnaeus, 1758)), сорока, кедровка, черноголовый чекан, берингийская желтая (*Motacilla flava* (Linnaeus, 1758)) и белая (*Motacilla alba* (Linnaeus, 1758)) трясогузки.

Единственный специфичный вид гольцового пояса, не встречающийся за его пределами, – арктоальпийский вид пуночки.

В подгольцовом поясе северных частей обследованного региона специфичных видов птиц не отмечено.

В северных отрогах Корякского нагорья 44 вида птиц обитают в широком диапазоне высот, охватывающем не менее двух высотных поясов. Ареалы таких видов, как правило, имеют явно выраженный трехмерный характер. Выявлены виды, обитающие во всех трех высотных поясах. Подобный характер вертикального распространения имеют 4 вида: горная трясогузка, сибирская завирушка (*Prunella montanella* (Pallas, 1776)), соловей-красношейка и обыкновенная чечетка.

Пространственная дифференциация орнитофауны выявлена не только в пределах высотного профиля, но и в различных местообитаниях ($n=5$) нижнего пояса крупных стлаников и гипоарктических тундр. Заросли кедрового стланика (высота 2–4 м) на днище межгорных долин населяет 37 видов птиц, кустарниковые заросли из ерника, ивняка и ольховника (высота 2–5 м) на днище долин и у основания горных склонов – 54 вида, травяно-мохово-лишайниково-кустарниковые тундры с участками низкорослых кустарников (ивняка и ерника высотой до 1 м) и осоково-пушицевых кочкарников – 52 вида, акваторию и берега оз. Майниц – 36 видов, русло и берега р. Гытыпоныткынваам – 18 видов птиц. В сухопутных местообитаниях максимальное число видов сосредоточено в кустарниковых зарослях из ерника, ивняка, ольховника ($n=54$ (71%)) и в тундре ($n=52$ (68%)).

Фаунистическая и географо-генетическая структура орнитофауны. Орнитофауна северных отрогов Корякского нагорья, как и всей Северо-Восточной Азии, гетерогенна по происхождению. Она формируется видами 6 типов фаун [Штегман, 1938], наиболее значимы из которых во всех биотопах элементы сибирского типа (34%) и широко распространенные (33%). Согласно зоогеографическому районированию суши, Корякское нагорье относится к Европейско-Сибирской области царства Арктогея [Абдурахманов, Мяло, Огуреева, 2014]. Регион на-

ходится на стыке Палеарктического и Неарктического подцарств. Поэтому закономерно, что оригинальный зоогеографический элемент местной гнездовой орнитофауны представляют виды американского фаунистического комплекса – американская свиязь (*Anas americana* (J.F. Gmelin, 1789)), зеленочкрытый чирок (*Anas carolinensis* (J.F. Gmelin, 1789)), американская синьга (*Melanitta americana* (Swainson, 1832)), американский пепельный улит (*Heteroscelus incanus* (J.F. Gmelin, 1789)), канадский журавль и малый дрозд (*Catharus minimus* (Lafresnaye, 1848)), а также сибирско-американский вид – каменушка (*Histrionicus histrionicus* (Linnaeus, 1758)).

Неоднородна также орнитофауна региона по сочетанию формирующих ее представителей 8 географо-генетических групп [Кишинский, 1988; Чернов, 1978; 2008], из которых наиболее представительны во всех местообитаниях бореально-гипоарктические (в среднем 29%), широко распространенные (в среднем 26%) и бореальные (в среднем 17%) виды. Доля альпийских (гольцовый конек) и арктоальпийских (пуночка) видов суммарно существенна (28%) в формировании сообществ птиц исключительно гольцового пояса. Тем не менее, именно эти виды птиц определяют горную специфику орнитофауны северных отрогов Корякского нагорья. Усиливает эту специфику ряд видов в той или иной степени экологически также связанных с горным ландшафтом. Типичные обитатели стремительных горных потоков – каменушка, сибирский пепельный улит, горная трясогузка.

Пространственная структура населения птиц сухопутных местообитаний. В обследованных северных отрогах Корякского нагорья плотность населения птиц максимальна в нижней части высотного профиля – в различных сухопутных местообитаниях нижнего пояса крупных стлаников и гипоарктических тундр, занимающего днища межгорных долин ($n=3$; 705–801, в среднем 725 ос./км²), в гольцовом поясе горных вершин минимальна (83 ос./км²), а в подгольцовом поясе на горных склонах имеет промежуточное значение (471 ос./км²). В пределах всего высотного профиля северных отрогов Корякского нагорья, как и в большинстве других горных регионах Северной Азии, основное сокращение плотности населения птиц происходит при переходе из подгольцового пояса в гольцовый.

С помощью коэффициента сходства населения птиц [Наумов, 1964] выявлен высокий уровень автономности населения птиц разных высотных поясов обследованных северных районов Корякского нагорья. Уровень сходства населения нижнего пояса крупных стлаников и гипоарктических тундр и подгольцового поясов составляет 46%, подгольцового и гольцового – 24%, нижнего пояса крупных стлаников и гипоарктических тундр и гольцового – 6,8%. В других горных регионах Северной Азии, где в пределах нижнего пояса развита лесная растительность, и соответственно экологические условия становятся более контрастными, отличия между населе-

ем птиц трех высотных поясов еще значительнее. Например, на плато Путорана уровень сходства населения птиц горно-северотаетжного и подгольцового поясов не превышает 29%, подгольцового и гольцового – 18%, а горно-северотаетжного и гольцового – всего 2%.

Единственный вид, входящий в состав численно доминирующих видов в населении птиц всех сухопутных биотопов в пределах трех высотно-ландшафтных поясов северных отрогов Корякского нагорья – обыкновенная чечетка. И еще один вид – соловей-красношейка, регистрировался повсеместно во всех высотно-ландшафтных поясах либо в числе содоминантов, либо доминантов.

Выявлены лишь 2 вида птиц (бурая пеночка (*Phylloscopus fuscatus* (Blyth, 1842)), обыкновенная чечетка), численно доминирующих во всех трех сухопутных местообитаниях нижнего пояса крупных стлаников и гипоарктических тундр северных отрогов Корякского нагорья. В зарослях кедрового стланика в числе доминантов местных сообществ также – шур (*Pinicola enucleator* (Linnaeus, 1758)) и овсянка-крошка (*Emberiza pusilla* (Pallas, 1776)), а в тундре – берингийская желтая трясогузка. Во всех сухопутных местообитаниях нижнего пояса крупных стлаников и гипоарктических тундр обследованного региона содоминируют пеночка-таловка (*Phylloscopus borealis* (Blasius, 1858)), бурый дрозд (*Turdus eunomus*, (Temminck, 1831)), соловей-красношейка, обыкновенная чечевица, белая куропатка (*Lagopus lagopus* (Linnaeus, 1758)). В зарослях кедрового стланика и мозаично чередующихся кустарниках (ольховник, ивняк, золотистый рододендрон, кедровый стланик) у подножия склонов в эту группу видов входит также вьюрок, а в тундре и мозаично чередующихся кустарниках у подножия склонов – сибирский конек (*Anthus gustavi* (Swinhoe, 1863)), варакушка (*Luscinia svecica* (Linnaeus, 1758)), полярная овсянка (*Emberiza pallasi* (Cabanis, 1851)). Специфические содоминанты в населении птиц тундры – белолобый гусь, шилохвость (*Anas acuta* (Linnaeus, 1758)), бекас (*Gallinago gallinago* (Linnaeus, 1758)), фифи.

Доминирующие виды в населении птиц подгольцового пояса северных отрогов Корякского нагорья – обыкновенная чечетка, соловей-красношейка, пеночка-таловка. Содоминанты подгольцовых сообществ обследованных районов – бурая пеночка, шур, овсянка-крошка, бурый дрозд, обыкновенная чечевица, белая куропатка, горная трясогузка, сибирский конек. В число содоминантов только подгольцового пояса входят пеночки зарничка и корольковая.

В населении птиц гольцового пояса севера Корякского нагорья доминируют обыкновенная чечетка, горная трясогузка, гольцовый конек и пуночка. Последние два вида – специфические доминанты в населении птиц гольцового пояса. Из видов численно содоминирующих лишь в населении гольцового пояса соловей-красношейка.

Сибирская завирушка входит в число специфических содоминантов двух верхних высотных по-

ясов: подгольцового и гольцового. Это, возможно, указывает на определенную склонность данного вида к освоению горного ландшафта. Экологически успешное проникновение сибирской завирушки в горы, и формирование там более многочисленных гнездовых популяций, чем в равнинных местообитаниях, предположительно можно объяснить наличием у нее определенных адаптаций к этому процессу. А сам процесс допустимо рассматривать как модельный, с точки зрения познания закономерностей формирования горной орнитофауны Северо-Восточной Азии.

Население птиц водно-околоводных местообитаний. Озерно-речная система является основой интразонального водно-околоводного компонента ландшафтов северных частей Корякского нагорья. В период с 7 июня по 5 июля 2017 г. на р. Гытгып-ныткынваам зарегистрировано 18 видов птиц, а на оз. Майниц – 36 видов, а в пределах всей озерно-речной системы – 37 видов птиц, каждый из которых в различных пропорциях был представлен как гнездящимися, так и не гнездящимися (активно перемещающимися, образующими кормовые скопления на кочевках) особями. Коэффициент общности речной и озерной орнитофаун – 63%, а населения – 21%. Видовой состав птиц, державшихся на реке представляет собой обедненный вариант видового состава птиц озера. Специфическими обитателями оз. Майниц в 2017 г. оказались краснозобая (*Gavia stellata* (Pontoppidan, 1763)), чернозобая (*Gavia arctica* (Linnaeus, 1758)) и белоклювая гагары (*Gavia adamsii* (G.R. Gray, 1859)), американская синьга, горбоносый турпан (*Melanitta deglandi* (Bonaparte, 1850)), хохлатая чернеть (*Aythya fuligula* (Linnaeus, 1758)) и др.

Как показали исследования в водно-околоводных местообитаниях, плотность населения птиц на р. Гытгып-ныткынваам составляет 125 ос./10 км береговой линии, а на оз. Майниц – 298 ос./10 км береговой линии. Плотность населения птиц рассматриваемых водно-околоводных местообитаний изменяется в достаточно широком диапазоне величин. Более чем двукратное превышение плотности населения на озере над соответствующим значением на реке указывает на неравномерное в целом распределение птиц в водно-околоводных местообитаниях кустарниково-стланикового пояса.

Среди численно доминирующих видов на оз. Майниц – морская чернеть (*Aythya marila* (Linnaeus, 1761)) и горбоносый турпан с обилием, соответственно – 88 и 34 ос./10 км береговой линии, а на р. Гытгып-ныткынваам – каменушка, белолобый гусь, перевозчик (*Actitis hypoleucos* (Linnaeus, 1758)), серебристая чайка (*Larus argentatus* (Pontoppidan, 1763)) с обилием, соответственно – 25, 24, 15, 13 ос./10 км береговой линии. В населении птиц обследованной озерно-речной системы среди содоминируют 16 видов, из которых 13 являются общими для реки и озера.

Отличия в пределах водно-околоводных местообитаний выявлены как в общих показателях населения птиц, так и в специфике пространственных

изменений обилия отдельных видов. И то и другое закономерно связано с определенными экологическими предпочтениями различных видов. Сравнение обилия птиц на реке и озере свидетельствует о том, что большая часть из повсеместно встречавшихся видов предпочитают озеро. Таковы, например, свиязь (*Anas penelope* (Linnaeus, 1758)), шилохвость, сибирский пепельный улит, сизая чайка (*Larus canus* (Linnaeus, 1758)) и др. И лишь некоторые из них, например, каменуха и перевозчик определенно предпочитают реки.

Выявлена и прослежена динамика численности целого ряда видов птиц. На акватории южной оконечности оз. Майниц, в районе устья р. Гытгыпоньткынваам многочисленные отдыхавшие, кормившиеся и постоянно перелетавшие (или пролетавшие транзитно) птицы отмечались с 7 июня по 5 июля 2017 г. круглосуточно. Основная часть сибирских пепельных улитов и фифи зарегистрирована 8–10 июня. Одновременное появление основной массы транзитных особей этих куликов совпало с началом активного образования береговых проталин и оттаивания грунта по берегам оз. Майниц, а следовавшее вскоре резкое сокращение их обилия (вплоть до почти полного исчезновения) – с резким подъемом уровня воды (13 июня) и затоплением береговых отмелей и мелководий. Пик пролета численно доминировавших горбоносого турпана, морской чернети, и значительно уступавшим им по численности морянки (*Clangula hyemalis* (Linnaeus, 1758)), свиязи, шилохвосты, чирка-свистунка (*Anas crecca* (Linnaeus, 1758)), длинноносого крохале, пришелся на 10–13 июня. Максимальное число особей американской синьги, белолобого гуся, сизой чайки активно перемещалось на оз. Майниц позднее – 19–26 июня, и, вероятно, было представлено уже не пролетными, а кочующими птицами. Горный ландшафт внутренних районов Корякского нагорья предопределил то, что участки концентрации водных и околоводных птиц на отдых и кормление в период миграции немногочисленны, разобщены, взаимоудалены и невелики по площади. Однако, несмотря на эти лимитирующие факторы, интенсивность транзитно перемещающихся (мигрирующих и кочующих) птиц в северных отрогах Корякского нагорья в целом достаточно велика. В первую очередь мигрантов привлекают наиболее рано освобождающиеся от снега и льда участки дельты р. Гытгыпоньткынваам (изобилующие мелководьями и песчано-илистыми отмелями) и сопредельные участки акватории оз. Майниц, где образуются первые промоины и полыньи. Вероятно, долина р. Гытгыпоньткынваам, наряду с расположенной севернее котловиной оз. Майниц, образует отрезок хорошо выраженного «межгорного миграционного коридора».

Заключение. В северных отрогах Корякского нагорья гнездится 76 видов птиц (40% всей орнитофауны Корякского нагорья), что согласуется с закономерностью сокращения видового богатства в северном направлении. Таксономическая структура гнездовой орнитофауны соответствует зональным и

ландшафтными особенностями Северо-Восточной Азии с доминированием видов из отрядов воробьинообразных, ржанкообразных, гусеобразных, суммарно составляющих 85%.

Высок коэффициент общности гнездовой орнитофауны северных и южных районов Корякского нагорья, составляющий – 83%. Формирование однородной авифауны в обсуждаемой горной области Северо-Восточной Азии, вероятно, предопределено относительно стабильным развитием местных экосистем в постледниковую эпоху.

В обследованном регионе некоторые виды птиц проникают севернее основного ареала. Предполагаем, что черноголовый чекан, корольковая пеночка, пеночка-зарничка, синехвостка, обыкновенный снегирь, пятнистый сверчок, вьюрок, впервые зарегистрированные нами на гнездовье в северных отрогах Корякского нагорья на удалении 300–1200 км от известных ранее северных границ основного ареала, появились здесь в результате расширения ареала. Несмотря на то, что полученные данные требуют подтверждения последующими специальными исследованиями, они вполне согласуются с тем фактом, что благодаря видам, расселяющимся из более южных областей, за несколько прошедших десятилетий видовое разнообразие плато Путорана и субарктических гор Якутии увеличилось на 6%. Выявленный характер распространения и статус пребывания птиц позволяет предположить оригинальную роль северных отрогов Корякского нагорья как зоогеографического рубежа.

В условиях высотной поясности Корякского нагорья с высотой сокращаются видовое богатство, плотность населения птиц, обилие абсолютного большинства видов. В нижнем поясе крупных стлаников и гипоарктических тундр северных отрогов Корякского нагорья гнездится – 50 (66%) видов, в подгольцовом – 19 (25%) видов, в гольцовом – 7 (9%) видов. Плотность населения птиц в сухопутных местообитаниях нижнего пояса крупных стлаников и гипоарктических тундр – 725 ос./км², в подгольцовом поясе – 471 ос./км², в гольцовом поясе – 83 ос./км². Плотность населения птиц водно-околоводных местообитаний изменяется от 125 ос./10 км береговой линии на реке, и до 298 ос./10 км береговой линии – на озере.

В северных отрогах Корякского нагорья 44 вида обитают в широком диапазоне высот, охватывающем не менее двух высотных поясов. Ареалы таких видов, как, например, горная трясогузка, сибирская завирушка, соловей-красношейка, обыкновенная чечетка, обитающие во всех трех высотных поясах, имеют явно выраженный трехмерный характер.

Наиболее значимы в формировании орнитофауны северных частей Корякского нагорья элементы сибирского типа фауны (34%) и широко распространенные (33%) виды, а из географо-генетических групп – бореально-гипоарктические (29%) и широко распространенные (26%) виды. Горную специфику региональной авифауны определяют каменуха,

сибирский пепельный улит, горная трясогузка, гольцовый конек, пуночка. Оригинальный зоогеографический элемент местной гнездовой орнитофауны – виды американского фаунистического комплекса: американская свиязь, зеленокрылый чирок, американская синьга, американский пепельный улит, канадский журавль, малый дрозд.

Горный ландшафт внутренних районов Корякского нагорья предопределил то, что участки концентрации водных и околоводных птиц на отдых и корм-

ление в период миграции немногочисленны, разобщены, взаимоудалены и невелики по площади. Однако, несмотря на эти лимитирующие факторы, интенсивность транзитно перемещающихся (мигрирующих и кочующих) птиц в северных отрогах Корякского нагорья, в целом, достаточно велика. Вероятно, долина р. Гытгыпонткынваам, наряду с расположенной севернее котловиной оз. Майниц, образует отрезок хорошо выраженного «межгорного миграционного коридора».

Благодарности. Подготовительные работы к полевым исследованиям 2017 г. поддержаны проектом РФФИ № 17-04-00088. Расчеты обилия птиц осуществлены при поддержке гранта РНФ № 14-50-00029.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Абдурахманов Г.М., Мяло Е.Г., Огурева Г.Н. Биogeография. М.: Академия, 2014. 448 с.
- Андреев А.В., Докучаев Н.Е., Кречмар А.В., Чернявский Ф.Б. Наземные позвоночные северо-востока России. Магадан: Изд-во СВНЦ ДВО РАН, 2006. 313 с.
- Гвоздецкий Н.А., Михайлов Н.И. Физическая география СССР. Ч. 2. М.: Высшая школа, 1987.
- Голубчиков Ю.Н. География горных и полярных стран. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1996. 304 с.
- Деменьтев Г.П. Материалы к авифауне Корякской Земли. Материалы к познанию фауны и флоры СССР. Новая серия. Отд. Зоол. Вып. 2 (XVII). 1940. 82 с.
- Карта «Биомы России». Масштаб 1:7 500 000 / Гл. ред. Огурева Г.Н. М.: ФОК ГИС, 2015.
- Карта «Зоны и типы поясности растительности России и сопредельных территорий». Масштаб 1:8 000 000 / Гл. ред. Огурева Г.Н. М.: ЭКОР, 1999.
- Кищинский А.А. Птицы Корякского нагорья. М.: Наука, 1980. 336 с.
- Кищинский А.А. Орнитофауна северо-востока Азии. М.: Наука, 1988. 288 с.
- Куваев В.Б. Флора субарктических гор Евразии и высотное распределение ее видов. М.: Т-во научных изданий КМК, 2006. 568 с.
- Лобков Г.Е. Гнездящиеся птицы Камчатки. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1986. 291 с.
- Наузов Р.Л. Птицы в очагах клещевого энцефалита Красноярского края: дис. ... канд. биол. наук. М.: Московский госу-
- дарственный педагогический институт имени В.И. Ленина, 1964. 198 с.
- Портенко Л.А. Птицы Чукотского полуострова и острова Врангеля. Л.: Наука, 1972. Ч. 1. 424 с.
- Портенко Л.А. Птицы Чукотского полуострова и острова Врангеля. Л.: Наука, 1973. Ч. 2. 324 с.
- Равкин Ю.С. К методике учета птиц лесных ландшафтов // Природа очагов клещевого энцефалита на Алтае / Отв. ред. А.А. Максимов. Новосибирск: Наука, 1967. С. 66–75.
- Романов А.А. Авифауна гор Азиатской Субарктики: закономерности формирования и динамики. Русское общество сохранения и изучения птиц имени М.А. Мензбира. М.: ВП-Принт, 2013. 360 с.
- Рябицев В.К. Птицы Сибири: справочник-определитель. Москва; Екатеринбург: Кабинетный ученый, 2014. Т. 2. 452 с.
- Степанян Л.С. Конспект орнитологической фауны России и сопредельных территорий. М.: Наука, 2003. 727 с.
- Томкович П.С., Сорокин А.Г. Фауна птиц Восточной Чукотки // Распространение и систематика птиц. Исследования по фауне Советского Союза: Труды зоологического музея МГУ. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1983. Т. 21. С. 77–159.
- Чернов Ю.И. Структура животного населения Субарктики. М.: Наука, 1978. 167 с.
- Чернов Ю.И. Экология и биогеография: Избранные труды. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. 580 с.
- Штегман Б.К. Основы орнитогеографического деления Палеарктики // Фауна СССР. Птицы. Т. 1. Вып. 2. / Отв. ред. С.А. Зернов. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1938. 157 с.

Поступила в редакцию 29.03.2018

После доработки 15.08.2018

Принята к публикации 08.10.2018

A.A. Romanov¹, M.A. Astakhova², N.A. Miklin³, E.V. Shemyakin⁴

GEOGRAPHY OF AVIFAUNA IN THE NORTHERN SHOOTS OF THE KORYAK HIGHLAND

Ecological patterns of the altitudinal differentiation of bird population in the northern shoots of the Koryak Highland are analyzed. Data was collected during expeditions carried out in summer 2014 in the Mainitz Lake basin, the Gytgyponytkynvaam River valley and the Tynulve Nangagte ridge (63°8'–63°14'N, 176°42'–176°48'E). 76 species of birds breed in the surveyed areas of the northern shoots of the

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Biogeography, Professor, D.Sc. in Biology; e-mail: putorana05@mail.ru

² Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Biogeography, master student; e-mail: marastakhova@yandex.ru

³ Moscow Pedagogical State University, Institute of Biology and Chemistry, Department of Zoology and Ecology, post-graduate student; e-mail: nikolaymik@gmail.com

⁴ Institute for Biological Problems of the Cryolithozone, SB RAS, post-graduate student; e-mail: shemyakine@mail.ru

Koryak Highland (40% of the total avifauna of the Koryak Highland). Several species ($n=7$) were for the first time recorded on the nesting in the northern shoots of the Koryak Highland 300–1200 km away from the northern boundaries of their main areas. Taxonomic structure of nesting avifauna corresponds to the zonal and landscape features of Northeast Asia. The species of Passeriiformes, Charadriiformes and Anseriformes groups dominate accounting for 85% of the total diversity. Similarity coefficient of nesting avifauna for the northern and southern regions of the Koryak Highland is high (83%). The avifauna species richness decreases with altitude, while 44 species inhabit a wide range, covering at least two altitudinal belts. The species composition of birds changes gradually with height. The species of the Siberian faunal complex (34%) and widely distributed species (33%) are the most significant in the avifauna. The original zoogeographical element of the local nesting avifauna is the species of the American faunal complex. A significant part in the avifauna belongs to the species of boreal-hypoarctic species (29%) and widespread (26%) geographical-genetic groups. The density of the nesting population of birds decreases with height. The bird population density in the terrestrial habitats is 725 ind./km² in the shrubby belt, 471 ind./km² in the subalpine belt, 83 ind./km² in the alpine belt. The maximum similarity is observed in the population of birds of the shrubby and subalpine belts (46%), the minimum is in the population of shrubby and alpine belts (6,8%). The density of the bird population of water-surrounding habitats varies from 13 individuals per 1 km of the coastline on the river up to 30 individuals per 1 km of coastline on the lake.

Key words: range, species diversity, altitudinal belt, bird population, distribution

Acknowledgements. The 2017 pre-field works were financially supported by the Russian Foundation for Basic Research (project № 17-04-00088). Calculation of the bird abundance was financially supported by the Russian Science Foundation (project № 14-50-00029).

REFERENCES

- Abdurahmanov G.M., Myalo E.G., Ogureeva G.N.* Biogeografiya [Biogeography]. M.: Akademiya. 2014. 448 s. (in Russian).
- Andreev A.V., Dokuchaev N.E., Krechmar A.V., Chernyavskiy F.B.* Nazemnye pozvonochnye Severo-Vostoka Rossii [Terrestrial vertebrates of North-Eastern Russia]. Magadan, 2006. 313 s. (in Russian).
- Chernov Yu.I.* Ekologiya i biogeografiya. Izbrannye trudy [Ecology and Biogeography. Selected Works]. M.: KMK Scientific Press, 2008. 580 p. (in Russian).
- Chernov Yu.I.* Struktura zhivotnogo naseleniya Subarktiki [The structure of the animal population of the Subarctic]. M.: Nauka, 1978. 167 p. (in Russian).
- Demen'tev G.P.* Materialy k avifaune Koryackoy Zemli [Materials to the avifauna of the Koryak land] // Materialy k poznaniyu fauny i flory SSSR. Novaya seriya. Otd. Zool. Vyp. 2 (HVII) [Materials to cognition of flora and fauna of the USSR. New series. Zoology. Iss. 2]. 1940. 82 p. (in Russian).
- Golubchikov Ju.N.* Geografiya gornyh i poljarnyh stran [Geography of mountainous and polar regions]. M.: Izd-vo MGU, 1996. 304 s. (in Russian).
- Gvozdeckiy N.A., Mihaylov N.I.* Fizicheskaya geografiya SSSR. Ch. 2. [Physical Geography of the USSR. Part 2.] M.: Vysshaya shkola, 1987 (in Russian).
- Karta «Zony i tipy pojasnosti rastitel'nosti Rossii i sopredel'nyh territoriy» [Map «Zones and types of vegetation belts in Russia and adjacent territories»]. Masshtab 1:8 000 000 / Ed. G.N. Ogureeva. Moscow: JeKOR; 1999 (in Russian).
- Karta «Biomy Rossii» [Map «Biomes of Russia»]. Masshtab 1:7 500 000 / Ed. Ogureeva G.N. Moscow: FOK-GIS; 2015 (in Russian).
- Kishchinskiy A.A.* Ornitofauna severo-vostoka Azii [Bird fauna of the north-east of Asia]. M.: Nauka, 1988. 288 p. (in Russian).
- Kishchinskiy A.A.* Pticy Koryakskogo nagor'ya [Birds of the Koryak Highland]. Moscow: Nauka. 1980. 336 p. (in Russian).
- Kuvaev V.B.* Flora subarkticheskikh gor Evrazii i vysochnoe raspredelenie eyo vidov [Flora of subarctic mountains of Eurasia and altitudinal distribution of its species]. Moscow: KMK Scientific Press; 2006. 568 p. (in Russian).
- Lobkov G.E.* Gnezdyashchiesya ptitsy Kamchatki [Breeding birds of Kamchatka]. Vladivostok: DVNC AN USSR Publ.; 1986. 291 p. (in Russian).
- Naumov R.L.* Pticy v ochagah kleshhevogo encefalita Krasnoyarskogo kraya [Birds in the foci of tick-borne encephalitis in the Krasnoyarsk Kray. PhD. Dissertation, Biology]. M.: Moscow State Pedagogical Institute; 1964. 198 p. (in Russian).
- Portenko L.A.* Ptitsy Chukotskogo poluostrova i ostrova Vrangelya [Birds of the Chukchi Peninsula and the Wrangel Island]. Leningrad: Nauka Publ., 1972. Pt. 1. 424 p. (in Russian).
- Portenko L.A.* Ptitsy Chukotskogo poluostrova i ostrova Vrangelya [Birds of the Chukchi Peninsula and Wrangel Island]. Leningrad: Nauka, 1973. Pt. 2. 324 p. (in Russian).
- Ravkin Yu.S.* K metodike ucheta ptic lesnykh landshaftov [On the method of recording birds of forest landscapes] // Priroda ochagov kleshhevogo encefalita na Altae [Nature of foci of tick-borne encephalitis in the Altai]. Novosibirsk: Nauka, Siberian Branch Publ., 1967. P. 66–75 (in Russian).
- Romanov A.A.* Avifauna gor Aziatskoy Subarktiki: zonomernosti formirovaniya i dinamiki [Bird fauna of the mountains of the Asian Subarctic: principles of formation and dynamics]. Moscow: BP-Print Publ., 2013. 360 p. (in Russian).
- Ryabitsev V.K.* Ptitsy Sibiri: spravochnik-opredelitel' [The Birds of Siberia: the identification guide]. Moscow; Yekaterinburg: Kabinetnyy uchenyy Publ.; 2014. V. 2. 452 p. (in Russian).
- Shtegman B.K.* Osnovy ornitogeograficheskogo deleniya Palearktiki [Fundamentals of the ornithogeographic division of the Palearctic] // Fauna SSSR. Pticy. Moscow-Leningrad: AN SSSR Publ., 1938. V. 1(2). 157 p. (in Russian).
- Stepanyan L.S.* Konspekt ornitologicheskoy fauny Rossii i sopredel'nyh territoriy [Conspectus of the ornithological fauna of Russia and adjacent territories (within the borders of the USSR as a historic region)]. Moscow: Nauka, 2003. 727 p. (in Russian).
- Tomkovich P.S., Sorokin A.G.* Fauna ptits Vostochnoy Chukotki – rasprostraneniye i sistematika ptits: (Issledovaniya po faune Sovetskogo Soyuz) [Avifauna of Eastern Chukotka: distribution and systematics of birds: (research on the fauna of the USSR)] / Eds.: V.E. Flint, P.S. Tomkovich. M.: Moscow State University Publ., 1983. P. 77–159 (in Russian).

Received 29.03.2018

Revised 15.08.2018

Accepted 08.10.2018

УДК 58.002

В.Ф. Максимова¹, Л.А. Майорова², Б.С. Петропавловский³

ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ СРЕДЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА УСЫХАНИЕ ПИХТОВО-ЕЛОВЫХ ЛЕСОВ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

Показаны возможности прогнозирования усыхания пихтово-еловых лесов (ельников) Средне-го Сихотэ-Алиня. С применением метода многомерного анализа соотношения растительности с экологическими факторами среды определены количественные связи между ведущими экологическими факторами и очагами усыхания ельников. Это позволит своевременно оценивать масштабы и интенсивность процесса усыхания пихтово-еловых лесов Дальнего Востока.

Ключевые слова: лесная формация, Дальний Восток, ельники, тип леса, усыхание древостоев, экологические факторы среды

Введение. Пихтово-еловые леса (ельники) Приморского края, образованные елью аянской [*Picea ajanensis* (Lindl et Gord) Fisch. ex Garr. и пихтой почкочешуйной (белокорой) *Abies nephrolepis* (Trautv.) Maxim], являясь основной лесосырьевой базой края, подвержены интенсивному усыханию. [Манько, Гладкова, 2001]. Площадь, занимаемая пихтово-еловой формацией и ее переходными типами (елово-лиственничными и елово-кедровыми лесами) в Приморском крае равна 3462,5 тыс. га. Почти во всех районах Дальнего Востока на протяжении последних десятилетий проводилось планомерное лесоводственно-географическое и типологическое исследование аянских темнохвойных лесов. Изучались типы пихтово-еловых лесов, их структура, географическое распространение и причины усыхания.

По различным аспектам структуры и динамики пихтово-еловых лесов верховой р. Большая Уссурка (Средний Сихотэ-Алинь), усыхания древостоев опубликованы работы, затрагивающие различные вопросы этого, далеко еще во многом неясного процесса [Кошкарёв с соавт., 1983; Петропавловский, 1987; Майорова, Петропавловский, 2017].

Массовое усыхание пихтово-еловых лесов на Дальнем Востоке началось с конца XIX столетия. В Приморском крае этот процесс активизировался несколько позже, чем в Хабаровском и в семидесятых годах прошлого столетия уже охватил 46 % площади всех лесов [Любарский, Соловьев, 1969]. В связи с большими потерями деловой древесины, возникновением высокой пожароопасности, потерей природоохранных функций пихтово-еловых лесов возникла необходимость их комплексного изучения. Одна из задач исследований, проводимых авторами, – выявление причин усыхания древостоев пихтово-еловых лесов и потенциальной возможности прогнозирования данного процесса в различных типах леса и районах края.

В связи с разработкой методов географического прогноза сотрудниками Тихоокеанского института географии ДВНЦ АН СССР и Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова (кафедра биогеографии) с 1977 г. начались совместные лесоводственно-геоботанические исследования. Основное внимание уделено изучению лесных экосистем различных лесных формаций, в том числе и пихтово-еловых лесов, подверженных массовому усыханию. Предполагалось, что наиболее вероятными причинами усыхания ельников является перестойность (высокий возраст) древостоев и потепление климата. Климат Приморского края характеризуется как континентальный с муссонными чертами. Ареал темнохвойных лесов входит преимущественно в умеренно прохладный, избыточно влажный район с суммой температур выше 10°C, равной 1800°C и гидротермическим коэффициентом – 2.

Д.Г. Замолотчиков [2013], рассмотрев ретроспективные и прогнозные данные по динамике климата Приморского края за последние 30 лет, выявил тенденции к росту среднегодовой температуры и уменьшению годовых сумм осадков. Он отметил, что наиболее уязвимыми следует признать леса с доминированием ели и пихты, а также произрастающие на наименее влагообеспеченных формах рельефа.

Материалы и методы исследования. С целью изучения процесса усыхания пихтово-еловых лесов были заложены постоянные и временные пробные площади в различных районах Приморского края, а также геоботанический профиль в верховьях реки Большая Уссурка (Средний Сихотэ-Алинь, район Краснореченского перевала). Основные работы проводились на стационарном участке «Верховья р. Большая Уссурка» в Дальнегорском районе, расположенном в типичном массиве пихтово-еловых

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра биогеографии, доцент, канд. геогр. н.; e-mail: galmax@mail.ru

² Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Тихоокеанский институт географии Дальневосточного отделения Российской академии наук, Владивосток; канд. биол. н., науч. с.; e-mail: mayorova.49@inbox.ru

³ Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ботанический сад-институт Дальневосточного отделения Российской академии наук, Владивосток; гл. науч. с., докт. биол. н., e-mail: petrop5@mail.ru

лесов на высоте 850–1000 м над ур. моря. Массовое усыхание в этом районе началось за 10–12 лет до начала организации стационарного участка и интенсивно продолжалось в последующие годы, захватывая новые участки леса.

На территории ключевого участка заложены стационарный лесоводственно-геоботанический профиль и постоянные пробные площади в различных типах пихтово-еловых лесов с различной интенсивностью и давностью усыхания древостоя. Лесоводственно-геоботанический профиль пересекает долину ручья в западно-восточном направлении, имеет длину 1710 м и состоит из 115 площадок, размером 15×15 м, разбитых по одну сторону прямолинейного створа. Он заложен с таким расчетом, чтобы охватить возможно больший набор типов местообитания пихтово-еловых лесов и стадий усыхания древостоев. Каждое дерево на профиле было пронумеровано. При описании древостоя в полевые журналы заносились следующие данные: номер дерева, его вид, диаметр, высота (глазомерно), проекции кроны по двум направлениям (С-Ю, З-В), возраст (глазомерно и выборочно – с помощью возрастного бура); оценивалось состояние дерева (живое, усохшее, усыхающее). Для усохших деревьев указывалась давность (время начала усыхания) по шести градам: текущего года, прошлого года, 2–3, 3–4, 5–9 и более, чем 10-летней давности. Дополнительно на стационарном участке 2×1 км, разбитом регулярной сеткой на ячейки 100×100 м, была создана сеть опорных точек наблюдений.

Для комплексного исследования лесной экосистемы большое внимание было уделено изучению экологических условий стационара. Выделены 3 категории увлажнения территории: влажная (склоны северных, северо-восточных экспозиций), умеренно влажная (северо-западные и восточные склоны) и недостаточно влажная (юго-западные и юго-восточные склоны). Теплообеспеченность определялась на основе таблиц действительной суммы солнечной радиации за вегетационный период для широты 44° в зависимости от значений экспозиции и крутизны склона. Выделены холодные (42–45 ккал/см²), умеренно холодные (45–48 ккал/см²) и теплые (более 48 ккал/см²) местообитания.

Для выявления причин усыхания древостоев пихтово-еловых лесов и потенциальной возможности прогнозирования развития данного процесса в различных типах леса перспективным является использование математических методов по оценке влияния факторов среды на растительность, количественной оценки этого влияния, установление связи процесса усыхания с факторами природной среды. Эти методические подходы отражены во многих работах как зарубежных, так и отечественных геоботаников, биогеографов, экологов [MacArthur, 1972; Bouxin, 1976].

В наших исследованиях для оценки степени влияния факторов среды на растительность была применена методика, основанная на методах информационной статистики. Информационный анализ в срав-

нении с корреляционным и дисперсионным, обладает рядом достоинств, которые заключаются в том, что этот метод обладает универсальностью и может быть применен к такой сложной системе, как лесная растительность. Развитию этого метода способствовала публикация фундаментальной монографии по теории информационной статистики С. Кульбака [1967].

Информационная статистика основана на оценке количества передаваемой информации, выраженной в категориях неопределенности, энтропии фактора и явления (меры разнообразия). Центральным понятием для расчета меры взаимозависимости является оценка разнообразия состояния системы, которая определяется через категории теории вероятностей, в основном через меру разнообразия H – функцию: $H = -\sum p_i \log p_i$.

Меры связи основаны на том, что по информации, которая определяется как мера неопределенности и характеризует фактор среды, обозначим его через (B) , можно определить состояние явления (A) (категория растительности в нашем случае). Величины неопределенности, или меры разнообразия $H(A)$ и $H(B)$ определяются по формуле Шеннона, отражающей априорное распределение вероятностей:

$$H(B) = -\sum_i p(b_i) \log_2 p(b_i),$$

$$H(A) = -\sum_i p(a_i) \log_2 p(a_i),$$

где: $p(b_i)$ и $p(a_i)$ – соответственно, вероятности событий b_i и a_i .

В случае, когда известны меры неопределенности (или разнообразия) фактора среды и структуры растительности, и их совместное состояние, можно определить меру зависимости между ними $[T(A, B)]$ по формуле:

$$T(A, B) = H(A) + H(B) - H(A, B),$$

где: $H(A)$ – неопределенность структуры растительности (явления), $H(B)$ – неопределенность фактора среды, $H(A, B)$ – совместная неопределенность фактора и явления, которая определяется как:

$$H(A, B) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (a_i b_j) \log_2 p(a_i b_j).$$

При фактически независимых состояниях A и B совместная неопределенность $H(A, B)$ равна сумме $H(A)$ и $H(B)$, и тогда $T(A, B) = 0$.

Таким образом, мера зависимости $T(A, B)$ выражает определенное «количество» информации, и по существу является в биологических системах мерой связи, аналогичной коэффициенту корреляции, но в отличие от последнего более универсальной мерой, поскольку применяется без ограничений, которые накладываются при корреляционном анализе. Величина связи, оцениваемая через $T(A, B)$ размерная, определяется в битах. Размерность устраняется путем нормирования через $H(B)$: $K(B; A) = T(A, B)/H(A)$ [Пузаченко, Мошкин, 1969].

Мера $K(B, A)$ используется при оценке влияния какого-либо фактора среды на явление (состояние биоты, почвы) и изменяется от 0 до 1. По ее величине можно судить о степени влияния.

Для биологических систем большое значение имеет «обратная» мера – $K(A; B) = T(A, B)/H(B)$. Эта мера также изменяется от 0 до 1. Биологическая интерпретация меры может характеризовать индикаторную роль явления, например, при установлении возможности определения кислотности почвы по встречаемости отдельных видов растений. Основой расчета меры зависимости (коэффициента сопряженности) является таблица-матрица совместных частот фактора среды и явления.

Методика определения меры экологического соответствия лесной растительности ведущим факторам среды основана на выявлении уровня экологической сопряженности таксона растительности (например, типа леса, доминирующего вида) или состояния лесной экосистемы (например, стадия усыхания древостоя) и конкретной градации фактора среды. Такой подход адекватен оценке экологической устойчивости растения или сообщества в связи с положением их вдоль градиента среды. Наиболее устойчиво сообщество в области экологического оптимума. Для оценки уровня экологического соответствия (УЭС) таксонов растительности факторам среды использована нормированная мера Дайса-Брея [Семкин с соавт., 1986]:

$$K = \frac{2p_{ij}}{p_i + p_j},$$

где: P_{ij} – совместная встречаемость фактора среды и анализируемого явления; P_i – условная вероятность по фактору среды; P_j – условная вероятность явления.

Мера совместимости событий позволяет сравнивать относительную встречаемость объекта исследования (явления) при разных градациях фактора среды, оценивать УЭС. Она изменяется от 0 до 1. Чем ближе ее значение к единице, тем более характерно, или типично, сочетание фактора и явления.

Для расчета УЭС составляется матрица, по столбцам которой приводятся градации факторов среды, а по строкам – конкретные характеристики

растительности объекта исследования в качественной или количественной шкале. В ячейках матрицы проставляются частоты совместных встреч и вычисляются коэффициенты Дайса. При оценке УЭС таксона по двум и более факторам среды матрица составляется для каждого из них. Интегральная оценка УЭС производится на основании суммирования всех нормированных мер Дайса.

Результаты и их обсуждение. Собранный материал на основе сопряженного картографического анализа в регулярных точках и на экологическом профиле с использованием метода многомерного анализа соотношения растительности с экологическими факторами позволил определить уровень влияния ведущих факторов среды на структуру и динамику лесного массива стационарного участка (табл. 1).

Наиболее высокая связь усыхания древостоев на стационарном участке отмечается с типами леса, коэффициент связи $K(B; A)$, наиболее высокий – 0,161. Большую роль играет абсолютная высота местности, коэффициент связи – 0,120. Возраст древостоя, как это следует из меры сопряженности, если и связан с процессом усыхания, то его влияние в сравнении с другими факторами среды, такого же уровня.

На геоботаническом профиле в один год усыхают деревья, возраст которых может отличаться на 60–80 лет. Для разновозрастного леса характерным является отмирание перестойных деревьев, которые расположены диффузно, относительно равномерно по площади. Усыхание же древостоя в данном районе носит очаговый, мозаичный характер. Куртинность расположения очагов усыхания хорошо заметна на аэрофотоснимках.

Интегральные меры дают возможность судить о степени влияния того или иного фактора среды на процесс усыхания, но они не раскрывают конкретной приуроченности очагов усыхания к отдельным элементам рельефа, к конкретным типам леса, возрастным стадиям развития древостоя.

Наши исследования показывают, что очаги усыхания древостоев пихтово-еловых лесов на стационарном участке «Верховья реки Большая Уссурка» приурочены как к отдельным типам почв и типам леса, так и к конкретным элементам рельефа.

Таблица 1

Коэффициенты связи процесса усыхания древостоя пихтово-еловых лесов с факторами среды (стационарный участок «Верховья р. Большая Уссурка»)

Факторы среды	$K(B; A)$	$K(A; B)$	$T(A; B)$	$H(A)$	$H(B)$
Абсолютная высота местности, м	0,120	0,009	0,276	2,792	2,296
Экспозиция склона	0,098	0,088	0,247	2,792	2,525
Крутизна склона	0,098	0,093	0,260	2,792	2,657
Тип почвы	0,109	0,066	0,185	2,792	1,701
Тип леса	0,161	0,190	0,534	2,792	3,320
Средний возраст древостоя, лет	0,110	0,078	0,217	2,792	1,968

Заметна приуроченность очагов усыхания к пойменным типам почв, развитых на нижних и средних частях склонов, характеризующихся большей теплообеспеченностью. Отмечается большая подверженность усыханию древостоев мелкопапоротниково-разнотравных и мохово-брусничных ельников, а также участков леса, произрастающих на местообитаниях с большей теплообеспеченностью – склонах юго-западных и юго-восточных экспозиций (табл. 2).

В целом для пихтово-еловых лесов оптимальными условиями являются пониженная теплообеспеченность и повышенная влагообеспеченность в сравнении с другими лесными формациями, но для каждого типа леса этой формации характерен свой тип местообитания с определенным набором экологических факторов. На основании выявленных закономерностей можно утверждать, что отдельные типы леса, должны по-разному реагировать на одно и то же изменение фактора среды, тем более, если он лимитирующий. Для ельников лимитирующими факторами являются тепло- и влагообеспеченность, но влияние первого фактора наиболее значимо.

Можно предположить, что усыхание ельников должно прогрессировать при изменении климата в

сторону потепления и уменьшения влагообеспеченности территории. Площади усохшего леса и интенсивность усыхания древостоя возрастает при переходе с севера на юг, от более оптимальных условий в целом для еловой формации, к более экстремальным, где действие лимитирующих факторов сказывается в значительной мере. Отмечается большая подверженность усыханию пихтово-еловых лесов, произрастающих на склонах южных экспозиций. Теплообеспеченность отдельных участков леса зависит не только от экспозиции, но и от крутизны склона, от их комбинаций. Этим во многом объясняется, что на Дальнем Востоке сначала усыханием были охвачены леса в верхнем поясе гор и плато, затем это явление распространилось на ельники среднегорных местообитаний и охватило более северные районы, где пихтово-еловые и еловые леса представляют зональный тип растительности.

Мозаичность условий произрастаний, выражающаяся в неоднородности получения тепла и влаги определяет групповой и куртинный характер возникновения очагов усыхания. В первую очередь происходит усыхание древостоя на тех элементах рельефа, где в большей мере ощущается недостаток влаги в почве и в воздухе, к которым ель и пихта

Таблица 2

**Наиболее типичные местообитания, характерные для усыхающих пихтово-еловых лесов
станции «Верховья р. Б. Уссурия»**

Высота над ур. моря, м	Экспозиция склона	Крутизна склона	Средний возраст древостоя, лет	Типы насаждения	Типы почв
+ 850–875 м	0 С	+ до 40	– 60–80	– Пихтово-еловый лес крупнопапоротниково-разнотравный	+ Буротаежные, сильно-оподзоленные
+ 876–900 м	+ СВ	+ 5–80	– 81–100	– Пихтово-еловый лес зеленомошный	– Буротаежные, средне-оподзоленные
– 901–925 м	+ В	– 5–80	+ 101–120	– Пихтово-еловый лес разнотравно-зеленомошный	+ Буротаежные, слабо-оподзоленные
+ 926–950 м	+ ЮВ	+ 9–120	+ 121–140	+ Пихтово-еловый лес мелкопапоротниково-разнотравный	– Буротаежные, иллювиально-гумусовые сильно-оподзоленные
+ 951–975	+ 3	– 17–20	+ 141–160	– Пихтово-еловый лес вейниково-разнотравный	– Буротаежные иллювиально-гумусовые средне-оподзоленные
+ 976–1000	– СЗ	– 21–24	+ 161–180	+ Пихтово-еловый лес мохово-брусничный	+ Буротаежные, иллювиально-гумусовые слабо-оподзоленные

Примечание. (+) – наиболее типичные типы местообитаний, типы леса, типы почв, на которых выявлены участки леса с сухим или усыхающим древостоем; (0) – не типичные ситуации (усохший древостой встречается редко); (–) – отсутствие массового усыхания древостоя.

наиболее чувствительны. Есть основание считать, что вся территория, занятая ельниками, неоднородна с точки зрения условий возникновения очагов усыхания, и эта неоднородность отражает разную степень устойчивости пихтово-еловых лесов при изменении климата в сторону потепления.

В пределах исследуемого стационарного участка «Верховья реки Большая Уссурка» отмечаются участки сухостойного леса различной давности усыхания древостоя, от одного года до 10 и более лет. В очаге много деревьев, особенно в первом ярусе древостоев, практически лишенных вершины и ветвей. На этих участках, в зависимости от времени усыхания лес становится более разновозрастным. Заметна приуроченность наиболее интенсивных очагов усыхания древостоя к перестойным насаждениям разнотравно-мелкопапоротниковых и кустарниково-разнотравных ельников, произрастающих в средних и нижних частях склонов западных и юго-западных экспозиций.

Выводы:

- интенсивным усыханием древостоев охвачен самый продуктивный комплекс темнохвойных лесов Приморского края – пихтово-еловые леса плато и горных склонов;
- очаги усыхания встречаются и в долинных пихтово-еловых лесах, что позволяет считать, что не только дефицит почвенной влаги является причиной деградации и распада древостоев;
- нет оснований считать, что первопричиной усыхания ельников является естественное отмирание деревьев в связи с их «перестойностью», так как количественная сопряженность усыхания ельников со средним возрастом древостоев (возраст-

ной стадией развития) соизмерима с другими факторами среды;

– наиболее высокие коэффициенты связи процесса усыхания древостоя наблюдаются с типами леса, и особенно, с ельниками мелкопапоротниково-разнотравными, характер распределения которых по территории стационара, во многом и определяет куртинность расположения очагов;

– для пихтово-еловых лесов лимитирующими факторами являются тепло- и влагообеспеченность, и особенно первый фактор. Площади усохших древостоев и интенсивность усыхания возрастает с севера на юг, от более оптимальных условий в целом для еловой формации, к более экстремальным на юге Приморского края. Отмечается большая подверженность усыханию ельников, произрастающих на склонах южных и западных экспозиций;

– приведенные результаты исследований могут быть использованы для прогнозирования усыхания пихтово-еловых лесов в связи с изменением климата в Дальневосточном регионе. Выявленные особенности данного процесса являются основой для организации мониторинга за состоянием и динамикой пихтово-еловых лесов, для своевременных промышленных рубок ценной древесины, рубок ухода и рационального использования сухостоя;

– использование материалов аэрокосмической съемки лесной растительности и результатов стационарных исследований, создание на их основе геоинформационных систем (ГИС) с регулярно обновляемой базой данных (БД) открывает широкие перспективы для изучения лесообразовательного процесса в темнохвойных лесах Дальнего Востока.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Замолодчиков Д.Г. Потенциальные уязвимости и адаптация лесов Приморского края к изменениям климата // Вестн. ИРГСХА. 2013. № 54. С 56–63.

Кошкарёв А.В., Майорова Л.А., Петропавловский Б.С. Методы мониторинга усыхающих пихтово-еловых лесов верховий реки Большая Уссурка // Прикладные аспекты программы «Человек и биосфера». М., 1983. С. 181–195.

Кульбак С. Теория информации и статистики. М.: Наука, 1967. 408 с.

Любарский Л.В., Соловьев К.П. Явление усыхания ельников // Леса Дальнего Востока. М.: Лесная промышленность, 1969. С. 127–131.

Майорова Л.А., Петропавловский Б.С. Пихтово-еловые леса Приморского края (эколого-географический анализ). Владивосток: Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, 2017. 164 с.

Манько Ю.И., Гладкова Г.А. Усыхание ели в свете глобального ухудшения темнохвойных лесов. Владивосток: Дальнаука, 2001. 228 с.

Петропавловский Б.С. Оценка состояния пихтово-еловых лесов Среднего Сихотэ-Алиня // Методы оценки состояния природной среды. Владивосток: ДВО РАН, 1987. С. 88–98.

Пузаченко Ю.Г., Мошкин А.В. Информационно-логический анализ в медико-географических исследованиях // Итоги науки. Медицинская география. М., 1969. Вып. 3. С. 5–74.

Семкин Б.И., Петропавловский Б.С., Кошкарёв А.В., Варченко Л.И., Усольцева Л.А. О методе многомерного анализа соотношения растительности с экологическими факторами // Ботан. журн. 1986. Т. 71. № 9. С. 1167–1981.

Bouxin G. Ordination and classification in the upland Rugege forest (Rwanda, Central Africa) // Vegetatio. 1976. Вып. 32. № 2. Р. 97–115.

MacArthur R.H. Geographical ecology. Patterns in distribution of species. N.Y.: Harper and Row, 1972. 269 p.

Поступила в редакцию 05.03.2018

После доработки 02.10.2018

Принята к публикации 08.10.2018

V.F. Maksimova¹, L.A. Mayorova², B.S. Petropavlovskiy³MAIN ENVIRONMENTAL FACTORS INFLUENCING
THE DRYING OF THE FAR EAST FIR-SPRUCE FORESTS

Potentials of predicting fir-spruce forests (fir groves) drying in the Middle Sikhote-Alin Mountains are demonstrated. The quantitative relations between the leading ecological factors and the foci of fir-spruce forests drying were defined using the multivariate analysis of correlation of vegetation with ecological factors of the environment. It will allow well-timed estimating of the scope and intensity of fir-spruce forests drying in the Far East.

Key words: forest formation, Far East, fir groves, forest type, drying of forest stands, ecological factors of the environment

REFERENCES

- Bouxin G.* Ordination and classification in the upland Rugege forest (Rwanda, Central Africa) // *Vegetatio*. 1976. V. 32. № 2. P. 97–115.
- Koshkaryov A.V., Mayorova L.A., Petropavlovskiy B.S.* Metody monitoringa usykhayushchikh pikhtovo-elovykh lesov verkhovij reki Bol'shaya Ussurka [Methods of monitoring the drying fir-spruce forests in the upper reaches of the Bolshaya Ussurka River] // *Prikladnye aspekty programmy «Chelovek i biosfera»*. M., 1983. S. 181–195 (in Russian).
- Kul'bak S.* Teoriya informatsii i statistiki. [Theory of Information and Statistics] M.: Nauka, 1967. 408 s. (in Russian).
- Lyubarskij L.V., Solov'ev K.P.* Yavlenie usykhaniya el'nikov [The phenomenon of spruce forests drying] // *Les Dal'nego Vostoka*. M.: Lesn. prom-st', 1969. S. 127–131 (in Russian).
- MacArthur R.H.* Geographical ecology. Patterns in distribution of species. N.Y.: Harper and Row, 1972. 269 p.
- Mayorova L.A., Petropavlovskiy B.S.* Pikhtovo-elovye lesa Primorskogo kraja (Ekologo-geograficheskij analiz). [Fir-spruce forests of the Primorsky Krai (Ecological and geographical analysis)] Vladivostok: Tikhookeanskij institut geografii DVO RAN, 2016. 164 s. (in Russian).
- Man'ko Yu.I., Gladkova G.A.* Usykhaniye eli v svete global'nogo ukhudsheniya temnokhvojnykh lesov. [Drying of spruce in the light of the global deterioration of dark coniferous forests]. Vladivostok: Dal'nauka, 2001. 228 s. (in Russian).
- Petropavlovskiy B.S.* Otsenka sostoyaniya pikhtovo-elovykh lesov Srednego Sikhote-Alinya [Assessment of the state of fir-spruce forests in the Middle Sikhote-Alin Mountains] // *Metody otsenki sostoyaniya prirodnoj sredy*. Vladivostok: DVO RAN, 1987. S. 88–98 (in Russian).
- Puzachenko Yu.G., Moshkin A.V.* Informatsionno-logicheskij analiz v mediko-geograficheskikh issledovaniyakh [Information-logical analysis in medical-geographical studies] // *Itogi nauki. Meditsinskaya geografiya*. M., 1969. Vyp. 3. S. 5–74 (in Russian).
- Semkin B.I., Petropavlovskiy B.S., Koshkarev A.V., Varchenko L.I., Usol'tseva L.A.* O metode mnogomernogo analiza sootnosheniya rastitel'nosti s ekologicheskimi faktorami [On the method of multivariate analysis of correlation between vegetation and environmental factors] // *Botan. zhurn.* 1986. T. 71. № 9. S. 1167–1981 (in Russian).
- Zamolodchikov D.G.* Potentsialnye uyazvimosti i adaptatsiya lesov Primorskogo kraja k izmeneniyam klimata [Potential vulnerabilities and adaptation of forests of the Primorsky Krai to climate changes] // *Vestnik IrGSKhA – Bulletin of IrGSKhA*, 2013. № 54. P. 56–63 (in Russian).

Received 05.03.2018

Revised 02.10.2018

Accepted 08.10.2018

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Biogeography, Associate Professor, PhD. in Geography

² Federal State Budgetary Institution of Science Pacific Institute of Geography of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Vladivostok; Research Scientist, PhD. in Biology; *e-mail*: mayorova.49@inbox.ru

³ Federal State Budgetary Institution of Science Botanical Garden-Institute of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Vladivostok; Chief Research Scientist, D.Sc. in Biology; *e-mail*: petrop5@mail.ru

УДК 911. 327.8

В.Д. Нечаев¹, И.А. Чихарев², А.А. Ирхин³, Д.В. Маковская⁴

КОНЦЕПЦИЯ ГЕОСТРАТЕГИЧЕСКОГО АТЛАСА БОЛЬШОГО СРЕДИЗЕМНОМОРЬЯ

Представлен исследовательский проект «Геостратегический атлас Большого Средиземноморья», посвященный исторической и политической географии макрорегиона, включающего в себя Средиземное, Черное и Азовское моря, граничащие с ним государства и прилегающие территории. Обращено внимание на кризис «Евросредиземноморской» парадигмы в исследовании макрорегиона, причинами которого стала «Арабская весна», кризисы внутри Европейского союза, а также «Русская весна» – возвращение Российской Федерации в регион после воссоединения Крыма и Севастополя с Россией, развертывания Сирийской операции. Данные обстоятельства требуют разработки качественно новой концепции макрорегиона как большого пространства, связывающего ряд регионов – Единую Европу, Средиземноморье, Ближний Восток – с Дальним Востоком, Южной Азией, Северной Евразией. В подобном соединении роль России является ключевой. На основе предложенной Фернаном Броделем методологии изучения процессов «большой длительности», критической геополитики, а также концептов «мягкой силы» и «умной силы» участники проекта принимают широкомасштабное историко-географическое исследование, картографируя геоморфологическое строение и историю региона. В результате формируется новая концепция макрорегиона как особого коммуникативного пространства, призванного сбалансировать процессы глобализации и обеспечить устойчивое мировое развитие.

Ключевые слова: Средиземноморье, Европейское Средиземноморье, «большие пространства», «большая длительность», геополитика, глобализация

Введение. Масштабное и динамичное расширение присутствия России в Черноморско-Средиземноморском регионе после событий «Русской весны» 2014 г., воссоединения Крыма и Севастополя с Российской Федерацией, последующие события – операция военно-космических сил России в Сирии, реализация крупных инфраструктурных проектов (прежде всего – открытие Крымского моста), а также задачи разработки стратегии России в данном регионе потребовали актуализации и обновления «базы знаний» о нем, его качественно новой репрезентации в отечественной и мировой политической географии. На решение этой научной задачи направлен проект «Геостратегический атлас Большого Средиземноморья», реализуемый Севастопольским государственным университетом в коллаборации с Лабораторией комплексного картографирования географического факультета МГУ, учеными из НИУ-ВШЭ (М.В. Ильин), Института географии РАН (В.А. Колосов), Крымского федерального университета и др.

Существовавшие в советское время подходы и представления об этом регионе основывались на геополитических реалиях периода «холодной войны», на межцивилизационные конфликты накладывались идеологические противоречия и связанные с ними

клише, применялась марксистская методология. При этом в советской военно-политической стратегии и в географии присутствовало целостное представление о регионе Средиземноморья [Арбатова, 1990; Пархалина, 1989]. Геостратегически оно подкреплялось действиями в Средиземном море и далеко за его пределами (вплоть до западной Атлантики) 5-й Средиземноморской эскадры ВМС СССР. Но постсоветский период и до недавнего времени Средиземноморье исследовалось на субрегиональном уровне (Восточное, Западное Средиземноморье и т. п.) или же «распределялось» по принадлежности к соответствующим академическим институтам – Востоковедения, Европы. Собственно, «евроцентричный» взгляд на Средиземноморье остается доминирующим в период с 1990-х по сегодняшний день [Gillespie, Volpi, 2018]. Появился политико-географический термин «Евросредиземноморье» (Euro-Mediterranean), который описывает регион с точки зрения сотрудничества государств Европейского союза со странами Северной Африки, Ближнего Востока [Marks, 1996]. Интересно отметить, что с учетом отнесения к сфере влияния стран-кандидатов в ЕС и государств, охваченных «политикой соседства», единственным (!) государством Черноморско-Средиземноморского бассейна, не относя-

¹ ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», профессор, докт. политических н., профессор, ректор; e-mail: info@sevsu.ru

² ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», Институт общественных наук и международных отношений, доцент, канд. политических н., директор; e-mail: ichikharev@yandex.ru

³ ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», Институт общественных наук и международных отношений, доцент, докт. политических н., зам. директора; e-mail: alex.irhin@mail.ru

⁴ ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», НОЦ «Международные политические исследования Большого Средиземноморья», канд. политических н., вед. науч. с.; e-mail: 76mdvl@mail.ru

щимся к «Евросредиземноморью», остается Россия. Эта ситуация легко объяснима с точки зрения геополитических реалий 1990–2000-х гг.: в этот период времени США были сосредоточены на «форматировании» Большого Ближнего Востока, а Евросоюз постепенно развертывал экономическую и гуманитарную экспансию; одновременно Россия постепенно сдавала позиции в регионе. Международники, политические географы, регионоведы были вынужденно ограничены «евросредиземноморским подходом».

При этом нельзя не отметить, что как в рамках «евросредиземноморской парадигмы», так и за ее пределами появлялись весьма интересные научные исследования, такие как проект Института Европы РАН и Института стратегических оценок и анализа «Средиземноморье–Черноморье–Каспий»: между Большой Европой и Большим Ближним Востоком» [Шмелев с соавт., 2006]. Отметим макрорегиональный и даже «метарегиональный» подход объединенных данным проектом ученых, точно определенную ими логику формирования в конце XX – начале XXI века новых «больших пространств» – Большого Среднего Востока (БСВ) и «Большой Европы». Под ней подразумевается макрорегион Европейского союза – на тот момент «самого конструктивного в истории международных отношений и до сих пор очень успешного проекта европейской интеграции» [Шмелев с соавт., 2006]. Новые «большие пространства», несмотря на все отличия по инструментарию гуманитарно-интервенционистского проекта БСВ от гуманитарно-технологического Евросредиземноморского проекта, работали в одной логике и были призваны «перекрыть» постбиполярные разломы в Европе, на Ближнем Востоке, в Северной Африке – а в итоге переформатировать пространство под деятельность новых успешных игроков евроатлантического мира – США и ЕС. Очевидно, что в таком политико-географическом, геополитическом и геостратегическом ландшафтах не находилось места России, которая стремительно теряла влияние на Ближнем Востоке, не могла решать приоритетные геополитические проблемы на Балканах, реализовывать стратегические геоэкономические проекты. Однако американский и европейский проекты «больших пространств» к концу первого–началу второго десятилетия XXI в. оказались в кризисе: США столкнулись с проблемами в Ираке, Иране, Сирии; реализацию проектов Союза для Средиземноморья существенным образом затормозили мировой финансово-экономический кризис, последовавшая за ним «Арабская весна» и внутренние проблемы в ЕС, в частности – выход Великобритании из Союза [Gozzi, 2018]. Таким образом, к 2014 г. в целом сложились геополитические предпосылки для прорыва, а затем и планомерного вхождения России в Средиземноморский регион. В обозначенной нами логике это актуализирует научную задачу новой политико-географической концептуализации региона и его многомерного исследования на основе методов современной политической географии и геополитики.

Даже кратко очерченная в настоящем вступительном разделе динамика региональных процессов, заставляет говорить также о важности историко-географического исследования макрорегиона Причерноморья и Средиземноморья. В условиях многочисленных споров о границах, статусе и топонимике государств и территорий Черноморско-Средиземноморского бассейна – Крыма, непризнанных государств на территории Грузии, Молдавии, Украины, Палестины и Израиля, Каталонии и др., насущной научной задачей является историко-географическая реконструкция макрорегиона.

Отдельным и особо значимым для нас является вопрос места и роли России, Русской цивилизации, Русского мира в Средиземноморье. В силу исторических причин, роль Крыма и Севастополя, Причерноморья и Средиземноморья в развитии российской государственности и ответное влияние России на макрорегион в последние три десятилетия практически не рассматривались. Следствием явились грубые искажения истории со стороны новейших интерпретаторов.

Методология и материал исследования. Концепт «Большое Средиземноморье» очевидно отсылает к французской исторической школе «Анналов» и исследованиям французского историка и исторического географа Фернана Броделя. Помимо самого концепта и всестороннего исследования обозначенного им макрорегиона, Бродель является основоположником методологии историко-географического исследования, в основе которого лежит различение трех типов социального времени – эпизодического, конъюнктурного и «времени большой длительности» («большого» или «исторического времени») [Бродель, 1977]. Именно в большом времени разворачивается его историко-политическая география Большого Средиземноморья. На основе методологии «исторической длительности» Бродель выделяет этот макрорегион как целостность, несмотря на все климатические, цивилизационные и геополитические различия.

В развитии концепции французского ученого И. Валлерстайн выдвигает категорию «пространственно-временных реальностей», в котором каждому типу времени сопоставляет соответствующий пространственный масштаб. В результате он предлагает концепты, обладающие значительным эвристическим потенциалом – 1 – «эпизодическое геополитическое время-пространство», 2 – «циклическо-идеологическое время-пространство», 3 – «структурное время-пространство», 4 – «трансформационное время-пространство» и 5 – «вечное время-пространство». Если применить эту эвристику к макрорегиону Большого Средиземноморья, то в первом пространстве мы увидим сегодняшнюю диспозицию сил в регионе и ее ежедневную динамику, во втором – циклы доминирования различных идей и образов, десятилетиями и столетиями конструирующих регион как политико-географическое целое, в третьем – долгосрочную структурную целостность региона на протяжении тысячелетий, в пятом – гео-

морфологическую определенность данного участка планетарного пространства. В четвертом же, «трансформационном времени», происходят события вроде бы эпизодические, но определяющие формирование региона как минимум на протяжении очередного исторического цикла, а иногда и меняющие структуру и даже геоморфологию региона (например, «Черноморский потоп»). В отечественной науке эту методологию развивает концепция «геохронополитики» М.В. Ильина, где диапазонам политической темпоральности – Повседневности, Истории и Хроносу – соразмерны пространственные масштабы: месторазвитие («пространство политики в его первом и ближайшем масштабе является непосредственно обозримым»), регион («обобщенные пространства – земли, края, страны»), и, наконец, глобальный мир («планетарный масштаб человеческой ойкумены в целом») [Ильин, 1997].

Еще один методологически важный подход – разделение геополитической практики и геополитического дискурса, проведенное в рамках «критической геополитики». «Картина мира, складывающаяся в массовых представлениях в целом и отдельных социальных групп в частности, сильно отличается от реальной. В наш век бурного развития средств массовой коммуникации представления о мире заменяют сам мир. Геополитическое пространство не только в сознании рядовых граждан, но и профессиональных политиков обычно состоит из сформированных коллективным и индивидуальным опытом символов и мифов» [Колосов, 2003].

На этой основе происходит изменение понимания сущности геополитики, в фокусе ее внимания оказывается не столько реальное географическое пространство и борьба за него, но репрезентации пространства. «Постмодерная геополитика, которую, вероятно, следует интерпретировать как метагеополитику или геополитологию, должна иметь дело с виртуальными геополитическими ансамблями образов, рассматриваемыми в качестве поля действия определенных геополитических сил», – утверждает Д.Н. Замятин [2004]. В этом отношении для политической науки принципиально отличать постмодернистскую игру воображения и позитивное научное исследование политико-географических образов. Позитивный способ изучения, по мнению В.А. Колосова, может быть осуществлен методами ментального и когнитивного картографирования, сравнительно-географическими и статистическими методами, контент-анализом [Колосов, 2004]. Неудивительно, что этот подход дал в последнее время надежные и признанные за рубежом результаты [Колосов, О'Локлин, 2008].

Наконец, в последнее время появляется качественно новая модификация геополитического и политико-географического знания, которую можно обозначить как исследование собственно политического пространства, возникновение которых Замятин описывает следующим образом: «Классическая геополитика (в трудах Мэхэна, Маккиндера, Челлена, Хаусхофера) использует языковые стратегии

первого уровня, связанные с артикулированием и интерпретацией элементов географической карты. Географическая карта выступает языком геополитики, и любая геополитическая концепция складывается из карты и письменного текста, накладываемого на картографические изображения и составляющего их специфическую оболочку. На втором уровне происходит отделение языка геополитики от его картографической основы и непосредственное манипулирование географическими концептами с целью построения автономных геополитических образов. На третьем уровне формирование геополитических образов осуществляется в специфической языковой среде, где географические названия и/или понятия играют роль маркеров, кодов», которые, с точки зрения исследователя, формируют «особую образно-геополитическую карту, имевшую мало общего с традиционной географической» [Замятин, 2001]. Интересно, что, говоря о третьем уровне, исследователь ставит в один ряд понятия и географические названия. Это весьма характерно для современных политико-пространственных исследований, в которых совмещаются пространство политики (например, географическое) и политическое пространство.

Категория политического пространства до сих пор концептуально проработана слабо. Позволим себе утверждать, что география представляет собой пространство политики, но не политическое пространство. Последнее, на наш взгляд, более корректно было бы понимать как распределение власти, силовых возможностей субъектов политики. Это распределение лишь воплощается в физическом пространстве, в географии. Другое дело, что на протяжении значительного отрезка мировой истории те или иные конфигурации сил достаточно устойчиво воспроизводились, порождая иллюзию вневременного характера принципов геополитики. Но объяснение заключается в том, что однажды закрепленная в пространстве власть приобретает это пространство в качестве дополнительного ресурса. Можно предположить, что хронополитике могла бы соответствовать «хорополитика», рассматриваемая как концептуальная проработка политического пространства, исследующая распределение не геомассы, но специальных политических ресурсов или власти, понимаемой не как концентрация материальных ресурсов, но как «идеократическая» способность их мобилизовать.

Фернан Бродель определяет макрорегион следующим образом: «Средиземноморье, рассматриваемое согласно запросам истории, должно быть обширной зоной, которую следует равномерно продолжать во всех направлениях на большое расстояние от морских побережий. По прихоти нашего воображения оно уподобляется силовому полю, магнитному или электрическому, или, проще говоря, световому источнику, яркость излучения которого по мере удаления от него слабеет, но это не дает нам возможности раз и навсегда провести линию разграничения между светом и тенью» [Бродель, 2002].

Это определение позволяет зафиксировать три важных для нашей методологии тезиса. Во-первых, Большое Средиземноморье (БС) не является исключительно «бассейновым» феноменом – оно приобретает качество «большого пространства» только тогда, когда «подключается» к коммуникативным процессам, характерным для морских сред (торговым, транспортным, военным), – значительные континентальные пространства. Так, во введении мы кратко очертили евроатлантический проект Большого Средиземноморья, призванный включить БС в атлантический проект глобализации. В Древнем мире в качестве подобных проектов можно рассматривать Персидскую империю, Римскую империю, империю Александра Македонского и т. д. Во-вторых, конкретно-исторические параметры региона задаются протяженностью силового поля. Если Бродель здесь приводит аналогии с магнитным или электрическим полем, то опираясь на современную теорию мировой политики эти понятия можно интерпретировать и даже операционализировать в терминах военно-стратегической и политической мощи, «мягкой» и «умной» силы [Чихарев, Столетов, 2015]. Макрорегион в историческом диапазоне формируется как проекция силовых возможностей и стратегического видения ведущих держав и взаимное наложение таких проекций. Таким образом и очерчиваются границы ключевых политических проектов в регионе и его общие контуры. В-третьих, во времени большой длительности Большое Средиземноморье охватывает циклы великих империй и мироустроительных идей, «вырастает» над ними и бытует как «центральная цивилизация» [Wilkinson, 1987], то есть геоморфологически и географически детерминированная ключевая зона мирового развития.

Результаты и обсуждение. На основе данных методологических установок в ряде историко-географических и политико-географических очерков Большое Средиземноморье было рассмотрено в различных временных и пространственных масштабах в разные исторические периоды. Такой подход можно признать экспериментальным, но данный опыт позволил прийти к некоторым научным результатам и наметить дальнейшую исследовательскую программу.

М.В. Ильиным был предложен панорамный взгляд на геохронополитику БС – начиная с геоморфологии макрорегиона и заканчивая планом «освоить новую роль древнего ядра Центральной цивилизации в глобальных связях с дальневосточной и южно-азиатской цивилизациями вдоль восточного гребня Средиземноморского шва, Старого Света с Новым» [Ильин, 2018].

А.П. Кабаченко и М.А. Матросов помимо масштабного историко-географического исследования Большого Средиземноморья от первых поселений до XIV в., предложили, начиная с Саргона Древнего, выделять в истории макрорегиона циклы сис-

тематизации и дискретности отношений между народами. Завоевательные походы царя Аккада и Шумера в XXIII в. до нашей эры рассматриваются исследователями как одна из первых попыток имперской «систематизации» Средиземноморья [Кабаченко, Матросов, 2018]. Д.В. Маковская, исследуя Большое Средиземноморье XV–XVIII вв., использует методологию Броделя и, рассматривая данный период в рамках «конъюнктурной истории», обращает особое внимание на Крым и Российское государство в макрорегионе и приходит к выводу, что «в Большом Средиземноморье в течение XV–XVIII вв. формировалась современная историко-геополитическая конфигурация мира ... заложены основы ключевых противоречий в регионе, имеющие проекцию на современность, сформированы основы цивилизационного противостояния православной, англо-саксонской и восточной (тюркской) цивилизаций» [Маковская, 2018].

В этом же пространственно-временном диапазоне, но уже в период 1783–2014 гг. Россию и Большое Средиземноморье исследуют А.А. Ирхин и Л.П. Нелина, ставя проблему «возрождения большого российского пространства», которая «сводится в итоге к конкуренции на постсоветском пространстве интеграционных проектов» [Ирхин, Нелина, 2018].

Ряд других очерков выполнен в ином пространственно-временном диапазоне. А.П. Кабаченко и В.В. Коваленко рассматривают историю Крымского и Севастопольского месторазвития с первобытных времен до наших дней [Кабаченко, Коваленко, 2018], показывая роль субрегиона как «перекрестка» перемещений народов в различные периоды истории. Специальные очерки посвящены событиям «Русской весны» и Сирийскому кризису [Мартынкин, Каннах, 2018] как важнейшим точкам трансформационного времени в современной истории Большого Средиземноморья.

Таким образом, на сегодня в рамках проекта реализована историко-географическая часть, в ближайшее время планируется перейти к исследованию современной геополитической и геоэкономической структуры макрорегиона, насыщению атласа большими массивами статистических данных.

С картографической⁵ точки зрения Геоэкономический атлас Большого Средиземноморья является уникальным продуктом. Объект картографирования как генетически единое социально-культурное территориальное образование столь значительных размеров не имеет аналогов в российской картографии. Это заставляет решать комплекс задач как технического, так и содержательного значения.

Выбор математической основы и масштабного ряда карт должен обеспечивать отображение кардинально разных по своим размерам и формам территорий в привычных для пользователей атласа

⁵ Карты доступны на сайте проекта по адресу: rusrimland.ru

пропорциях с учетом стандартизации типоразмеров. Создание картографических основ осложнялось требованием возможности дальнейшей модернизации продукта в многофункциональный геоинформационный сервис, аккумулирующий разнообразные знания о регионе Большого Средиземноморья.

Междисциплинарный характер – отличительная черта атласа, позволяющая применять системный подход при использовании материалов пользователями, также выдвигает повышенные требования к содержанию картографических произведений и принципам картографического отображения. Важнейшей задачей являлось соблюдение принципа единства территории. При выборе способов отображения максимальное внимание акцентировалось на связи между исследуемыми объектами и явлениями, характеризующими регион исследования как единую социально-культурную систему в различные периоды ее исторического развития.

Неотъемлемым условием при составлении атласа является единство принципов составления и оформления карт. Карты атласа составлены в соответствии с принципами классической отечественной картографии, с использованием приемов и методик современного картографического дизайна.

Произведение имеет синтетический характер, зачастую не характерный для исторических карт, в картах максимально просто и понятно выделены основные историко-политические факторы развития региона. Таким образом, можно говорить, что атлас обладает потенциалом стать полноценной картографической моделью единого региона Большого Средиземноморья, возможной к трансформации в полнофункциональную геоинформационную модель.

С учетом перспективы развития атласа в полифункциональную динамическую геоинформационную модель необходимы дальнейшие исследования по следующим направлениям:

Серия карт 1. Границы Большого Средиземноморья и степень их «средиземноморскости».

Границы Большого Средиземноморья по разным критериям:

а) природно-климатическим (по январской изотерме 0 градусов, бассейнов стока, распространению средиземноморского климата, рубежам максимального оледенения, зоны распространения лиственных лесов, средиземноморской сосны, виноградников, олив, маков и т. п.); синтез этих карт;

б) культурно-историческим (этнолингвистическим прежде и ныне, распространению романских городов, сети дорог Древнего Рима, античных памятников – греческих, римских, арабских; средиземноморского образа жизни, средиземноморской кухни и т. п.);

в) социально-экономическим (доле туризма и средиземноморских продуктов в экспорте и др.);

г) политическим (участию в экономических и военно-политических организациях, размещению иностранных военно-морских, авиационных и других баз; вовлеченности в международные конфликты; степени контроля государственной территории).

Степень «средиземноморскости» каждой страны по доле территории, тяготеющей к Средиземноморью, в территории, населении, ВРП и по другим параметрам.

Серия карт 2. Факторы интеграции и фрагментации Большого Средиземноморья.

Фрагментация:

1) Разрыв между Севером и Югом в ретроспективе (темпы роста населения и занятости, ВВП и доходы на душу населения по паритету покупательной способности; обеспеченность общественными услугами и т. д.); асимметрия экономического развития (страны, в которых экономика развивается опережающими темпами по сравнению со среднемировым, и отстающие от среднемировых); центр и периферия по доле в экспорте продукции с высокой добавленной стоимостью.

2) Различные темпы и степень урбанизации; миграционные потоки Север – Юг и наиболее важные – между отдельными странами; миграционный кризис 2015–2016 гг. (масштабы перемещения населения, концентрация мигрантов, распределение квот на прием беженцев в ЕС и степень выполнения обязательств разными странами и т. п.). Важнейшие диаспоры.

3) Цивилизационные платформы и зоны их контакта (компиляция). Зоны конфликтов и их нынешнее состояние (локализация, длительность, основные акторы; фаза, численность жертв по данным Института мира).

Интеграция:

4) Система расселения: размещение крупных городов (с населением свыше 100 тыс. или 250 тыс. жителей); темпы естественного прироста (убыли) населения, общая динамика его численности в сравнении, плотность.

5) Функциональная взаимозависимость: доли взаимной торговли во внешнеторговом товарообороте каждой страны региона; прямые инвестиции и их происхождение, в том числе взаимные; крупнейшие морские порты (грузооборот и другие параметры); постоянные судоходные линии; авиационные хабы (пассажирооборот); скоростные и иные соответствующие современным требованиям железнодорожные магистрали, взаимные поставки первичных энергоносителей (нефти, газа, электроэнергии); важнейшие нефте- и газопроводы.

6) Интеграционные группировки и политические институты. Наследие империй (язык, культура ...) и динамика числа политий в регионе (по частям света: Европа, Азия, Африка, а также в Черноморском регионе). Города-побратимы.

7) Важнейшие университеты – 200 из рейтинга первой тысячи. Другие доступные показатели по университетам.

Выводы

В результате данного опыта очерчивания политической и исторической географии Большого Средиземноморья удалось определить данный концепт с учетом современных реалий, методов политической географии и геополитики, построить ряд инновационных исторических карт региона.

Сформулированы следующие выводы:

- большое Средиземноморье определяется как макрорегион, имеющий общую геоморфологическую основу, обладающий центральным значением в истории цивилизаций и современном мировом развитии;
- учитывая, что регион Большого Средиземноморья с геоморфологической, географической и цивилизационной точек зрения представляет собой систему связей и коммуникаций, качество «большого пространства» придает данному региону объединение коммуникативных возможностей собственно Средиземноморско-Черноморского морского бассейна с другими регионами Евразии и Нового Света – по линиям Север–Юг и Запад–Восток;
- роль современной России в макрорегионе связана с обеспечением единства большого простран-

ства (безопасности, коммуникаций) от Дальнего Востока и Южной Азии через Каспий и Черное море – к Средиземноморью и Атлантике;

- в стратегической перспективе необходимо обеспечить роль России как ведущей региональной державы, что требует, помимо наращивания военно-стратегического и экономического потенциала, приращения знаний о регионе, «больших данных» для создания геоинформационных и навигационных систем нового поколения;

– в исторической перспективе формирование единого пространства безопасности, управляемости и развития в Большом Средиземноморье может позволить сбалансировать различные векторы глобализационных процессов и перейти к устойчивой модели глобального развития.

Благодарности. Проект реализуется в рамках Программы развития федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Севастопольский государственный университет» на 2016–2025 годы, утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации 19 декабря 2015 года № 2627.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Арбатова Н.К. Средиземноморье: проблемы безопасности. М.: Наука, 1990.

Бродель Ф. История и общественные науки. Историческая длительность // *Философия и методология истории*. М., 1977.

Бродель Ф. Средиземноморье и средиземноморский мир во времена Филиппа II // *Языки славянской культуры*. М., 2002.

Валлерстайн И. Изобретение реальностей времени-пространства: к пониманию наших исторических систем // *Время мира: Альманах современных исследований по теоретической истории, макросоциологии, геополитике, анализу мировых систем и цивилизаций*. Вып. 2: Структуры истории. Новосибирск, 2001.

Замятин Д.Н. Российские политики мирового развития: образы и их интерпретации // *Полис*. 2004. № 4. С. 107.

Ильин М.В. Геохронополитика – соединение времен и пространств // *Вестн. МГУ. Сер. 12. Политические науки*. 1997. № 2.

Ильин М.В. Большое Средиземноморье: развитие во времени и пространстве. Севастополь: Изд-во СевГУ, 2018. rusrimland.ru

Ирхин А.А., Нелина Л.П. Россия и Большое Средиземноморье 1783–1920 гг.: от присоединения Крыма к России до эвакуации белой элиты из Севастополя. Севастополь: Изд-во СевГУ, 2018. rusrimland.ru

Ирхин А.А., Нелина Л.П. Россия и Большое Средиземноморье (1920–2014 гг.) Севастополь: Изд-во СевГУ, 2018. rusrimland.ru

Кабаченко А.П., Коваленко В.В., Матросов М.А. История севастопольского и крымского месторазвития с первобытных времен до наших дней. Севастополь: Изд-во СевГУ, 2018. rusrimland.ru

Кабаченко А.П., Матросов М.А. История Большого Средиземноморья: от первых поселений до X века. Севастополь: Изд-во СевГУ, 2018. rusrimland.ru

Кабаченко А.П., Матросов М.А. История Большого Средиземноморья в X–XV вв. Севастополь: Изд-во СевГУ, 2018. rusrimland.ru

Колосов В.А., О'Локлин Дж. Социально-территориальная динамика и этнические отношения на Северном Кавказе // *Полис*. 2008. № 4.

Маковская Д.В. Большое Средиземноморье в начале XV – второй половине XVIII в. Севастополь: Изд-во СевГУ, 2018. rusrimland.ru

Мартынкин А.В., Каннах А.М. Черноморский флот в контексте российско-сирийских отношений. Севастополь: Изд-во СевГУ, 2018. rusrimland.ru

Мир глазами россиян: мифы и внешняя политика / Отв. ред. В.А. Колосов. М.: ФОМ, 2003.

Пархалина Т.Г. (ред.) Средиземноморье: проблемы безопасности. М.: Изд-во ИНИОН РАН, 1989.

Чихарев И.А., Столетов О.В. «Мягкая сила» и «разумная сила» в современной мировой политической динамике. М.: Изд-во МГИУ, 2015.

Gillespie R., Volpi R. Routledge Handbook of Mediterranean Politics. Routledge, L., N.Y., 2018.

Gozzi G. Critical Perspectives on Euro-Mediterranean Relations after the «Arab Spring» // *International J. Political Science & Urban Studies*. 2018. № 6.

Marks J. High hopes and low motives: The new euro-mediterranean partnership initiative // *Mediterranean Politics*. 1996. V. 1. № 1.

Wilkinson D. Central Civilization // *Comparative Civilizations Review*. 1987. № 17.

Поступила в редакцию 27.08.2018

После доработки 25.09.2018

Принята к публикации 08.10.2018

V.D. Nechaev¹, I.A. Chikharev²,
A.A. Irkhin³, D.V. Makovskaya⁴

FRAMEWORK OF THE GEOSTRATEGIC ATLAS OF THE GREATER MEDITERRANEAN

The article presents a research project on historical and political geography of the Greater Mediterranean – a «macroregion» which includes Mediterranean, Black and Azov seas and surrounding areas. The author focuses on the crisis of Euro-Mediterranean paradigm in macroregional studies as a result of the Arab spring, crises in the European Union, and the Russian spring, i.e. the engagement of the Russian Federation in Mediterranean affairs after reunification of Crimea and Sevastopol with Russia and operation of Russian military forces in Syria. This challenge requires elaboration of a brand new concept of the macroregion as a «great area» linking several regions, e.g. United Europe, Mediterranean, Greater Middle East, with Far East, South Asia, and North Eurasia. The author postulates a crucial role of Russia in such linkage. Adopting Fernand Braudel's methodology of *longue duree*, critical geopolitics and chronopolitics along with the concepts of soft power and smart power, the project team undertakes a large-scale historical and geographical research, mapping the geomorphologic structure and the history of macroregion. The resulting innovative concept of Greater Mediterranean as a specific communicative area will contribute to balancing the processes of globalization and sustainable development.

Key words: Mediterranean region, Euro-Mediterranean, macroregion, great areas, long duration, geopolitics, globalization

Acknowledgements. The project is realized within the framework of the Program of development of the Federal State Autonomous Education Institution of Higher Education Sevastopol State University for 2016–2025, approved by the Order of the Government of the Russian Federation № 2627 of December 19, 2015.

REFERENCES

- Arbatova N.K. Sredizemnomorye: problemy bezopasnosti [The Mediterranean: safety issues]. M.: Nauka, 1990 (in Russian).
- Brodel F. Istoriya i obshchestvennyye nauki. Istoricheskaya dlitel'nost' [History and social sciences. Historical duration] // Filosofiya i metodologiya istorii. M., 1977 (in Russian).
- Brodel F. Sredizemnomorye i sredizemnomorskiy mir vo vremena Filippa II [The Mediterranean and the Mediterranean world in Philippe II time] // Yazyki slavyanskoy kultury. M., 2002 (in Russian).
- Chikharev I.A., Stoletov O.V. «Myagkaya sila» i «razumnaya sila» v sovremennoy mirovoy politicheskoy dinamike [«Soft power» and «smart power» in the modern world political dynamics]. M.: MGU, 2015 (in Russian).
- Gillespie R., Volpi R. Routledge Handbook of Mediterranean Politics. Routledge, L., N.Y., 2018.
- Gozzi G. Critical Perspectives on Euro-Mediterranean Relations after the «Arab Spring» // International J. Political Science & Urban Studies. 2018. № 6
- Ilin M.V. Bolshoye Sredizemnomorye: razvitiye vo vremeni i prostranstve [The Greater Mediterranean: evolution in time and space]. Sevastopol. SevGU, 2018 – rusrimland.ru (in Russian).
- Ilin M.V. Geokhronopolitika – soyedineniye vremen i prostranstv. Geochronopolitics as a linkage of epochs and regions // Vestnik MGU. Ser. 12. Politicheskiye nauki. M., 1997. № 2 (in Russian).
- Irkhin A.A., Nelina L.P. Rossiya i Bolshoye Sredizemnomorye (1920–2014 gg.) [Russia and the Greater Mediterranean (1920–2014)] Sevastopol. SevGU. 2018 – rusrimland.ru (in Russian).
- Irkhin A.A., Nelina L.P. Rossiya i Bolshoye Sredizemnomorye 1783–1920 gg.: ot prisoyedineniya Kryma k Rossii do evakuatsii beloy elity iz Sevastopolya [Russia and the Greater Mediterranean (1783–1920): from the accession of Crimea to Russia till the evacuation of «white elite» from Sevastopol]. Sevastopol. SevGU. 2018 – rusrimland.ru (in Russian).
- Kabachenko A.P., Kovalenko V.V., Matrosov M.A. Istoriya sevastopolskogo i krymskogo mestorazvitiya s pervobytnykh vremen do nashikh dney [History of Sevastopol and Crimea development place from the prehistoric time till the present days]. Sevastopol. SevGU. 2018 – rusrimland.ru (in Russian).
- Kabachenko A.P., Matrosov M.A. Istoriya Bolshogo Sredizemnomoria v X–XV vv. [History of the Greater Mediterranean during the 10–15th centuries]. Sevastopol. SevGU. 2018 – rusrimland.ru (in Russian).
- Kabachenko A.P., Matrosov M.A. Istoriya Bolshogo Sredizemnomoria: ot pervykh poseleniy do X veka [History of the Greater Mediterranean: from first settlements till the 10th century]. Sevastopol. SevGU. 2018 – rusrimland.ru (in Russian).
- Kolosov V.A. O'Loklin Dzh. Sotsialno-territorialnaya dinamika i etnicheskiye otnosheniya na Severnom Kavkaze [Social-territorial dynamics and ethnic relations in the Northern Caucasus] // Polis. M., 2008. № 4 (in Russian).
- Makovskaya D.V. Bolshoye Sredizemnomorye v nachale XV–vtoroy poloviny XVIII v. [The Greater Mediterranean in the

¹ Sevastopol State University, Professor, Rector of the University, D.Sc. in Political Sciences; e-mail: info@sevsu.ru

² Sevastopol State University, Institute of Social Sciences and International Relations, Director of the Institute, Associate Professor, PhD. in Political Sciences; e-mail: ichikharev@yandex.ru

³ Sevastopol State University, Institute of Social Sciences and International Relations, Deputy Director of the Institute, Associate Professor, D.Sc. in Political Sciences; e-mail: alex.irhin@mail.ru

⁴ Sevastopol State University, Scientific and Educational Center for International Political Studies of the Large Mediterranean, Leading Research Scientist, PhD. in Political Sciences; e-mail: 76mdvl@mail.ru

beginning of the 15th – the second half of the 18th century] Sevastopol. SevGU. 2018 – rusrimland.ru (in Russian).

Marks J. High hopes and low motives: The new euro-mediterranean partnership initiative // *Mediterranean Politics*. 1996. V. 1. № 1 (in Russian).

Martynkin A.V., Kannakh A.M. Chernomorskiy flot v kontekste rossiysko-siriyskikh otnosheniy [The Black Sea fleet in the context of Russia-Syria relations]. Sevastopol. SevGU. 2018 – rusrimland.ru (in Russian).

Mir glazami rossiyan: mify i vneshnyaya politika [The world through the Russians' eyes: myths and foreign policy] / *Otv. red. V.A. Kolosov* M.: FOM, 2003. (in Russian).

Parkhalina T.G. (red.) Sredizemnomorye: problemy bezopasnosti [The Mediterranean: safety issues]. M.: INION RAN, 1989 (in Russian).

Vallerstayn I. Izobreteniya realnostey vremeni-prostranstva: k ponimaniyu nashikh istoricheskikh sistem [Invention of time-space realities: to the understanding of our historic systems] // *Vremya mira: Almanakh sovremennykh issledovaniy po teoreticheskoy istorii, makrosotsiologii, geopolitike. analizu mirovykh sistem i tsivilizatsiy*. Vyp. 2: Struktury istorii. Novosibirsk. 2001 (in Russian).

Wilkinson D. Central Civilization // *Comparative Civilizations Review*. 1987. № 17.

Zamyatin D.N. Rossiyskiye politiki razvitiya: obrazy i ikh interpretatsii [Russian politicians of the global change: images and their interpretations] // *Polis*. M. 2004. № 4. S. 107 (in Russian).

Received 27.08.2018

Revised 25.09.2018

Accepted 08.10.2018

УДК 911.9:338.45:620.91(100)

К.С. Дегтярев¹

ПОТЕНЦИАЛ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В РЕСПУБЛИКЕ КАЛМЫКИЯ

Республика Калмыкия является аграрным, малонаселенным регионом с комплексом требующих решения инфраструктурных и социально-экономических проблем, включая проблемы энергообеспечения. Нуждается в актуализации регионального планирования развития современных природно-хозяйственных систем с учетом территориальной организации объектов диверсифицированной энергетики и рационального использования возобновляемых природных энергоресурсов. Рассмотрены вопросы оптимизации регионального планирования Калмыкии с выявлением экономико-географической типологии и перспективной территориальной схемы развития энергетики на основе возобновляемых сетевых и распределенных источников энергии.

Ключевые слова: экономико-географическое районирование, сельское хозяйство, возобновляемые источники энергии, Калмыкия

Введение. В постсоветское время в России наблюдается рост интереса к энергетике, основанной на возобновляемых источниках энергии (ВИЭ), в рамках общемирового тренда. В настоящее время Россию можно отнести к странам с фрагментированным комплексом солнечной энергетики – геотермальным и фотовольтаическим [Акимова, 2015], в котором представлены отдельные технологические звенья производства и потребления энергии с перспективой наращивания новых мощностей. В то же время, тенденции развития энергетики на ВИЭ носят неоднозначный характер [Andersen, 2013], и актуальной задачей является поиск оптимальных экологических и экономических ниш для развития энергетики на основе ВИЭ.

Калмыкия относится к регионам России, где до сих пор не исследовались вопросы регионального планирования природно-хозяйственных комплексов с использованием возобновляемых ресурсов энергии. При этом существует определенный зарубежный опыт развития энергетики на основе ВИЭ на сходных территориях [Jayawardena, 2012; Mongolia, 2014].

Наиболее перспективная географическая ниша для развития энергетики на основе ВИЭ – сельские территории с небольшой плотностью населения, испытывающие трудности с «традиционным» сетевым энергообеспечением при избыточном валовом потенциале ВИЭ. Географическая специфика, определяющая высокий потенциал ВИЭ, становится предпосылкой формирования инновационного экономического факторного пространства [Березкин с соавт., 2013], учитывая инновационный характер возобновляемой энергетики как направления экономического развития, и создания территориальной природно-хозяйственной системы (ТПХС) [Бабурин, 2011, 2012], каркасом которой могут стать объекты распределенной генерации энергии на основе ВИЭ. При оценке предпосылок

развития возобновляемой энергетики в Калмыкии ключевым является комплекс экономико-географических факторов, поскольку валовый потенциал ВИЭ достаточен для многократного удовлетворения потребностей в энергии. При средней величине поступающей солнечной радиации около 1000 кВтч/м² в год, потенциал солнечной энергии составляет, при площади Калмыкии, равной 75 тыс. км², около 75 трлн кВтч, что примерно в 22 000 раз превосходит общий объем потребления энергоресурсов в Республике Калмыкия (3,3 млрд кВтч). Валовый потенциал ветряной энергии Калмыкии оценивается в величину более 8 трлн кВтч [Безруких, 2007]. Использование даже 0,1% всего теоретического потенциала ВИЭ в Калмыкии означает выработку энергии в объеме, сопоставимом со всем производством и потреблением энергии в России. При этом географический потенциал, связанный с возможностями пространственного размещения объектов генерации, также избыточен, поскольку Калмыкия отличается низкой плотностью населения и инфраструктуры. Препятствия развитию энергетики на основе ВИЭ в Калмыкии могут носить экономический, рыночный, технологический характер, а также могут быть связаны с правовыми, организационными, информационными и другими не природными факторами.

Материалы и методы. В основе работы лежит экономико-географический анализ. Использован картографический метод, экономико-географическая типология Калмыкии и схема размещения объектов генерации на основе ВИЭ, представленная в виде карты. Источниками информации являются статистические данные, материалы исследований Калмыкии в предыдущие годы, собственные полевые наблюдения, данные и оценки экспертов.

Результаты исследований и их обсуждение. Территория Калмыкии отличается низкой плотностью и преобладанием сельского населения и неболь-

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, научно-исследовательская лаборатория возобновляемых источников энергии, науч. с., e-mail: kir1111@rambler.ru

ших населенных пунктов. Сельское хозяйство – основа экономики республики. Калмыкия может быть разделена на 5 экономико-географических районов [Борликов, 2000; Дегтярев, 2015]:

I – Запад (г. Элиста, Городовиковский, Яшалтинский, Приютненский, Целинный районы);

II – Центр (Кетченеровский, Юстинский, Яшкульский, Черноземельский районы);

III – Восток (Лаганский район);

IV – Север (Сарпинский, Малодербетовский, Октябрьский районы);

V – Юг (Ики-Бурульский район).

Они различаются по ряду ключевых физико-географических и экономико-географических параметров (рис. 1, табл. 1).

Для расчета параметров, включая информацию по площади, населению, показателям сельского хозяйства районов, энергопотребления, использовались данные Росстата [Управление Федеральной службы государственной статистики, http://astrastat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/astrastat/ru/statistics/kalmStat/]

Различия между районами, как природного, так и хозяйственного характера, определяют и предпосылки развития энергетики.

Запад физико-географически привязан к возвышенностям Ергени и Ставропольской. Отличается сравнительно благоприятными природными условиями – в Городовиковском и Яшалтинском районах годовое количество осадков достигает 400–500 мм. Является наиболее густонаселенным и урбанизированным, с развитой транспортной инфраструктурой. В сельском хозяйстве доминирует растениеводство, прежде всего – производство зерновых, при сравнительно слабом развитии животноводства.

Центр расположен на Прикаспийской низменности. Это территория с наибольшей континентальностью климата, минимальным количеством осадков, максимальными различиями суточных и сезонных температур и наибольшим количеством часов с солнечным сиянием в году. Это наименее плотно заселенная территория Калмыкии с наиболее дисперсным населением. Сельское хозяйство представ-

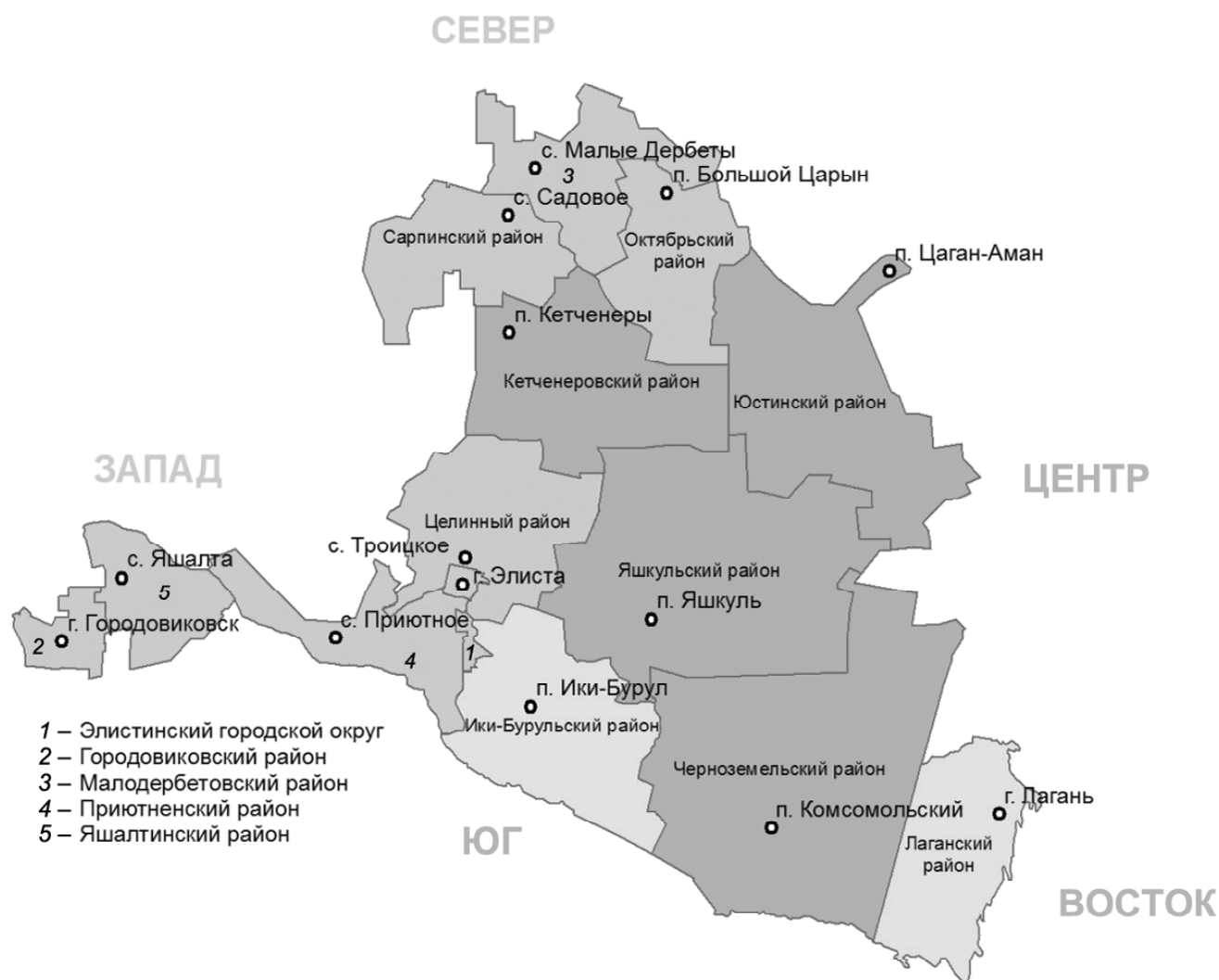


Рис.1. Экономико-географическое районирование Республики Калмыкия

Fig.1. Economical-geographic zoning of the Republic of Kalmykia

Таблица 1

Различия между экономико-географическими районами Калмыкии по ключевым параметрам развития

Показатель	Район					
	Элиста	Запад*	Центр	Восток	Север	Юг
Площадь, тыс. км ²	0,2	11,8	40,5	4,7	11,1	6,4
Население, тыс. чел. (на начало 2016 г.)	108,6	62,8	47,0	18,5	31,2	10,6
Средняя плотность населения, чел./ км ²	543,0	5,3	1,2	3,9	2,8	1,6
Число населенных пунктов	5	88	93	6	39	28
Среднее число жителей в населенном пункте, чел.	21 720	714	506	3 090	800	377
Доля населения, живущая в крупных (1000 и более чел.) населенных пунктах, %	99,4	68,8	54,5	93,3	67,5	36,8
Среднее расстояние между населенными пунктами, км	6,3	11,6	20,9	28,0	16,9	15,1
Плотность наземной транспортной сети, км/1000 км	542	77	36	72	53	52
Сбор зерновых на душу населения, кг (на 01.01.2017)	18	5 103	20	18	2 950	7 976
Поголовье КРС на душу населения, гол. (на 01.03.2017)	0,02	1,5	4,2	0,9	3,0	6,1
Поголовье овец и коз на душу населения, гол. (на 01.03.2017)	0,1	5,7	32,1	5,9	7,7	20,2

* Без учета муниципального округа Элисты.

лено развитым животноводством при почти полном отсутствии растениеводства.

Восток географически и хозяйственно привязан к побережью Каспийского моря. Это территория с наименее развитым сельским хозяйством, минимальными душевыми показателями развития растениеводства и животноводства.

Север отличается благоприятными природно-климатическими условиями и, как следствие, комплексно развитым сельским хозяйством, включающим как растениеводство, так и животноводство.

Юг привязан к наиболее возвышенной части Ергеней. Лидирует одновременно по душевым показателям растениеводства и животноводства.

При анализе районов с точки зрения ВИЭ и перспектив развития энергетики на их основе отметим два разных направления – большая сетевая и малая автономная энергетика.

В первом случае выделяется энергетический узел в районе Элисты, где уже планируются и осуществляются проекты строительства ветропарков и солнечных фотовольтаических станций. Кроме того, узлы меньшего масштаба возможны в окрестностях городов Лагань и Городовиковск – также в силу сочетания благоприятных природных и инфраструктурных условий.

В качестве перспективных районов для развития малой автономной энергетики на ВИЭ, следует рассматривать все сельские территории Калмыкии. Для выделения более благоприятных районов мы используем сравнительные показатели.

Району присваиваются показатели в баллах: 1, 2 или 3 балла, где 1 – наименее, 3 – наиболее благоприятные для Калмыкии предпосылки развития малой автономной энергетики на ВИЭ.

Отдельно рассматриваются физико-географические и экономико-географические предпосылки. Первые определяются величиной валового (природ-

ного) потенциала ВИЭ – солнечной, ветровой и биоэнергии. Отнесение биоэнергии к природному потенциалу является условным, поскольку он связан с сельским хозяйством.

Потенциал солнечной энергии определяется широтным положением районов. Калмыкия расположена в пределах 45–48 °с. ш. С севера на юг среднегодовая норма солнечной радиации, приходящей на земную поверхность, меняется примерно от 3,4 до 3,9 кВтч/м² в сутки (от 1351 до 1424 кВтч/м² в год), а разница между среднесуточным поступлением в наиболее и наименее солнечный месяц – примерно с 8 до 6 раз [Стребков, 2015].

Определение валового потенциала ветроэнергетики является более сложной задачей. Здесь мы можем ориентироваться только на результаты метеонаблюдений в отдельных точках. Среднегодовые скорости ветра выше (более 5 м/с на высотах 7–12 м) на возвышенностях и в прибрежных районах – в точках наблюдения Элисте, Городовиковске и Лагани. В остальных пунктах они находятся в диапазоне 4,2–4,7 м/с [Справочник по климату СССР, 1990].

Расчет валового ветроэнергетического потенциала, исходя из скорости ветра – в свою очередь, отдельная и сложная задача. В общем случае энергия ветра пропорциональна кубу его скорости и на единицу площади может быть рассчитана по формуле:

$$W_b = 1/40 \times \rho T \times S \times \sum_{i=1}^n v_i^3 \times t_i,$$

где: ρ – плотность воздуха, кг/м³; $T = 8700$ – число часов в году; S – площадь территории, м²; v_i – среднесуточная скорость ветра в диапазоне i , м/сек; t_i – вероятность нахождения скорости в диапазоне i [Безруких, 2007].

При некоторых упрощениях – если плотность воздуха принимается в качестве стандартной и рав-

ной 1,265 кг/м², а изменчивость скорости ветра в течение года не учитывается, мы получаем энергию ветра при скорости 5 м/с, равную 34 392 Втч (34,4 кВтч)/м² в год; при скорости 4,5 м/с – 25 072 Втч (25,1 кВтч)/м² в год.

Для оценки предпосылок биоэнергетики мы используем рассчитанную ранее [Дегтярев с соавт., 2015] величину валового биоэнергетического потенциала, связанного с отходами растениеводства и животноводства. Он меняется от 4 до 14 т. у. т./км² (от 0,03 до 0,11 кВтч/м² в год) по районам.

По каждому источнику энергии району присваивается определенный балл, которые далее суммируются. Хотя все величины могут быть выражены в одних единицах (кВтч), потенциалы разных источников не сводимы к одному в силу нестабильности каждого отдельно взятого энергоносителя. Они способны не заменять, а взаимно дополнять друг друга. Таким образом, максимальный интегральный балл получает район с максимальными значениями по каждому источнику энергии. Интегральный балл физико-географических предпосылок максимален для Юга и Запада, имеет средние значения для остальных районов (табл. 2).

При оценке экономико-географических предпосылок ключевыми показателями являются показатели расселения: количество небольших населенных пунктов – с населением менее 200 человек, средняя численность населения в населенном пункте и расстояние между населенными пунктами.

Выполненные нами оценочные расчеты показывают, что прямая экономическая эффективность малой автономной энергетики на ВИЭ достигается для объектов с населением менее 100–200 человек и удаленных на 10–20 км и более от других населенных пунктов и узлов распределительной электроэнергетической сети [Соловьев, Дегтярев, Залиханов, 2017]. Средний показатель энергопотребления в таком поселке составляет около 1200 кВтч на душу населения.

Рассмотрим два варианта энергообеспечения поселка: 1 – модернизацию (прокладку) ЛЭП протяженностью 20 км; 2 – создание автономной генерации на основе ВИЭ.

В первом случае прокладывается ЛЭП, стоимость которой, исходя из затрат в 1–2 млн руб./км [Сборник ..., 2012], составит 10–40 млн рублей.

Объем потребления электроэнергии в поселке численностью 100–200 человек составляет 120–240 тыс. кВтч в год. Для выработки такого количества энергии потребуется 100–200 кВт установленной мощности ВИЭ (солнечных панелей и ветрогенераторов). Исходя из средней стоимости в 150 тыс. рублей/1кВт, общие инвестиционные затраты составят 15–30 млн рублей. Затраты в данном случае оказываются сопоставимыми уже на инвестиционной стадии.

Данная стоимость автономной системы ВИЭ приведена на основе анализа сведений из разных источников, включая информацию Администратора торговой системы НП Совет Рынка о проектах ВИЭ, прошедших конкурсный отбор [Результаты... <http://www.atsenergo.ru/vie/proresults>], информацию поставщиков оборудования – ветрогенераторов, солнечных модулей, систем в сборе [Телеком-СТВ, http://www.telstv.ru/?page=ru_solar_modules, Рязанский завод, <http://www.rmcip.ru/solarcells/category/id/23>, Ветряные электростанции, <https://moskva.tiu.ru/Vetrogenerator, EDS Group, http://energy-ds.ru/catalog/generating/vetrogenerator.html>], экспертные оценки.

Выводенная стоимость электроэнергии из автономных возобновляемых источников (levelized cost of energy, LCOE) в данном случае составит в интервале 20 лет, без учета операционных затрат и дисконтирования, 6,25 руб./кВтч (производство электроэнергии за 20 лет составит 2,4–4,8 млн кВтч, инвестиционные затраты – 15–30 млн руб.; искомая величина получается в результате деления второго показателя на первый).

В свою очередь, LCOE в варианте прокладки ЛЭП, рассчитанные по той же схеме (объем инвестиций 10–40 млн рублей, потребление электроэнергии за 20 лет 2,4–4,8 млн кВтч), составят от 2,8 до 16,67 руб./кВтч.

Сравнение рисков и степени надежности источников затруднено из-за различной природы рисков. В случае с автономной системой ВИЭ риски связа-

Таблица 2

Сравнительная благоприятность физико-географических предпосылок развития малой автономной энергетики на основе ВИЭ по экономико-географическим районам Калмыкии

Экономико-географический район	Солнечная энергия		Ветряная энергия			Биоэнергия			Средний балл (с точностью до целочисленных значений)
	кВтч/м ² в год	балл	м/с	кВтч/м ² в год	балл	кг у.т./м ² в год	кВтч/м ² в год	балл	
Запад	1 351	2	5,0	34,4	3	0,014	0,112	3	3
Центр		2	4,5	25,1	2	0,008	0,063	2	2
Восток	1 424	3	5,0	34,4	3	0,004	0,032	1	2
Север	1 278	2	4,5	25,1	2	0,009	0,074	2	2
Юг	1 424	3	5,0	34,4	3	0,010	0,083	2	3

ны с недостаточной стабильностью самих источников энергии, что требует установки резервных генерирующих мощностей (например, дизельного генератора), покрывающих часть потребностей в энергии. В случае с прокладкой ЛЭП риски связаны с возможными проблемами в работе распределительной системы. В частности, одна из проблем, с которой часто сталкивается Калмыкия и регионы со сходными условиями – экстремальные погодные явления (сильные ветры, гололед), ведущие к авариям в сети. Другая группа рисков для потребителей энергии при сетевом снабжении связана с ценами на нее, которые не контролируются потребителями и имеют тенденцию к росту. В данном случае независимость от внешних сетевых источников энергии становится дополнительным преимуществом.

Для менее крупных и более удаленных объектов – отдельных животноводческих точек и хозяйств, включая домохозяйства, числом 30–50 тысяч, преимущества автономного энергоснабжения еще более очевидны, но, на данном этапе не представляется возможным учесть их и включить в расчеты и схемы.

Среднюю численность населения в населенном пункте и среднее расстояние между населенными пунктами по районам мы увязываем в соотношение L/P , представляющее собой интегральную характеристику, где L – среднее расстояние между населенными пунктами, P – средняя численность населения в населенном пункте (табл. 3).

В данном случае районами с наиболее благоприятными предпосылками оказываются Центр и Юг.

Суммируя средний физико-географический и средний экономико-географический баллы по районам, выводим интегральный балл (табл. 4). В итоге максимальной степенью благоприятности предпосылок развития малой автономной энергетики на ВИЭ выделяется Юг, в несколько меньшей степени – Запад и Центр. Следует добавить, что степень благоприятности можно рассматривать с двух позиций:

1 – абсолютного объема мощностей автономных генерирующих мощностей, которые могут быть установлены в данном районе, в абсолютном исчислении (кВт, МВт);

2 – доли, которую автономные генерирующие мощности на основе ВИЭ могут составить в энергобалансе района.

Интегральный балл учитывает, по возможности, обе эти позиции одновременно.

Перспективная схема объектов генерации энергии. На основе проведенного выше районирования и расчетов предлагается схема территориального размещения потенциальных энергетических узлов сетевой и распределенной энергетики на возобновляемых энергоресурсах (рис. 2). Она включает:

– три потенциальных крупных энергетических узла развития «большой» сетевой энергетики – Элиста, Городовиковск и Лагерь;

– населенные пункты с населением менее 200 человек, где наиболее перспективным представляется создание малых автономных мощностей на основе ВИЭ.

Из расчетов и схемы следует, что в качестве первоочередных объектов предпроектных изыска-

Таблица 3

Сравнительная благоприятность экономико-географических предпосылок развития малой автономной энергетики на основе ВИЭ по экономико-географическим районам Калмыкии

Экономико-географический район	Количество населенных пунктов с населением менее 200 чел.	Балл	Среднее расстояние между населенными пунктами, км, L	Среднее число жителей в населенном пункте, чел., P	L/P	Балл	Средний балл (округленный до целых)
Запад (без Элисты)	47	3	11,6	0,714	16,2	1	2
Центр	58	3	20,9	0,506	41,3	3	3
Восток	0	1	28,0	3,090	9,1	1	1
Север	16	1	16,9	0,800	21,1	2	2
Юг	21	2	15,1	0,377	40,1	3	3

Таблица 4

Предпосылки развития малой автономной энергетики по районам Калмыкии, интегральная величина

Экономико-географический район	Средний физико-географический балл	Средний экономико-географический балл	Средний интегральный балл	Степень перспективности
Запад (без Элисты)	3	2	2,5	Высокая
Центр	2	3	2,5	Высокая
Восток	2	1	1,5	Минимальная
Север	2	2	2,0	Средняя
Юг	3	3	3,0	Максимальная

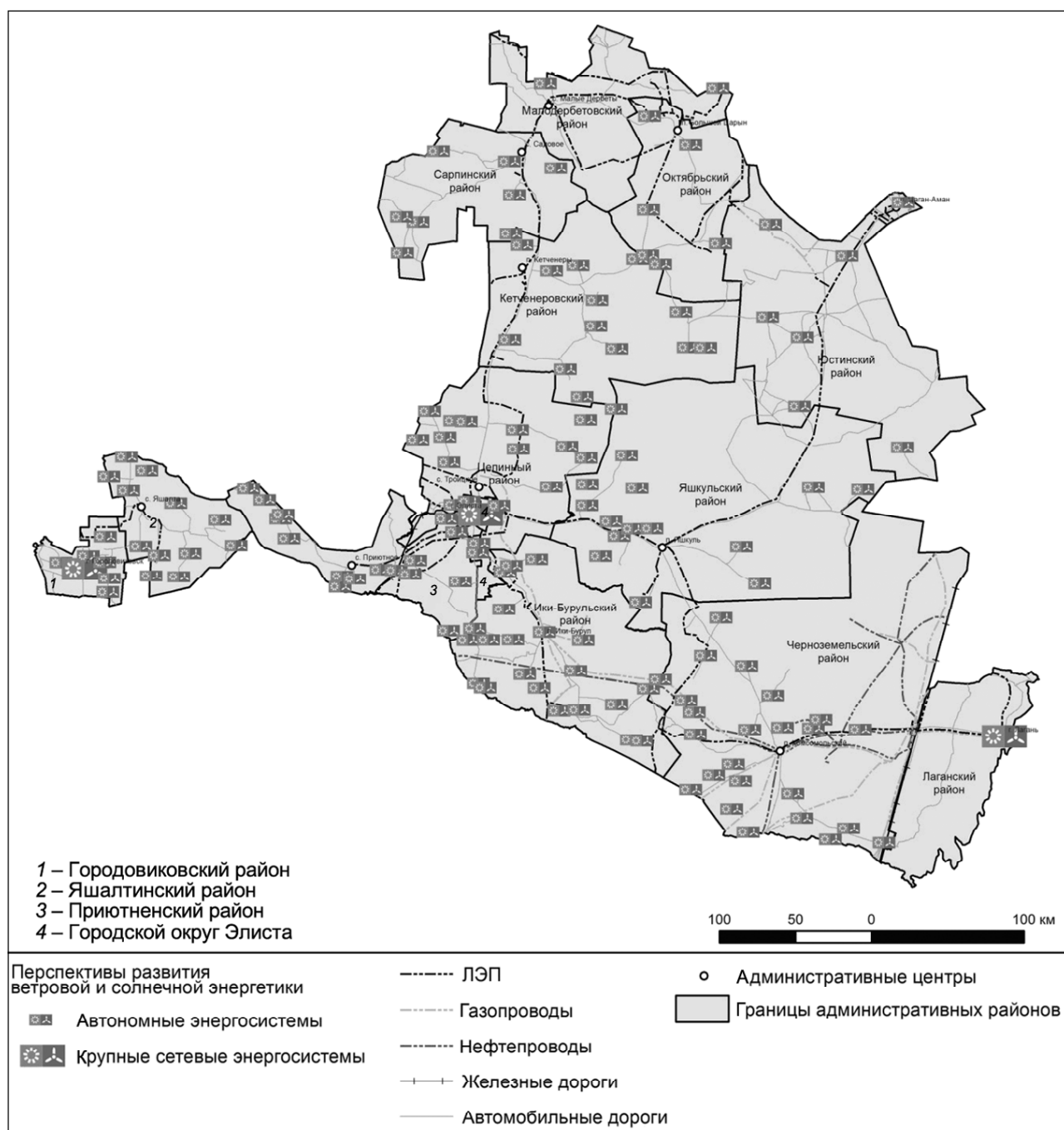


Рис. 2. Перспективная схема развития и размещения объектов генерации энергии на ВИЭ

Fig. 2. Prospective plan of development and location of renewable energy generating capacities in Kalmykia

ний и возможной реализации проектов малой автономной энергетики на основе ВИЭ целесообразно выбрать Юг, либо Целинный район на Западе, Черноземельский в Центре и также Юг.

Выводы:

– с точки зрения комплекса географических предпосылок Республика Калмыкия является одной из наиболее перспективных на территории России географических ниш для развития энергетики на основе ВИЭ. Калмыкия может быть разделена на 5 экономико-географических районов (Запад, Центр, Восток, Север, Юг), каждый из которых отличается своей спецификой, в том числе, с точки зрения

перспектив энергетики на ВИЭ различных направлений и форматов;

– два основных формата развития энергетики на основе ВИЭ в Калмыкии – крупная сетевая и малая автономная энергетика на ВИЭ;

– предварительные расчеты демонстрируют прямой экономический эффект установки малых автономных генерирующих мощностей при определенных параметрах, которым соответствует большая часть населенных пунктов и хозяйств Калмыкии;

– территориальная схема размещения генерирующих мощностей на основе ВИЭ включает:

– три потенциальных энергоузла, включающих крупные сетевые ВЭС, СЭС и биоэнергетические станции в окрестностях крупных населенных пунктов с благоприятной спецификой географического положения – Элисты (основной узел), Городовиковска и Лагани;

– ряд объектов малой автономной генерации, привязанных к небольшим населенным пунктам.

– Юг и некоторые части Запада и Центра могут рассматриваться в качестве пилотных территорий при продвижении программ развития малой автономной энергетики на ВИЭ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Акимов В.В. Типология стран по уровню развития солнечной энергетики // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2015. № 4. С. 89–95.

Бабури В.Л. Двупространственная модель территориальной организации общества // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2011. № 1. С. 3–8.

Бабури В.Л. Развитие территориальных природно-хозяйственных систем как основы экономики // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2012. № 5. С. 5–12.

Безруких П.П. и др. Справочник по ресурсам возобновляемых источников энергии России (показатели по территориям). М.: ИАЦ Энергия, 2007. 272 с.

Березкин М.Ю., Синюгин О.А., Соловьев А.А. География инноваций в сфере традиционной и возобновляемой энергетик мира // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2013. № 1. С. 28–32.

Борликов Г.М., Лачко О.А., Бакинова Т.И. Экология. Природопользование аридных территорий. Ростов-на-Дону: Изд-во СКНЦ ВШ, 2000. 84 с.

Дегтярев К.С. Социально-экономические и экономико-географические аспекты развития малой автономной энергетики на возобновляемых источниках в Республике Калмыкия // Промышленная энергетика. 2015. № 6. С. 57–61.

Дегтярев К.С., Андреев Т.И., Березкин М.Ю. и др. Оценка биоэнергетического потенциала сельского хозяйства Республики Калмыкия по районам // Экология России: на пути к инновациям. Астрахань, 2015. Вып. 12. С. 184–196.

Сборник «Укрупненные стоимостные показатели линий электропередачи и подстанций напряжением 35–1150 кВ» 324 тм – т 1 для электросетевых объектов ОАО «ФСК ЕЭС». Дата введения: 09.07.2012.

Соловьев А.А., Дегтярев К.С., Залиханов А.М. Оценка потенциала и предпосылок развития возобновляемой малой автономной энергетики на сельских территориях Калмыкии // Вестник аграрной науки Дона. 2017. № 2(38). С. 23–31.

Справочник по климату СССР. Л.: Гидрометеониздат, 1990. Вып. 13. Ч. III. С. 98.

Стребков Д.С. Физические основы солнечной энергетики. М.: Изд-во ФГБНУ ВИЭСХ, 2015. 160 с.

Andersen Otto. Unintended consequences of renewable energy problems to be solved. Springer-Verlag London, 2013.

Jayawardena Migara S. et al. Capturing the sun in the land of the blue sky. Providing portable solar power to nomadic herders in Mongolia // The World Bank. December 2012.

Mongolia development impacts of solar-powered electricity services // The World Bank Asia Sustainable and Alternative Energy Program. January 2014.

Электронные ресурсы:

Ветряные электростанции в Москве [Электронный ресурс]: URL: <https://moskva.tiu.ru/Vetrogeneratory> (дата обращения 03.04.2018).

Результаты отборов проектов // Администратор торговой системы НП Совет Рынка [Электронный ресурс]: URL: <http://www.atsenergo.ru/vie/proresults> (дата обращения 03.04.2018).

Рязанский завод металлокерамических приборов [Электронный ресурс]: URL: <http://www.rmcip.ru/solarcells/category/id/23> (дата обращения 03.04.2018).

Телеком-СТВ [Электронный ресурс]: URL: http://www.telstv.ru/?page=ru_solar_modules (дата обращения 03.04.2018).

Управление Федеральной службы государственной статистики по Астраханской области и Республике Калмыкия [Электронный ресурс]: URL: http://astrastat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/astrastat/ru/statistics/kalmStat/ (дата обращения 03.04.2018).

EDS Group [Электронный ресурс]: URL: <http://energy-ds.ru/catalog/generating/vetrogeneratory.html> (дата обращения 03.04.2018).

Поступила в редакцию 13.12.2017

После доработки 20.07.2018

Принята к публикации 08.10.2018

K.S. Degtyarev¹

POTENTIAL OF RENEWABLE ENERGY SOURCES IN THE REPUBLIC OF KALMYKIA

The Republic of Kalmykia is an agricultural and sparsely populated region with a number of infrastructure and socio-economic problems to be solved, including the energy supply. It requires the up-to-date regional planning of modern natural-economic systems with account of the territorial structure of diversified energy generating objects and the management of renewable energy resources. The article considers the issues of regional planning in Kalmykia suggesting the economic-geographic typology and prospect of development of both centralized and distributed renewable energy sources.

Key words: economic-geography zoning, agriculture, renewable energy sources, Kalmykia

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Research Laboratory for Renewable Energy Sources, Research Scientist; e-mail: kir1111@rambler.ru

REFERENCES

- Akimova V.V.* Tipologiya stran po urovnyu razvitiya solnechnoj ehnergetiki [Typology of countries in terms of the level of solar power development] // Vestnik Mosk. un-ta. Ser. 5. Geografiya. 2015. № 4. S. 89–95. (in Russian).
- Andersen Otto.* Unintended consequences of renewable energy. problems to be solved. Springer-Verlag London, 2013.
- Baburin V.L.* Dvuprostranstvennaya model' territorial'noj organizacii obshchestva [Bi-spatial model of the territorial organization of society] // Vestnik Mosk. un-ta. Ser. 5. Geografiya. 2011. № 1. S. 3–8 (in Russian).
- Baburin V.L.* Razvitie territorial'nyh prirodno-hozyajstvennyh sistem kak osnovy ehkonomiki [Development of social-economic systems as a basis of economies] // Vestnik Mosk. un-ta. Ser. 5. Geografiya. 2012. № 5. S. 5–12 (in Russian).
- Beryozkin M.Yu., Sinyugin O.A., Solov'ev A.A.* Geografiya innovacij v sfere tradicionnoj i vozobnovlyajemyh ehnergetik mira [Geography of innovations in the sphere of traditional and renewable energy sectors in the world] // Vestnik Mosk. un-ta. Ser. 5. Geografiya. 2013. № 1. S. 28–32 (in Russian).
- Bezrukih P.P. i dr.* Spravochnik po resursam vozobnovlyajemyh istochnikov ehnergii Rossii (pokazateli po territorijam) [Reference book on the resources of renewable energy sources in Russia (territorial indicators)]. M.: IAC EHnergiya, 2007. 272 s. (in Russian).
- Borlikov G.M., Lachko O.A., Bakinova T.I.* Ekologiya. Prirodopol'zovanie aridnyh territorij [Ecology. Nature management of arid territories]. Rostov-na-Donu: SKNC VSH, 2000. 84 s. (in Russian).
- Degtyarev K.S.* Social'no-ekonomicheskie i ekonomiko-geograficheskie aspekty razvitiya maloj avtonomnoj ehnergetiki na vozobnovlyajemyh istochnikah v Respublike Kalmykiya [Social-economic and economic-geographic aspects of the development of small autonomous power production based on renewable energy sources in the Republic of Kalmykiya] // Promyshlennaya energetika. 2015. № 6. S. 57–61 (in Russian).
- Degtyarev K.S., Andreenko T.I., Beryozkin M.Yu. i dr.* Ocenka bioehnergeticheskogo potenciala sel'skogo hozyajstva Respubliki Kalmykiya po rajonom [Assessment of the bioenergy potential of agriculture by the districts of the Republic of Kalmykiya] // Ehkologiya Rossii: na puti k innovacijam. Astrahan', 2015. Vyp. 12. S. 184–196 (in Russian).
- Jayawardena Migara S. et al.* Capturing the sun in the land of the blue sky. Providing portable solar power to nomadic herders in Mongolia // The World Bank. December 2012.
- Mongolia development impacts of solar-powered electricity services // The World Bank Asia Sustainable and Alternative Energy Program. January 2014.
- Sbornik «Ukрупnyonnye stoimostnye pokazateli linij ehlektroperedachi i podstancij napryazheniem 35–1150 kV» 324 tm – t1 dlya ehlektrosetevykh ob'ektov OAO «FSK EEHS» [Consolidated indices of electric power transmission lines and electric substations with 35–1150 kV voltage » 324 tm – t1 for electrical grid facilities of the OAO FSK EEHS]. Data vvedeniya: 09.07.2012 (in Russian).
- Solov'ev A.A., Degtyarev K.S., Zalihanov A.M.* Ocenka potenciala i predposylok razvitiya vozobnovlyajemyh maloj avtonomnoj ehnergetiki na sel'skih territorijah Kalmykii [Assessment of potential and preconditions of the small autonomous renewable energy development in rural areas of Kalmykiya] // Vestnik agrarnoj nauki Dona. 2017. № 2(38). S. 23–31 (in Russian).
- Spravochnik po klimatu SSSR [Reference book on the climate of the USSR]. L.: Gidrometeoizdat, 1990. Vyp. 13. Ch. III. S. 98 (in Russian).
- Strebkov D.S.* Fizicheskie osnovy solnechnoj ehnergetiki [Physical bases of the solar power]. M.: FGBNU VIEHSKH, 2015. 160 s. (in Russian).
- Web sources:*
- Vetryanye ehlektrostantsii v Moskve [Wind power stations in Moscow] [EHlektronnyj resurs]: URL: <https://moskva.tiu.ru/Vetrogeneratory> (access date 03.04.2018) (in Russian).
- Rezul'taty otborov proektov [Results of project selection] // Administrator torgovoj sistemy NP Sovet Rynka [EHlektronnyj resurs]: URL: <http://www.atsenergo.ru/vie/proresults> (access date 03.04.2018) (in Russian).
- Ryazanskij zavod metallokeramicheskikh priborov [The Ryazan cermet devices plant] [EHlektronnyj resurs]: URL: <http://www.rmcp.ru/solarcells/category/id/23> (access date 03.04.2018) (in Russian).
- Telekom-STV [EHlektronnyj resurs]: URL: http://www.telstv.ru/?page=ru_solar_modules (access date 03.04.2018).
- Upravlenie Federal'noj sluzhby gosudarstvennoj statistiki po Astrahanskoj oblasti i Respublike Kalmykiya [Department of the Federal State Statistical Service for the Astrakhan oblast and the Republic of Kalmykiya] [EHlektronnyj resurs]: URL: http://astrastat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/astrastat/ru/statistics/kalmStat/ (access date 03.04.2018) (in Russian).
- EDS Group [EHlektronnyj resurs]: URL: <http://energy-ds.ru/catalog/generating/vetrogeneratory.html> (access date 03.04.2018).

Received 13.12.2017

Revised 20.07.2018

Accepted 08.10.2018

УДК 911.52

В.А. Боков¹, В.О. Смирнов²

О СМЫСЛАХ СПОСОБОВ ОЦЕНКИ УВЛАЖНЕНИЯ ЛАНДШАФТОВ

Рассмотрены содержание и смысл способов оценки увлажнения ландшафтов. Для оценки увлажнения используются группы показателей, имеющие разный смысл: показатели поступления влаги в ландшафт, показатели обеспеченности влагой и величины потоков влаги, покидающих ландшафт. Каждая из групп показателей имеет особый характер связи со свойствами ландшафта. Показатели первой группы могут рассматриваться в качестве причин формирования и функционирования ландшафта. Вторые и третьи в большей степени являются следствием ландшафтных процессов.

Ключевые слова: коэффициенты и индексы увлажнения, аридность, гумидность, атмосферные осадки, суммы температур, радиационный баланс, испарение, испаряемость, влажность воздуха и почвы, субъект-объектные отношения, увлажнение-процесс, увлажнение-состояние, деувлажнение, базовая оценка увлажнения

Введение. В географии и смежных науках (геоэкологии, почвоведении, биогеоценологии, лесоведении и др.) уже более столетия рассматриваются вопросы соотношения увлажнения, сухости, аридности и гумидности с ландшафтными зонами, физико-географическими процессами, условиями произрастания сельскохозяйственных культур и жизни населения, различными видами хозяйственной деятельности.

Эти вопросы интересовали еще в середине XIX века К.С. Веселовского [1857], а несколько позже А.И. Воейкова [2012] и В.В. Докучаева [1948, с. 7]. Г.Н. Высоцкий [1906] в начале XX века предложил метод количественной оценки соотношения тепла и влаги через отношение годовых сумм атмосферных осадков и испаряемости. Аналогичную схему оценки предложил А. Пенк [1910], согласно которому аридный климат характеризуется превышением испаряемости над количеством осадков, а гумидный – превышением осадков над испаряемостью. Этот способ количественной оценки увлажнения оказался очень популярным и используется в многочисленных работах по сей день. Близкий смысл имеет способ оценки увлажнения через отношение годовой величины радиационного баланса к суммам затрат тепла на испарение выпадающих осадков, предложенный М.И. Будыко [1949].

Идея большой роли соотношения тепла и влаги в формировании зональных ландшафтов легла в основу периодического закона географической зональности, сформулированного А.А. Григорьевым и М.И. Будыко [1956]. Сходную связь природных сообществ с климатическими параметрами установил Л. Холдридж [1947, 1967]. Было предложено много других моделей связи пространственного распределения ландшафтов, почв и растительности с климатическими показателями [Troll, 1951; Волобуев, 1906; Будаговский, 1962; Рябчиков, 1972; Виног-

радов, 1997; Золотокрылин, 2003; Исаченко, 2008; Черенкова, 2009]. Многочисленны работы, в которых рассматривается зависимость урожайности сельскохозяйственных культур от увлажнения [Селянинов, 1937].

Э.Г. Коломыц [2010] предложил схему расчета локальных коэффициентов увлажнения. Увлажнение как один из важнейших климатических параметров, оценивается также в медицинской географии, медицинской экологии и рекреационной географии при расчетах комфортных погод, в ландшафтной архитектуре, строительной климатологии и городском хозяйстве (оценка увлажнения стен зданий, косые дожди) [Прохоров, 1998].

В качестве показателей, учитывающих энергетический (тепловой) уровень, обычно используются радиационный баланс (R), сумма температур выше 10°C, испаряемость (E0) и др., в качестве показателей, учитывающих уровень влагообеспеченности, – компоненты водного баланса: атмосферные осадки (X), суммарное испарение (E), поверхностный и подземный сток. Наиболее часто используются такие показатели увлажнения, как уже упоминавшийся коэффициент увлажнения Высоцкого, радиационный индекс сухости (R/LX) Григорьева и Будыко, гидротермический коэффициент Селянинова, отношение испарения к испаряемости и др. А.М. Рябчиков [1972] предложил соотносить испаряемость не с осадками, а с валовым увлажнением, которое получается при вычитании из сумм осадков поверхностного стока. Большую популярность получил индекс влажности Торнтвейта [Блюттген, 1973].

Обзор способов расчета коэффициентов увлажнения и индексов аридности и гумидности дается в работах М.И. Будыко [1956], С.С. Савиной [1963], И. Блюттгена [1973], А.В. Гушли и В.С. Мезенцева [1982]. Важно выяснить, об увлажнении каких

¹ Научно-образовательный центр ноосферологии и устойчивого ноосферного развития Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского, вед. науч. с., докт. геогр. н., профессор; e-mail: vbokov@mail.ru

² Научно-образовательный центр ноосферологии и устойчивого ноосферного развития Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского, ученый секретарь, канд. геогр. н.; e-mail: svo.84@mail.ru

объектов идет речь. Говорят не только об увлажнении ландшафтов, но также суши [Шукин, 1980, с. 459; Гальцев, 1964, с. 179] и территории [Реймерс, 1990]. Иногда объект увлажнения вообще не указывается [Хромов, 1973, с. 544]. В словаре общегеографических терминов [1972, с. 90] упоминаются индексы аридности, сухости, засушливости Э. Мартонна, Г. Ланга, В. Кеппена, К. Торнтвейта для оценки увлажнения почвы, климата, местности, земель. Перечисленные объекты (суша, территория, почва, местность, земли) имеют структуру, во многом сходную с ландшафтами. Так что анализ увлажнения ландшафтов будет во многом справедлив и по отношению к этим объектам.

Основная задача работы заключается в анализе смыслов, которые присущи различным способам оценки увлажнения ландшафтных зон и отдельных составляющих ландшафтного комплекса. Произведено разделение двух основных видов увлажнения: как процесс поступления влаги в ландшафт и как состояние обеспеченности влагой ландшафта. Выявлены группы показателей, которые можно рассматривать в качестве причин формирования ландшафта, и группы показателей, которые являются следствием функционирования ландшафта. Такое разграничение представляет интерес с точки зрения эффективности мелиоративных работ.

Материал и методы исследований. Проанализировано несколько сотен работ по данной теме (в списке литературы приведено лишь 48 названий, поскольку размеры статьи ограничены принятыми в журнале правилами). На основе сравнения и логического анализа выявлены способы выбора коэффициентов увлажнения, наиболее эффективные с точки зрения установления видов увлажнения и оптимальных коэффициентов увлажнения. Использован пространственный анализ и произведена детализация водного баланса ландшафтного комплекса, что позволило более четко показать соотношение видов увлажнения и элементов ландшафтного комплекса в аспекте соотношения причин и следствий. Использован корреляционный анализ для установления степени связи увлажнения и ландшафтных характеристик.

Результаты исследований и их обсуждение. Термин «увлажнение» в словаре С.И. Ожегова [1973] связывается с поступлением влаги в объект: увлажнение – это производное от глагола «увлажнить» – делать влажным, влажнее. Приводится пример: «Дождь увлажнил землю». В специальной литературе чаще говорят об увлажнении как состоянии: высокое или низкое увлажнение соответствующего объекта или среды. Например, Н.М. Реймерс [1992] под увлажнением почвы понимает увеличение запасов влаги в почве, тогда как термин «влажность почвы» он связывает с содержанием влаги в почве. Таким образом, можно различать, по меньшей мере, два вида увлажнения: 1) увлажнение как поступление влаги в объект; 2) увлажнение как влагосодержание объекта. Это разъяснение имеет отношение к нашей теме, поскольку в географии и экологии ав-

торы часто употребляют термин увлажнение, не задумываясь над его смыслом.

Авторы [Боков, 2016] выявили многозначность понятия увлажнения ландшафтов, связанную с их полиструктурностью и многообразием субъект-объектных отношений. Задача данной статьи заключается в развитии положений, рассмотренных в этой работе: 1) многообразии объектов и субъектов как на уровне ландшафт – среда, так и внутри ландшафта определяет существование нескольких смыслов понятия «увлажнение»; 2) сложилось мнение, что увлажнение является фактором развития ландшафтов и их территориального распределения. Однако из-за многозначности понятия «увлажнение» – это представление требует уточнения; 3) для каждого субъекта требуется особый режим увлажнения, что делает использование одинаковых для них коэффициентов увлажнения нелогичным.

Представления об увлажнении, сухости, гумидности и аридности появились как результат наблюдений за состоянием растительности и животных, ощущениями и состоянием людей (жажда, дискомфорт или, наоборот, комфортное состояние), пересыханием рек или паводками, недостатком воды в домах, для промышленных предприятий и т. д. Например, аридные области характеризуются характерным набором ландшафтных процессов и явлений: отсутствием рек, засоленностью вод озер, специфическими формами рельефа, типами выветривания и рыхлых отложений, процессами эолового переноса и аккумуляции, характерными чертами вертикального почвенного профиля. Затем было понято, что оценка этих ситуаций зависит также от тепловых ресурсов. Далее стало ясно, что реакция организмов на увлажнение зависит также от плодородия почвы, химизма почвы (правило замещения).

Эти процессы, объекты и явления стали сопоставляться с коэффициентами и индексами, представляющими комбинацию двух-трех гидроклиматических показателей. С какой целью шел поиск коэффициентов увлажнения? Прежде всего, коэффициенты выполняют роль индикаторов, то есть в сокращенном виде отображают условия увлажнения. Если установление коэффициентов, отображающих условия увлажнения по совокупности процессов, происходящих в ландшафте, является прямой задачей, то расчет такого рода показателей для аналогичных ландшафтов позволяет решить обратную задачу: определить комплекс явлений и процессов, характерных для этих ландшафтов.

Важнейшее значение для оценки увлажнения имеет выбор гидроклиматических показателей. Рассмотрим структуру водного баланса ландшафта, однако не в традиционной форме, когда рассматривают водный баланс деятельной поверхности, а по отношению ко всему объему ландшафта. На рис. 1 показаны потоки влаги, входящие в ландшафт и выходящие из ландшафта, а также внутриландшафтные потоки и характеристики состояния. В самом ландшафте происходит трансформация входящих в него потоков влаги.

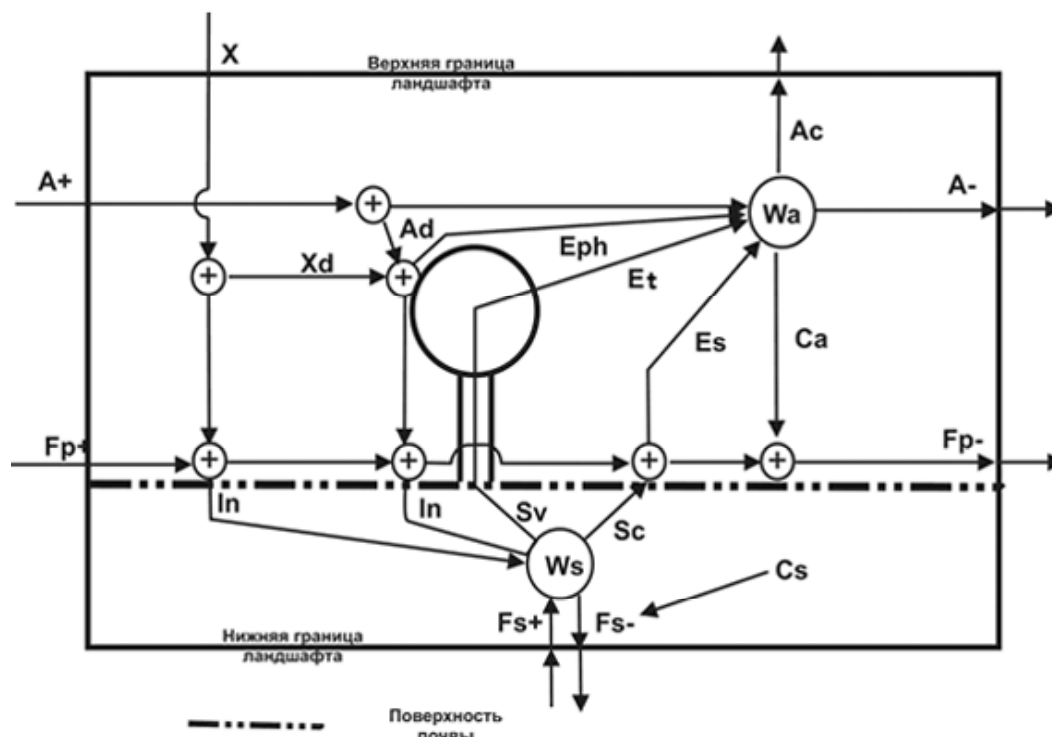


Рис. 1. Водный баланс ландшафта. Обозначения: A_+ – адвекция влаги (поступление в ландшафт); A_- – адвекция влаги (уход из ландшафта); X – атмосферные осадки; X_d – атмосферные осадки, задержанные растительностью; A_d – адвективная влага, задержанная растительностью; A_c – влага, уходящая из ландшафта через верхнюю границу (включает различные виды испарения и др.); E_{ph} – физическое испарение с поверхности растений; E_t – транспирация влаги; E_s – физическое испарение с поверхности почвы; S_c – перенос влаги по почвенным капиллярам; S_v – перенос влаги по корневым системам; F_{p+} – поверхностный сток; F_{s+} – подземный сток/приток; In – инфильтрация воды в почву; W_a – влагосодержание воздуха; W_s – влагосодержание почвы; C_a – конденсация влаги в воздухе (переход воды из парообразного состояния в жидкое, капельное); C_s – конденсация влаги в пустотах горных пород

Fig. 1. Water balance of landscape: A_+ – water advection (input into the landscape); A_- – water advection (output from the landscape); X – precipitation; X_d – precipitation hold by vegetation; A_d – advective water hold by vegetation; A_c – water leaving the landscape at its upper limit (various types of evaporation, etc.); E_{ph} – evaporation from the surface of plants; E_t – water transpiration; E_s – evaporation from the soil surface; S_c – water transfer by soil capillars; S_v – water transfer by root systems; F_{p+} – surface runoff; F_{s+} – underground runoff (input/output); In – water filtration into soil; W_a – moisture content of the air; W_s – moisture content of the soil; C_a – water condensation in the air (transfer from vapor to liquid state); C_s – water condensation in rock cavities

Степень трансформации входящих потоков зависит от разнообразных ландшафтных характеристик: уклонов поверхности, характера подстилки, вертикальной ярусности растительности, механического состава и структуры почвенного покрова и др.

Кроме вертикальных атмосферных осадков (дождь, снег, град и др.) необходимо учитывать также горизонтальные атмосферные осадки в виде росы, инея, а также влагу, улавливаемую из насыщенного влагой воздуха кронами деревьев и кустарников. Эти формы влаги нередко играют решающую роль в снабжении водой аридных районов. Так, в некоторых районах пустыни Атакама дожди не выпадают на протяжении сотен лет. Тем не менее, там обитают растения и животные, имеются людские поселения, которые используют эти виды источников воды, а также воду подземных источников. На плато Дофар (Dhofar) в Омане, располагающемся в зоне тропических пустынь, есть учас-

тки местности, где произрастают тропические леса, питающиеся влагой низких облаков и тумана. По расчетам и наблюдениям А.Ф. Полякова [2003], в горных лесах Крыма за год на кронах деревьев осадается около 300 мм (индекс A_d на рис. 1). Близкую оценку дает И.П. Ведр [2007].

Потоки влаги извне в ландшафт поступают также в виде подземного и поверхностного стока: склоновые потоки в ландшафтах локального уровня, русловые потоки в ландшафтах регионального уровня и др. Соответственно ландшафты могут и терять влагу таким же образом.

Еще одним источником влаги является конденсация в трещинах и пустотах горных пород. В Горном Крыму, например, конденсационная влага составляет от 7 до 14% годовой суммы атмосферных осадков [Подгородецкий, 1988, с. 90]. Эта влага служит важным источником пополнения речных ресурсов, особенно в летний период.

На рис. 1 не отображены некоторые другие составляющие водного баланса ландшафта, например процессы привноса и уноса снега при метелях (они очень индивидуальны для каждого участка), поступления из земных недр (они невелики в годовом исчислении, но значительны в геологическом масштабе времени).

Такая детализация составляющих водного баланса проводится в ограниченных случаях при специализированных исследованиях. Соотношение между рассмотренными величинами в разных ландшафтах (в том числе в связи с дифференциацией в мезоформах рельефа) весьма сильно различается. При этом каждый источник влаги выполняет свои функции, влияя на те или иные компоненты ландшафта. Из-за многообразия форм влаги, присутствующей в ландшафте, отображение уровня увлажнения с помощью двух-трех показателей не может быть достаточно точным.

В связи с ограниченностью объема статьи здесь не показывается структура теплового баланса ландшафтного комплекса – другой важной составляющей части оценки увлажнения. Характер прихода потоков тепла, их преобразования в ландшафте и ухода из ландшафта также имеет сложную структуру, которая не полностью отображается в уравнении теплового баланса подстилающей поверхности. Это показано в работе В.О. Смирнова [2004].

Таким образом, следует различать несколько типов увлажнения (рис. 2). Увлажнение первого типа представляет собой процесс поступления влаги в объект, ведущий к повышению влагосодержания: атмосферные осадки, влага, поступающая в ландшафт в виде поверхностного стока или подземным путем. Поступление тепла – это суммарная радиация, радиационный баланс, адвективный приток тепла. Увлажнение второго типа – это увлажнение-со-

стояние, характеризующее влагообеспеченность объекта через влажность воздуха и почвы. Для оценки влагообеспеченности необходимо также учитывать температуру воздуха и почвы, в том числе сумму температур и др. Можно также говорить о температуре и влажности коры выветривания и горных пород, но в ландшафтной географии эти показатели обычно не анализируются. Для оценки увлажнения территории, с точки зрения развития городских ландшафтов, имеет смысл учитывать также количество воды в поверхностных и подземных водотоках и водоемах.

Увлажнение первого типа (входящие потоки влаги) создают предпосылки для увлажнения второго типа (показатели состояния). Соотношение между ними зависит от состава и структуры ландшафта, которые определяют характер преобразования входящих потоков. Например, на Крымских яйлах выпадает от 800 до 1500 мм/год атмосферных осадков, из которых лишь 350–450 мм испаряется, при том, что величина испаряемости достигает там 700–800 мм/год. Остальная часть атмосферных осадков по карстовым полостям уходит в подземные горизонты, разгружается в других ландшафтах, пополняя речные воды.

Есть также группа показателей, связанных с уходом влаги и тепла за пределы объекта: испарение (разные виды), сток (разные виды), адвективный отток тепла (рис. 2). К этой же группе можно отнести испаряемость. Эти потоки являются следствием процессов, происходящих в ландшафте. Для рассматриваемого ландшафта эти уходящие потоки выполняют функции регулирования в ландшафте: посредством них как бы сбрасываются излишки влаги. Совокупность этих процессов можно назвать деувлажнением или отрицательным увлажнением.

Разграничение увлажнения первого и второго типов и деувлажнения имеет важное значение, но в географии и экологии авторы обычно не различают их: в тех показателях увлажнения, которые обычно используются для оценки увлажнения, одновременно используются как входящие и выходящие из объекта потоки влаги и тепла, так и показатели состояния.

При анализе увлажнения необходимо ответить не только на вопрос «увлажнение чего», но и на вопрос «увлажнение для чего/кого», что требует выделения субъектов оценки. Этот вопрос имеет важное значение в раскрытии сущности оценки процессов увлажнения, выявлении причинно-следственных отношений. Можно выделить следующие основные группы субъектов: растения и животные (в том числе сельскохозяйственные), человек и социумы, ландшафты (близкий смысл имеют местности, территории и земли), типы хозяйственной деятельности. В этом перечне присутствует ландшафт, который до этого рассматривался в качестве объекта увлаж-



Рис. 2. Три вида показателей увлажнения: входящие потоки, показатели состояния, выходящие потоки

Fig. 2. Three types of moistening indicators: inflows, indicators of state, outflows

нения. Это не должно удивлять, поскольку в сложных эколого-географических системах практически все их составляющие могут рассматриваться и как объекты и как субъекты в зависимости от ракурса рассмотрения.

Каждый субъект по-разному реагирует на показатели увлажнения. Для каждого субъекта требуется особый комплекс условий увлажнения с учетом суточных и внутригодовых колебаний климатических характеристик. А у растений требования к влаге различаются в зависимости от фаз вегетации. В принципе, возможности для совершенствования коэффициентов увлажнения практически безграничны: если быть точным, то следует учитывать ежедневные и даже ежечасные величины гидрометеорологических показателей, поскольку процессы в ландшафте идут непрерывно. В частности, большое значение имеет характер выпадения атмосферных осадков: морозящие осадки в летнее время в большой мере задерживаются растительным покровом и не достигают почвы, а ливневые осадки, не успевая просочиться в почву, формируют поверхностный сток.

Анализ условий увлажнения для растений и животных, особенно сельскохозяйственных, широко практикуется в многочисленных исследованиях. Эти субъекты характеризуются количественными показателями (урожайность, биомасса, продуктивность и др.), что облегчает нахождение корреляций с коэффициентами увлажнения, построение количественных моделей [Будаговский, 1972; Полевой, 1992; Муромцев, 2011]. Также отчетливыми количественными показателями характеризуются такие субъекты, как человек (и социумы) и виды хозяйственной деятельности [Селянинов, 1937; Сиротенко, 2012].

Есть ли смысл рассматривать ландшафты в качестве субъектов в системе отношений ландшафт–увлажнение? Представление об увлажнении как факторе прочно вошло в географическую литературу. Однако требуется произвести уточнение. Увлажнение первого типа (по входящим потокам) может рассматриваться в качестве фактора ландшафтных процессов, поскольку входящие потоки поступают в ландшафт извне. К тому же их фиксация может быть организована так, чтобы их величины могли рассматриваться как предшествующие анализируемым состояниям ландшафтных комплексов. Такая схема причинно-следственных отношений принята в классической науке (причина отделена от следствия и предшествует ему во времени) и широко распространена в географии. Это один из видов генетического объяснения, при котором прослеживается генетическое порождение одного явления другим. Но воздействие входящих потоков на ландшафтные явления и процессы опосредуется структурой ландшафта, трансформацией в его пределах. В результате корреляция между ними и показателями состояния размывается. Важно также подчеркнуть, что действительность еще сложнее: ландшафты оказывают некоторое влияние на внешние потоки. Например, хорошо известна зависимость величины атмос-

ферных осадков от таких характеристик ландшафта, как высота над уровнем моря, облесенность, расчлененность, полезащитное разведение, орошение и др. [Дроздов, 1963]. То есть, сам ландшафт воздействует на свое окружение, отчего выпадение осадков частично зависит от характеристик самого ландшафта.

Соотношение двух других групп показателей (увлажнение второго типа и деувлажнение) с ландшафтными процессами и явлениями носит другой характер, и увлажнение не может рассматриваться причиной. Увлажнение второго типа формируется в самом ландшафте, связано с его структурой и организацией, характером горных пород, рельефа и почвенно-растительного покрова. То есть, влаго- и теплосодержание ландшафта (определяемое по температуре и влажности воздуха и почвы или по наличию водоемов в пределах ландшафта) настолько же влияют на ландшафтные явления, насколько и испытывают обратное влияние. А говорить о том, что влаго- и теплосодержание ландшафта влияют на ландшафт в целом – это говорить примерно то же самое, что на человека воздействует его кровеносная система. Конечно, такие выражения употребляются, но все понимают их условность.

В этом взаимодействии нет реального разделения на причины и следствия. В том случае, когда нет возможности разграничения событий-причин и событий-следствий, необходимо использовать другие типы объяснений, опирающиеся не на классические сопоставления объектов, находящихся в отношениях событий «раньше–позже». Разнообразные типы объяснения в общенаучном аспекте описывает Е.П. Никитин [1970], а применительно к географии – Д. Харвей [1974]. Особое место занимают объяснения, опирающиеся на самоорганизацию: ландшафт является сложной системой, в которой фактором развития выступает взаимодействие элементов [Арманд, 2003; Поздняков, 2003]. Самоорганизация – это процесс упорядочения элементов одного уровня в системе за счет внутренних факторов без внешнего специфического воздействия. Необходимо искать в системе взаимодействующих элементов тот финал или аттрактор, который вытекает из структуры этого взаимодействия. Примером самоорганизации являются сукцессионные смены растительных сообществ, которые приводят к восстановлению нарушенного состояния, движение к климаксовому состоянию (движение к аттрактору – климаксу), формирование продольных профилей русел рек и профилей склонов. Нередко в ходе сукцессионных смен происходят процессы мезофитизации экологических условий степи.

Увлажнение третьего типа – потоки влаги и тепла из ландшафта (деувлажнение) являются следствием процессов, происходящих в нем, то есть в этом случае ландшафт является причиной, а испарение, испаряемость, сток и т. д. являются следствием.

Гораздо проще выстраивать причинно-следственные объяснения при рассмотрении отдельных составных частей ландшафтных процессов: биопро-

дуктивности, биомассы, скорости денудации, почвообразования и др. Здесь установление схемы «увлажнение как фактор, а ландшафтный процесс — следствие» оправдано в гораздо большем числе случаев. Это связано с тем, что климатические процессы (явления) более мобильны и изменчивы и в конкретных ландшафтных условиях они действительно выступают инициаторами и причинами изменений других компонентов ландшафта. Хотя при рассмотрении процессов в масштабе географической оболочки на протяжении крупных отрезков времени, климат формируется в не меньшей степени другими элементами географической оболочки, чем наоборот.

Таким образом, модели, в которых увлажнение ландшафта рассматривается фактором формирования свойств ландшафтов, допустимы лишь в ограниченных случаях, когда выявлены четкие пространственные и временные рамки рассмотрения, когда события, связанные с влагой, предшествуют во времени событиям, связанным с другими ландшафтными явлениями.

Необходимо ответить еще на один вопрос: каковы способы определения наиболее совершенного показателя увлажнения, как определить наиболее благоприятное увлажнение? Применительно к конкретным процессам, которые описываются количественными показателями, позволяющими выстроить каждый процесс в один ряд (биопродуктивность, почвообразование, денудация и др.), этот вопрос решается путем сопоставления количественных характеристик процессов с коэффициентами увлажнения или с помощью более сложных моделей. Из разных вариантов коэффициентов и моделей выбираются те, которые лучше всего коррелируют с количественными значениями процессов [Муромцев, 2011]. Соответственно находятся значения коэффициентов, которые соответствуют максимальным величинам процессов.

Применительно к ландшафтам, например, к ландшафтными зонам, такой подход не может быть использован. Почему? Потому что ландшафты нельзя выстроить в основной количественный ряд, который можно было бы сопоставить с величинами того или иного коэффициента увлажнения. Соответственно, нельзя и выбрать оптимум увлажнения. Однако по отношению к ландшафтам были попытки определения оптимума увлажнения. Вспомним дискуссию о географических процессах, развернувшуюся в 40–50-е годы XX столетия. А.А. Григорьев и М.И. Будыко [1956] предложили показатель (радиационный индекс сухости), который, по их мнению, наиболее удачно характеризует увлажнение — соотношение радиационного баланса и сумм тепла, необходимого для испарения выпадающих осадков. Поэтому в зонах с показателем радиационного индекса сухости, равном единице, по их мнению, наблюдается наибольшее разнообразие физико-географических процессов в каждом тепловом поясе. В этих районах комплексная или интегральная интенсивность физико-географических процессов наиболее значи-

тельна. Тем самым это увлажнение (при одинаковом уровне теплообеспеченности) должно быть признано оптимальным. Идея А.А. Григорьева [1948] и М.И. Будыко [1949] о количественной оценке интенсивности физико-географического процесса вызвала возражения со стороны Д.Л. Арманда [1949]. По Д.Л. Арманду, можно было бы говорить об интенсивности интегрального физико-географического процесса в случае, если бы интенсивность всех его составляющих увеличивалась или уменьшалась одновременно. В действительности же в природе такое не наблюдается. Так, в тропических пустынях биологические процессы подавлены, а эоловые протекают весьма интенсивно; в умеренном и экваториальном поясах интенсивность биологических процессов находится в обратной связи с денудацией. Гидрологические процессы наиболее активно протекают в районах, где радиационный индекс сухости меньше единицы. «Решительно невозможно подобрать единицу для измерения интенсивности комплексного процесса, потому что каждая из его составляющих измеряется в единицах другой размерности», подчеркивает автор [1949].

Как показывают современные разработки в области ландшафтной экологии, болотные ландшафты, нередко в прошлом считавшиеся неблагоприятными и требующими мелиорации, в действительности выполняют в экосфере важнейшие функции биогеохимического и гидрологического регулирования и сохранения биоразнообразия. Таким образом, каждая экосистема, каждый ландшафт и ландшафтная зона представляют собой особую ценность. И их нельзя выстроить в ряд от худших к лучшим или наоборот.

Поскольку у каждого процесса или явления в ландшафте существует свое отношение к показателям увлажнения, невозможно подобрать единицу измерения увлажнения ландшафта. У ландшафтов нет такого показателя, который бы позволял выстраивать их в один ряд для количественного сопоставления с показателями увлажнения. Различные характеристики ландшафтов, такие как биомасса, содержание гумуса в почве, мощность почвы, показатели процессов выветривания, морфоскульптуры рельефа, минерализация, речной сток, характер выветривания, интенсивность эрозионных процессов и многие другие, не имеют четкой корреляции между собой. Каждый из этих показателей ландшафта имеет особый характер связи с показателями увлажнения.

Попытаемся ответить на вопрос — можно ли говорить о таком увлажнении ландшафта, которое можно было бы назвать оптимальным в целом для всех субъектов, находящихся в пределах ландшафта и в той или иной мере нуждающихся во влаге? Поскольку у каждого субъекта свои требования к характеристикам увлажнения, достичь оптимальной ситуации для каждого из них невозможно. Однако следует говорить о необходимости поиска такого сочетания форм влаги в ландшафте (в том числе во

времени), который бы позволял добиться обеспечения наилучшей целевой функции. Для поиска лучшей комбинации составляющих увлажнения (рис. 1) должна решаться многокритериальная задача. Нужно искать компромиссное решение, учитывающее важность каждой целевой функции. При этом нужно понимать, что целевая функция ландшафта не должна противоречить целевой функции более крупных геосистем, в том числе граничным условиям на глобальном уровне.

Последняя в каждом районе и на каждом участке различна. Она может быть ориентирована на сохранение ландшафтного разнообразия, получение определенной биологической продукции (как на сельскохозяйственных полях, так и в природных ландшафтах), формирование определенного уровня речного стока (годовой расход, обеспеченность и т. д.) и качества водных экосистем, некоторого требуемого объема, переносимого твердого минерального вещества и химических элементов и на другие цели.

Оптимум использования воды (влаги) достигается путем ее распределения между субъектами таким образом, чтобы добиться оптимального функционирования, например, по принципу многокритериальной оптимизации В. Парето.

Несмотря на то, что коэффициенты, рассчитываемые по двум-трем показателям, не могут отобразить все многообразие условий увлажнения, тем более при наличии многочисленных субъектов, они выполняют необходимые функции примерной оценки: своего рода первичной реперной основы для выбора следующих шагов по пути распутывания сложных причинно-следственных отношений в ландшафте. Такая оценка увлажнения может быть названа базовой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Арманд А.Д. Самоорганизация и геосистемы // Самоорганизация и динамика геоморфосистем. Мат-лы XXVII Пленума Геоморфологической комиссии РАН. Томск, 25 августа – 2 сентября 2003 г. Томск: Изд-во Ин-та оптики атмосферы СО РАН, 2003. С. 24–30.
- Арманд Д.Л. О статье М.И. Будыко «К теории интенсивности физико-географического процесса» // Вопросы географии. 1949. № 15. С. 46–52.
- Боков В.А., Смирнов В.О. Проблемы оценки увлажнения ландшафтов // Геополитика и экогеодинамика регионов. 2016. Т. 12. № 1. С. 35–55.
- Будаговский А.И. Научные и практические аспекты изучения теплового и водного балансов сельскохозяйственных полей и леса // Тепловой баланс леса и поля. М.: Изд-во АН СССР, 1962. С. 7–24.
- Будыко М.И. К теории интенсивности физико-географического процесса // Вопросы географии. М.: Географгиз, 1949. Вып. 15. С. 25–45.
- Будыко М.И. Тепловой баланс земной поверхности. Л.: Гидрометеиздат, 1956. 234 с.
- Блюмген И. География климатов. М.: Прогресс, 1973. Т. 2. 402 с.
- Варлыгин Д.Л., Базилевич Н.И. Связи продукции зональных растительных формаций Мира с некоторыми параметрами климата // Изв. РАН. Сер. геогр. 1992. № 1. С. 23–32.

Выводы:

- термин «увлажнение ландшафта» (или отдельной составной части ландшафта) имеет разные смысловые оттенки, которые следует уточнять при рассмотрении соотношения показателей увлажнения и различных ландшафтных характеристик;
- в литературе доминирует представление о том, что увлажнение является фактором развития ландшафтов и их территориального распределения. Однако разные виды увлажнения находятся с ландшафтом в разных причинно-следственных отношениях: 1 – увлажнение как фактор – ландшафт как следствие (причинное объяснение); 2 – ландшафт как фактор – увлажнение как следствие (причинное объяснение); 3 – увлажнение функционирует в составе ландшафта как саморазвивающейся системы, имеющей определенный финал, который и выступает причиной (телеологическое объяснение);
- для каждого субъекта в пределах ландшафта для оптимального развития требуется особая структура увлажнения, выражающаяся в определенном характере водного и теплового режима и его временной реализации. Поэтому общий для разных ландшафтных явлений показатель увлажнения невозможен. Тем не менее, использование обобщенных показателей увлажнения (типа коэффициента Высоцкого или радиационного индекса сухости) имеет смысл: такие показатели выступают базовыми величинами для анализа более детальных смыслов и соотношений;
- для определения некоего оптимального увлажнения для ландшафта в целом необходима формулировка целевой функции ландшафта, учитывающей возможность одновременного выполнения им регулятивных экологических, хозяйственных и социальных функций.

- Ведь И.П. Климат и облесение Крымских нагорий. Симферополь: Таврический национальный ун-тет им. В.И. Вернадского, 2007. 136 с.
- Веселовский К.С. О климате России. СПб: Издание и типография Императорской академии наук, 1857. 764 с.
- Виноградов Б.В. Развитие концепции опустынивания // Изв. РАН. Сер. геогр. 1997. № 5. С. 94 – 105.
- Воейков А.И. Климаты земного шара, в особенности России. М.: Книга по требованию, 2012. 672 с.
- Волубуев В.Р. Почвы и климат. Баку: Изд-во АН Азербайджанской ССР, 1953. 323 с.
- Высоцкий Г.Н. Об ороклиматических основах классификации почв // Почвоведение. 1906. № 1. С. 3–18.
- Гальцев А.П. Увлажнение суши // Краткая географическая энциклопедия. 1964. Т. 4. С. 179.
- Григорьев А.А. Основы теории физико-географического процесса // Тр. Второго Всесоюзного географического съезда. 1948. Т. 1. С. 249–257.
- Григорьев А.А., Будыко М.И. О периодическом законе географической зональности // Доклады АН СССР. 1956. Т. 110(1). С. 129 – 132.
- Гушля А.В., Мезенцев В.С. Воднобалансовые исследования. Уч. пособие. Киев: Вища школа, 1982. 229 с.
- Докучаев В.В. Учение о зонах природы. М.: Географгиз, 1948. 64 с.

- Дроздов О.А., Григорьева А.С. Влагооборот в атмосфере. Л.: Гидрометеиздат, 1963. 316 с.
- Золотокрылин А.Н. Климатическое опустынивание. М.: Наука, 2003. 246 с.
- Исаченко А.Г. Ландшафтная структура Земли, расселение, природопользование. СПб.: Изд. дом СПбГУ, 2008. 320 с.
- Коломыц Э.Г. Локальные коэффициенты увлажнения и их значение для экологических прогнозов // Известия РАН. Сер. Географическая. 2010. № 5. С. 61–72.
- Муромцев Н.А. Оценка влагообеспеченности растений // Бюлл. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева, 2011. Вып. 67. С. 20–31.
- Никитин Е.П. Объяснение – функция науки. М.: Наука, 1970. 280 с.
- Ожегов С.И. Словарь русского языка. М.: Советская энциклопедия, 1973. 848 с.
- Подгородецкий П.Д. Крым: природа. Справочное издание. Симферополь: Таврия, 1988. 192 с.
- Поздняков А.В. К теории спонтанной самоорганизации сложных структур // Самоорганизация и динамика геоморфосистем. Мат-лы XXVII Пленума Геоморфологической комиссии РАН. Томск, 25 августа – 2 сентября 2003 г. Томск: Изд-во Института оптики атмосферы СО РАН, 2003. С. 30–43.
- Полевой А.Н. Сельскохозяйственная метеорология. СПб.: Гидрометеиздат, 1992. 424 с.
- Поляков А.Ф. Водорегулирующая роль горных лесов Карпат и Крыма и пути оптимизации при антропогенном воздействии. Симферополь, 2003. 220 с.
- Прохоров Б.Б. Прикладная антропоэкология. М.: Изд-во МНЭПУ, 1998. 313 с.
- Реймерс Н.Ф. Природопользование. Словарь-справочник. М.: Мысль, 1990. 637 с.
- Рябчиков А.М. Структура и динамика геосферы; ее естественное развитие и изменение человеком. М.: Мысль, 1972. 242 с.
- Савина С.С. Гидрометеорологический показатель засухи и его распределение на территории СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1963. 104 с.
- Селянинов Г.Т. Методика сельскохозяйственной характеристики климата // Мировой агроклиматический справочник. Л.: Гидрометеиздат, 1937. С. 5–27.
- Сиротенко О.Д. Основы сельскохозяйственной агрометеорологии. Т. II. Кн. I. Математические модели в агрометеорологии. Обнинск: ФГБУ ВНИИГМИ – МИД, 2012. 136 с.
- Словарь общегеографических терминов / Под ред. Д. Стампа. М.: Прогресс, 1972. 408 с.
- Смирнов В.О. Радиационный, тепловой и водный баланс лесных экосистем Крыма // Геополитические и географические проблемы Крыма в многовекторном измерении Украины. Мат-лы международной научной конференции, посвященной 70-летию географического факультета. Симферополь: ТНУ, 2004. С. 258–260.
- Харвей Д. Научное объяснение в географии. М.: Мир, 1974. 674 с.
- Хромов С.П. Метеорологический словарь. Л.: Гидрометеиздат, 1973. 620 с.
- Черенкова Е.А. Изменение увлажнения суббореальных равнинных ландшафтов России в XX и XXI веках. Автореф. ... дис. канд. геогр. н. М., 2009. 19 с.
- Шашко Д.К. Агроклиматические ресурсы СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 249 с.
- Щукин И.С. Четырехязычный энциклопедический словарь терминов по физической географии. М.: Советская энциклопедия, 1980. 704 с.
- Penck A. Versuch einer Klimaklassifikation auf physigraphischer Grundlage // Sitz.-Ber. Kgl. Preuss. Akad. Wiss. Phys.-math. Kl. 1910. V. 12. P. 236–246.
- Holdridge L.R. Determination of world plant formations from simple climatic data // Science. 1947. V. 105. P. 367–368.
- Holdridge Leslie R. Life zone ecology. San Jose: Tropical Science Center, 1967. 206 p.
- Troll C. Tatsachen und Gedanken zur Klimatypenlehre // Geographische Studien: Festschrift zur Vollendung des 65. Lebensjahres von Prof. Dr. Johann Sölch, überreicht von seinen Schülern, Freunden und Mitarbeitern. Wien, 1951. P. 184–202.

Поступила в редакцию 22.06.2017

После доработки 14.08.2018

Принята к публикации 08.10.2018

V.A. Bokov¹, V.O. Smirnov²

ON THE SCOPE OF METHODS FOR THE ASSESSMENT OF LANDSCAPES HUMIDIFICATION ASSESSMENT

The content and scope of methods for the assessment of landscapes humidification are considered. Several groups of indicators having a different scope are used for the assessment of humidification: indicators of moisture coming into the landscape, indicators of moisture supply and the amounts of water leaving the landscape. Each group of indicators has specific relations with the properties of the landscape. Indicators of the first group can be regarded as factors of landscape formation and functioning. The second and third groups are largely the result of landscape processes.

Key words: humidification indices and coefficients, aridity, humidity, precipitation, accumulated temperatures, radiation balance, evapotranspiration, potential evaporation, air humidity, soil humidity, subject-object relations, moistening-process, humidification, de-moistening, basic assessment of humidification

¹ Vernadsky Crimean Federal University, Scientific-educational center of noospherology and sustainable noosphere development (structural unit), Simferopol, Russia; Leading Research Scientist, Professor, D.Sc. in Geography; e-mail: vbokov@mail.ru

² Vernadsky Crimean Federal University, Scientific-educational center of noospherology and sustainable noosphere development (structural unit), Simferopol, Russia; Academic Secretary, PhD. in Geography; e-mail: svo.84@mail.ru

REFERENCES

- Armand A.D. Samoorganizacija i geosistemy [Self-organization and geosystems]. V kn. Samoorganizacija i dinamika geomorfosistem. Materialy HHVII Plenuma Geomorfologicheskoy komissii RAN. Tomsk, 25 avgusta–2 sentjabrja 2003 g Tomsk: Izd-vo Instituta optiki atmosfery SO RAN, 2003. S. 24–30 (in Russian).
- Armand D.L. O stat'e M.I. Budyko «K teorii intensivnosti fiziko-geograficheskogo processa» [About M.I. Budyko's article «To the theory of intensity of the physiographic process»] // Voprosy geografii. 1949. № 15. S. 46–52 (in Russian).
- Bljuttgen I. Geografija klimatov [Geography of climates]. M.: Progress, 1973. T. 2. 402 s. (in Russian).
- Bokov V.A., Smirnov V.O. Problemy ocenki uvlazhnenija landshaftov [Problems of the assessment of landscapes moistening] // Geopolitika i jekogeodinamika regionov. 2016. T. 12. № 1. S. 35–55 (in Russian).
- Budagovskij A.I. Nauchnye i prakticheskie aspekty izuchenija teplovogo i vodnogo balansov sel'skhozajstvennyh polej i lesa [Scientific and practical aspects of studying thermal and water balances of agricultural fields and forests] // Teplovoj balans lesa i polja. M.: Izd-vo AN SSSR, 1962. S. 7–24 (in Russian).
- Budyko M.I. K teorii intensivnosti fiziko-geograficheskogo processa [To the theory of intensity of the physiographic process] // Voprosy geografii. M.: Geografiz, 1949. Vyp. 15. S. 25–45 (in Russian).
- Budyko M.I. Teplovoj balans zemnoj poverhnosti [Thermal balance of land surface]. L.: Gidrometeoizdat, 1956. 234 s. (in Russian).
- Cherenkova E.A. Izmenenie uvlazhnenija subboreal'nyh ravninnyh landshaftov Rossii v XX i XXI vekah [Change of moistening of subboreal plain landscapes of Russia in the 20th and 21st centuries]. Avtoref. ... kand. geograf. n. M., 2009. 19 s. (in Russian).
- Dokuchaev V.V. Uchenie o zonah prirody [The doctrine of the nature zones]. M.: Geografiz, 1948. 64 s. (in Russian).
- Drozdov O.A., Grigor'eva A.S. Vlogooborot v atmosfere [Moisture circulation in the atmosphere]. L.: Gidrometeoizdat, 1963. 316 s. (in Russian).
- Gal'cev A.P. Uvlazhnenie sushi [Moistening of land] // Kratkaja geograficheskaja jenciklopedija. T. 4. 1964. S. 179 (in Russian).
- Grigor'ev A.A. Osnovy teorii fiziko-geograficheskogo processa [Bases of the theory of physiographic process] // Trudy Vtorogo Vsesojuznogo geograficheskogo s'ezda, 1948. T. 1. S. 249–257 (in Russian).
- Grigor'ev A.A., Budyko M.I. O periodicheskom zakone geograficheskoy zonal'nosti [About the periodic law of geographical zonality] // Doklady AN SSSR. 1956. T. 110(1). S. 129–132 (in Russian).
- Gushlja A.V., Mezencev V.S. Vodnobilansovye issledovaniya [Studies of water balance]. Ucheb. posobie. Kiev: Vishha shkola, 1982. 229 s. (in Russian).
- Harvej D. Nauchnoe ob#jasnenie v geografii [Scientific explanation in geography]. M.: Mir, 1974. 674 s. (in Russian).
- Holdridge L.R. Determination of world plant formations from simple climatic data // Science. 1947. V. 105. P. 367–368.
- Holdridge Leslie R. Life zone ecology. San Jose: Tropical Science Center, 1967. 206 p.
- Hromov S.P. Meteorologicheskij slovar' [Meteorological dictionary]. L.: Gidrometeoizdat, 1973. 620 s. (in Russian).
- Isachenko A.G. Landshaftnaja struktura Zemli, rasselenie, prirodopol'zovanie [Landscape structure of the Earth, settlement, environmental management]. SPb.: Izdat. dom SPbGU, 2008. 320 s. (in Russian).
- Kolomyc Je.G. Lokal'nye koeficienty uvlazhnenija i ih znachenie dlja jekologicheskikh prognozov [Local coefficients of moistening and their importance for the environmental forecasts] // Izvestija RAN. Ser. Geograficheskaja, 2010. № 5. S. 61–72 (in Russian).
- Muromcev N.A. Ocenka vlogoobespechennosti rastenij [Assessment of water availability for plants] // Bjulleten' Pochvennogo instituta im. V.V. Dokuchaeva, 2011. Vyp. 67. S. 20–31 (in Russian).
- Nikitin E.P. Ob#jasnenie – funkcija nauki [Explanation as a function of science]. M.: Nauka, 1970. 280 c. (in Russian).
- Ozhegov S.I. Slovar' russkogo jazyka [Dictionary of the Russian language]. M.: Sovetskaja jenciklopedija, 1973. 848 s. (in Russian).
- Penck A. Versuch einer Klimaklassifikation auf physigraphischer Grundlage // Sitz.-Ber. Kgl. Preuss. Akad. Wiss. Phys.-math. Kl. 1910. № 12. S. 236–246.
- Podgorodeckij P.D. Krym: priroda [Crimea: nature]. Spravochnoe izdanie. Simferopol': Tavrija, 1988. 192 s. (in Russian).
- Polevoj A.N. Sel'skhozajstvennaja meteorologija [Agricultural meteorology]. Sankt-Peterburg: Gidrometeoizdat, 1992. 424 s. (in Russian).
- Poljakov A.F. Vodoregulirujushhaja rol' gornyh lesov Karpat i Kryma i puti optimizacii pri antropogennom vozdejstvii [The water regulating role of mountain forests of the Carpathians and the Crimea and ways of optimization under the anthropogenic influence]. Simferopol', 2003. 220 s. (in Russian).
- Pozdnjakov A.V. K teorii spontannoj samoorganizacii slozhnyh struktur. [To the theory of spontaneous self-organization of complex structures] // V kn. Samoorganizacija i dinamika geomorfosistem. Materialy HHVII Plenuma Geomorfologicheskoy komissii RAN. Tomsk, 25 avgusta–2 sentjabrja 2003 g. Tomsk: Izd-vo Instituta optiki atmosfery SO RAN, 2003. S. 30–43 (in Russian).
- Prohorov B.B. Prikladnaja antropojekologija [Applied anthropoecology]. M.: Izd-vo MNJePU, 1998. 313 s. (in Russian).
- Rejmers N.F. Prirodopol'zovanie [Nature management]. Slovar'-spravochnik. M.: Mysl', 1990. 637 s. (in Russian).
- Rjabchikov A.M. Struktura i dinamika geosfery; ee estestvennoe razvitie i izmenenie chelovekom [Structure and dynamics of the geosphere; its natural evolution and anthropogenic transformation]. M.: Mysl', 1972. 242 s. (in Russian).
- Savina S.S. Gidrometeorologicheskij pokazatel' zasuhi i ego raspredelenie na territorii SSSR [Hydrometeorological indicator of drought and its distribution over the USSR territory]. M.: Izd-vo AN SSSR, 1963. 104 s. (in Russian).
- Seljaninov G.T. Metodika sel'skhozajstvennoj harakteristiki klimata [Technique of the agricultural characteristic of climate] // Mirovoj agroklimaticheskij spravochnik. L.: Gidrometeoizdat, 1937. S. 5–27 (in Russian).
- Shashko D.K. Agroklimaticheskie resursy SSSR [Agroclimatic resources of the USSR]. L.: Gidrometeoizdat, 1985. 249 s. (in Russian).
- Shhukin I.S. Chetyrehjazychnyj jenciklopedicheskij slovar' terminov po fizicheskoy geografii [Four-language encyclopedic dictionary of physiographic terms]. M.: Sovetskaja jenciklopedija, 1980. 704 s. (in Russian).
- Sirotenko O.D. Osnovy sel'skhozajstvennoj agrometeorologii [Fundamentals of agricultural meteorology]. T. II. Kn. I. Matematicheskie modeli v agrometeorologii. Obninsk: FGBU «VNIIGMI–MID», 2012. 136 s. (in Russian).
- Slovar' obshhegeograficheskikh terminov [Dictionary of geographical terms] / Pod red. D. Stampa. M.: Progress, 1972. 408 s. (in Russian).
- Smirnov V.O. Radiacionnyj, teplovoj i vodnyj balans lesnyh jekosistem Kryma [Radiation, thermal and water balance of forest ecosystems of the Crimea] // Geopoliticheskie i geograficheskie problemy Kryma v mnogovektornom izmerenii Ukrainy. Materialy mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii, posvjashhennoj 70-letiju geograficheskogo fakul'teta. Simferopol': TNU, 2004. S. 258–260 (in Russian).
- Troll C. Tatsachen und Gedanken zur Klimatypenlehre // Geographische Studien: Festschrift zur Vollendung des 65. Lebensjahres von Prof. Dr. Johann Sölch, überreicht von seinen Schülern, Freunden und Mitarbeitern. Wien, 1951. P. 184–202.
- Varlygin D.L., Bazilevich N.I. Svjazi produkcii zonal'nyh rastitel'nyh formacij Mira s nekotorymi parametrami klimata

[Interrelations of production of the zonal plant formations of the world with some climatic parameters] // *Izv. RAN. Ser. geogr.* 1992. № 1. S. 23–32 (in Russian).

Ved' I.P. Klimat i oblesenie Krymskih nagorij [Climate and afforestation of the Crimean uplands]. Simferopol': Tavricheskij nacional'nyj un-et im. V.I. Vernadskogo, 2007. 136 s. (in Russian).

Veselovskij K.S. O klimate Rossii [About the climate of Russia]. SPb: Izdanie i Tipografija Imperatorskoj Akademii Nauk, 1857. 764 s. (in Russian).

Vinogradov B.V. Razvitie koncepcii opustynivaniya [Development of the concept of desertification] // *Izv. RAN. Ser. geogr.* 1997. № 5. S. 94–105 (in Russian).

Voejkov A.I. Klimaty zemnogo shara, v osobennosti Rossii [Climates of the globe, in particular Russia]. M.: Kniga po trebovaniju, 2012. 672 s. (in Russian).

Volobuev V.R. Pochvy i klimat [Soils and climate]. Baku: Izd-vo: AN Azerbajdzhanskoj SSR, 1953. 323 s. (in Russian).

Vysockij G.N. Ob oro-klimaticheskikh osnovah klassifikacii pochv [About oro-climatic bases of soil classification] // *Pochvovedenie*. 1906. № 1. S. 3–18.

Zolotokrylin A.N. Klimaticheskoe opustynivanie [Climatic desertification]. M.: Nauka, 2003. 246 s. (in Russian).

Received 22.06.2017

Revised 14.08.2018

Accepted 08.10.2018

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 556.551:556.06

Ю.С. Даценко¹**МОДЕЛИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА ВОДЫ В ВОДОХРАНИЛИЩЕ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФУНКЦИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВРЕМЕНИ ПРЕБЫВАНИЯ
ВОДНЫХ МАСС**

На примере расчета концентраций хлоридов и общего фосфора у водозабора станции водоподготовки на Учинском водохранилище (Московская область) показана возможность применения методов динамики линейных систем для оценки степени трансформации качества воды в водохранилищах и расчета изменений как консервативных, так и неконсервативных показателей качества воды.

Ключевые слова: Учинское водохранилище, показатели химического состава воды, внутренний водообмен, динамика линейных систем

Введение. Решение задачи о расчете качества воды в нижнем бьефе водохранилищ или у водозаборных сооружений требует, прежде всего, детального описания процесса внутреннего водообмена, поскольку глубину физико-химической и биохимической трансформации веществ определяет время их пребывания в водоеме. Классический подход описания процессов трансформации качества воды с учетом внутреннего водообмена основан на интегрировании систем уравнений гидродинамики и химической кинетики. Сложности реализации этого подхода в условиях природных водоемов замедленного водообмена достаточно хорошо известны [Подгорный, 2003; Иваненко с соавт., 2002]. Однако в ряде случаев полноценной заменой этого подхода могут выступить упрощенные методы расчета внутреннего водообмена, в частности анализ линейной динамической системы, в качестве которой можно рассматривать водоем. В гидрологии для расчета трансформации паводочной волны применяется функция влияния, характеризующая реакцию водосбора на импульсное воздействие [Аполлов с соавт., 1974; Кучмент, 1972]. При описании процессов внутреннего водообмена водохранилища аналогом такой характеристики служит функция распределения времени пребывания (РВП) воды в водоеме [Гордин, Кочарян, 1978]. Реакция водоема на импульсное входное воздействие интегрально отражает особенности структуры течений и внутреннего водообмена в водохранилище. В кибернетическом аспекте функция РВП эквивалентна импульсной переходной функции динамической системы [Кафаров, 1976].

При известной функции РВП $S(t)$ и известном характере временных изменений концентраций показателей химического состава воды, поступающей в водоем – $C_{\text{вх}}(t)$, однозначно рассчитать его концентрации на выходе водоема можно через интеграл свертки (интеграл Дюамеля):

$$C_{\text{вых}}(t) = \int_0^{\infty} C_{\text{вх}} \cdot S(t - \tau) d\tau, \quad (1)$$

где τ – параметр сдвига каждого импульса, S – ордината кривой РВП, $C_{\text{вх}}$ – концентрация показателя химического состава воды.

В этом случае режим изменения концентрации вещества на выходе из системы будет рассчитываться с учетом особенностей внутреннего водообмена, определяющих время трансформации химических веществ в водоеме.

В данной работе методика определения концентрации химического вещества на выходе из водохранилища реализована на примере расчета концентрации консервативного показателя – хлоридов в Учинском водохранилище – одном из водохранилищ системы водораздельного бьефа канала им. Москвы Волжского источника водоснабжения Москвы. Расположенное на севере Московской области, это водохранилище (полный объем 146 млн м³, площадь водной поверхности – 19 км², средняя глубина – 7,7 м) характеризуется сложным рельефом ложа, поскольку образовано при затоплении речной долины в месте слияния двух рек – Вязи и Учи. В центральной и приплотинной частях водохранилища расположены водозаборы двух крупных станций водоподготовки системы водоснабжения г. Москвы, поэтому оценки процессов трансформации качества воды в нем весьма актуальны. Расчеты проводились для одного из водозаборов – водозабора Восточной станции водоподготовки (ВСВ), расположенного в приплотинном участке водохранилища [Даценко, 1984].

Материал и методика. Экспериментальной основой определения функции РВП Учинского водохранилища послужили гидравлические исследования, проведенные на физической модели водохранилища (горизонтальный масштаб модели 1:1000) с

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра гидрологии суши, профессор, докт. геогр. н.; e-mail: yuri0548@mail.ru

учетом масштабных искажений при различных форсировках расходов воды. Модель создана автором на базе Акуловского гидроузла Мосводоканала. Проведенные на гидравлической модели эксперименты предусматривали получение кривых отклика гидродинамической системы на ввод химического индикатора, в качестве которого использовался аналитически легко определяемый краситель – флуоресцеин. Опыт подобных трассировочных экспериментов, накопленный в химической технологии и технологии очистки сточных вод, успешно применялся и при гидравлических экспериментах в гидрологии. Для пересчета модельного времени в реальное использовалась методика, принятая в Институте Гидропроект, подробно изложенная в работе А.Г. Кочаряна [1975]. Для водозабора ВСВ нормированная кривая отклика на импульсное воздействие в виде мгновенного ввода в модель флуоресцеина, полученная на гидравлической модели, имеет вид, показанный на рис. 1.

Альтернативой гидравлическому методу расчета функции РВП могут служить натурные трассерные эксперименты на водохранилище. Однако для сравнительно крупных водоемов, при очень большом разбавлении начальной массы вещества трассера очень трудно подобрать надежно определяемое вещество. Для Учинского водохранилища такую проверку результатов гидравлических проводили путем установления времени добегания от входного створа до водозабора растворенного в воде гелия, инструментально контролируемого с высокой чувствительностью [Яницкий, 1979]. Полученное по концентрации гелия время добегания до водозабора отличалось от рассчитанного гидравлическим моделированием не более чем на 2 суток, что может быть косвенным подтверждением адекватности полученной кривой РВП водных масс в Учинском водохранилище.

Результаты и их обсуждение. Комплекс методологических и технических проблем, связанных с постановкой любого подобного эксперимента на-

столько сложен, что получаемые результаты всегда требуют тщательной проверки. Эта проверка проводилась путем расчета концентраций консервативного показателя качества воды – хлоридов. В действовавшей системе мониторинга качества воды Волжского источника водоснабжения г. Москвы наиболее широкий набор показателей качества воды контролировался в 80-е годы прошлого столетия. Концентрации хлоридов во входном створе Учинского водохранилища (Пестово) и у водозабора у ВСВ наблюдались в этот период еженедельно. Входная информация о концентрации хлоридов путем интерполяции, также как и ординаты функции РВП задавались для расчетов с шагом 2 суток. В результате вычисления интеграла свертки были получены значения концентраций хлоридов в выходном створе Учинского водохранилища – у ЛГЭС за период, который начинается с конечного значения функции РВП. Длина временного периода функции РВП Учинского водохранилища составляет 92 значения, то есть 184 дня. В предварительных расчетах мы использовали интервал расчета, равным полутора годам (июль 1995 г. – декабрь 1996 г.); результаты расчетов сопоставлялись с данными наблюдений (рис. 2). Как видно, использование функции распределения времени пребывания воды в водохранилище позволяет вполне удовлетворительно описать внутригодовые изменения консервативного показателя в Учинском водохранилище. Расчетная кривая сглаживает фактические наблюдения, и изменения хлоридов по расчету происходят более плавно. Однако отклонения фактических и рассчитанных значений невелико. Максимальное отклонение составляет 1,1 мг/л, а среднее отклонение всего 0,4 мг/л. Известный критерий качества модельных расчетов S/σ равен 0,20, что соответствует очень высокой достоверности расчетов по примененной модели.

Эта методика была применена для расчета по интегралу свертки изменения концентраций неконсервативного показателя – величины общего фосфора. В этом случае в расчетах необходимо учитывать изменение концентраций химических веществ в результате внутриводоемной трансформации. Для большинства показателей химического состава природных вод вполне приемлемым приближением описания их внутриводоемной трансформации считается изменение концентрации по кинетическому уравнению мономолекулярной реакции. В наших расчетах уменьшение концентрации фосфора в водохранилище описывалось уравнением кинетики первого порядка, которое добавлялось в подынтегральное выражение интеграла (1). Коэффициент уменьшения содержания фосфора в этом кинетическом уравнении идентичен коэффициенту седиментации в классических балансовых уравнениях фосфора. Его величина оценивалась по расчетам внешнего баланса фосфора в Учинском водохранилище за период 1983–1985 гг. и составила $-0,0011$ 1/сут.

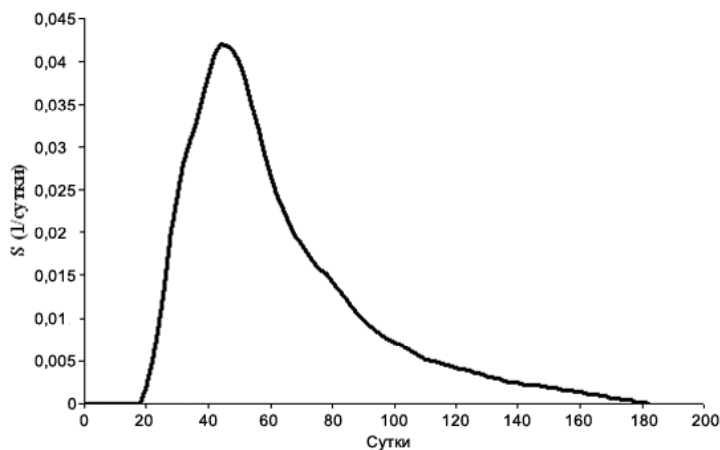


Рис. 1. Кривая отклика водозабора ВСВ на Учинском водохранилище

Fig. 1. The response curve of WTP intake in the Uchinsk reservoir

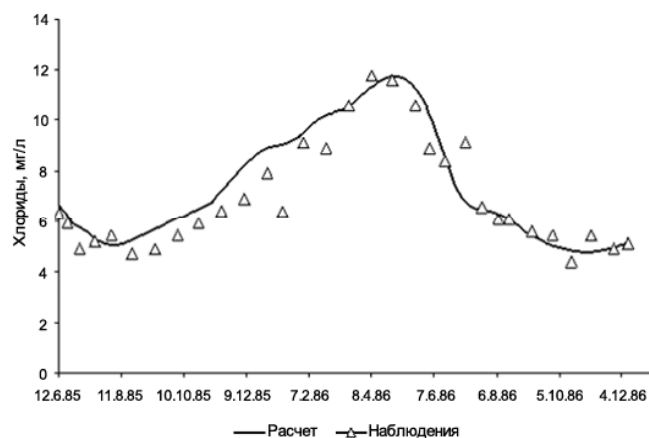


Рис. 2. Рассчитанные и измеренные значения концентраций хлоридов у водозабора ВСВ в Учинском водохранилище

Fig. 2. Calculated and measured concentrations of chlorides at the WTP intake in the Uchinsk reservoir

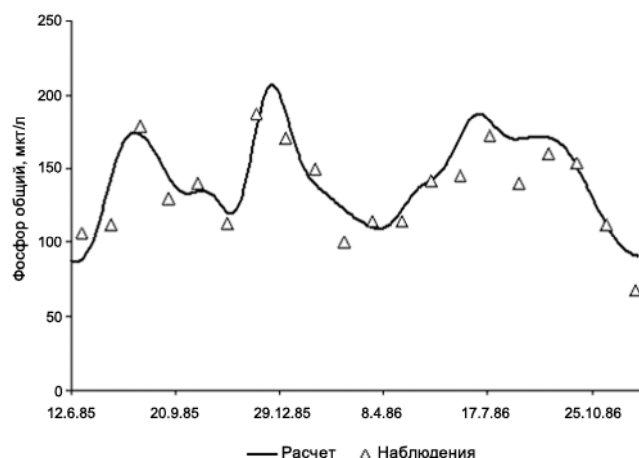


Рис. 3. Рассчитанные и измеренные значения концентраций общего фосфора у водозабора ВСВ в Учинском водохранилище

Fig. 3. Calculated and measured concentrations of total phosphorus at the WTP intake in the Uchinsk reservoir

Расчет общего фосфора для календарного 1986 г. проведен по данным наблюдений с частотой 2 раза в месяц за концентрациями общего фосфора во входном створе Учинского водохранилища – Пестово и на водозаборе ЛГЭС. Концентрации общего фосфора во входном створе интерполировались по данным наблюдений для получения ряда входных значений.

Расчетные изменения концентраций общего фосфора в Учинском водохранилище сопоставлялись с данными наблюдений у ЛГЭС. Результаты расчета представлены на рис. 3.

Критерий качества расчета S/σ , равный 0,42, для общего фосфора оказался значительно выше, чем для хлоридов. Понижение точности расчетов обусловлено явным упрощением описания трансформации активного биогенного элемента – общего фосфора в водоеме. Используемая в расчетах простая кинетика первого порядка – основная причина наблюдаемых различий расчетных и фактических значений. Тем не менее, общие черты изменений общего фосфора удовлетворительно воспроизводятся с помощью такой модели, поскольку, как уже показано на примере консервативных хлоридов, особенности внутреннего водообмена, существенно влияющие на время пребывания веществ в водоеме и определяющие глубину физико-хими-

ческих и биохимических процессов в экосистеме водохранилища, вполне адекватно описываются кривой РВП.

Таким образом, при экспериментальном определении функции отклика водохранилища на импульсное воздействие для водозабора, расположенного в любом месте водохранилища, можно ориентировочно рассчитать временной ход концентрации как консервативного, так и неконсервативного вещества в воде, забираемой из водохранилища. Исходными данными для такого расчета служат результаты мониторинга качества воды, поступающей в водоем.

Выводы

Для приближенных расчетов степени трансформации качества воды в природных водоемах, характеризующихся сложной структурой внутреннего водообмена, удовлетворительной заменой классического подхода, состоящего в решении систем дифференциальных уравнений, может служить упрощенный расчет режима показателей качества воды с помощью интеграла свертки. Этот расчет основан на использовании функции отклика водоема на импульсное воздействие, которое характеризует распределение времени пребывания воды в водоеме и интегрально отражает особенности структуры его внутреннего водообмена.

Благодарности. Исследование выполнено за счет гранта РНФ № 17-77-30006.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Аполлов Б.А., Калинин Г.П., Комаров В.Д. Курс гидрологических прогнозов. Л.: Гидрометеиздат, 1974. 419 с.
Гордиенко И.В., Кочарян А.Г. Функции распределения времени пребывания водных масс в водохранилищах // Водные ресурсы. 1978. № 1. С. 104–113.
Даченко Ю.С. Гидрохимический режим Учинского водохранилища // Водные ресурсы. 1984. № 2. С. 54–63.

- Иваненко С.А., Корявов П.П. Динамика вод и распространение загрязняющих веществ в водохранилище // Математическое моделирование. 2002. Вып. 14. № 6. С. 105–118.
Кафаров В.В. Методы кибернетики в химии и химической технологии. М.: Химия, 1976. 464 с.
Кочарян А.Г. Применение гидравлического моделирования при прогнозировании качества воды в проектируемых во-

дохранилищах (на примере водохранилища на р. Томь) // Водные ресурсы. 1975. № 4. С. 152–159.

Кучмент Л.С. Математическое моделирование речного стока. Л.: Гидрометеиздат, 1972. 191 с.

Подгорный К.А. Математическое моделирование пресноводных экосистем нестратифицированных водоемов (алгоритмы и численные методы). Рыбинск, 2003. 327 с.

Яницкий И.Н. Гелиевая съемка. М.: Недра, 1979. 96 с.

Поступила в редакцию 01.03.2018

После доработки 15.09.2018

Принята к публикации 08.10.2018

Datsenko Y.S.¹

THE RESERVOIR WATER QUALITY MODELING USING THE FUNCTION OF WATER MASSES RESIDENCE TIME DISTRIBUTION

Calculation of chlorides and total phosphorus concentrations at the water intake of the water treatment plant (WTP) at the Uchinsk reservoir (the Moscow oblast), exemplifies that the methods of linear systems dynamics could be applied to assess the degree of water quality transformation in the reservoirs and to calculate changes in both conservative and non-conservative water quality indicators.

Key words: the Uchinsk reservoir, indicators of the chemical composition of water, internal water exchange, linear systems dynamics

Acknowledgements. The study was financially supported by the Russian Science Foundation (project № 17-77-30006).

REFERENCES

Apollov B.A., Kalinin G.P., Komarov V.D. Kurs gidrologicheskikh prognozov [Course on hydrological forecasts]. L.: Gidrometeizdat, 1974. 419 s. (in Russian).

Dacenko Ju.S. Gidrohimijskij rezhim Uchinskogo vodohranilishha [Hydrochemical regime of the Uchinsk reservoir] // Vodnye resursy. 1984. № 2. S. 54–63 (in Russian).

Gordin I.V., Kocharjan A.G. Funkcii raspredelenija vremeni prebyvanija vodnyh mass v vodohranilishhah [Functions of water masses residence time distribution in reservoirs] // Vodnye resursy. 1978. № 1. S. 104–113 (in Russian).

Ivanenko S.A., Korjavov P.P. Dinamika vod i rasprostranenie zagriznjajushchih veshhestv v vodohranilishhe [Water dynamics and propagation of pollutants in a reservoir] // Matem. Modelirovanie. 2002. V. 14. № 6. S. 105–118 (in Russian).

Janickij I.N. Gelievaja s'emka [Helium survey]. M.: Nedra, 1979. 96 s. (in Russian).

Kafarov V.V. Metody kibernetiki v himii i himicheskoj tehnologii [Cybernetics techniques in chemistry and chemical technology]. M.: Himija, 1976. 464 s.

Kocharjan A.G. Primenenie gidravlicheskogo modelirovanija pri prognozirovanii kachestva vody v proektiruemyh vodohranilishhah (na primere vodohranilishha na r. Tom') [Application of hydraulic modeling for water quality forecasting in designed reservoirs (case study of a reservoir on the Tom River)] // Vodnye resursy. 1975. № 4. S. 152–159 (in Russian).

Kuchment L.S. Matematicheskoe modelirovanie rechnogo stoka [Mathematic modeling of river runoff]. L.: Gidrometeizdat, 1972. 191 s. (in Russian).

Podgornij K.A. Matematicheskoe modelirovanie presnovodnyh jekosistem nestratificirovannyh vodoemov (algoritmy i chislennye metody) [Mathematic modeling of freshwater ecosystems in unstratified water reservoirs]. Rybinsk. 2003. 327 s. (in Russian).

Received 01.03.2018

Revised 15.09.2018

Accepted 08.10.2018

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Land Hydrology, Professor, D.Sc. in Geography; e-mail: yuri0548@mail.ru

УДК 556.3 (571.150)

Г.Я. Барышников¹, С.С. Слажнева², П.В. Сотников³

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД С ПОВЫШЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ БОРА В АЛТАЙСКОМ КРАЕ

Рассмотрена проблема качества питьевых подземных вод, являющихся для большинства районов Алтайского края единственным источником водоснабжения. Основное внимание акцентировано на выявление площади распространения этих вод с содержанием бора, превышающем предельно допустимую концентрацию. Рассмотрены основные источники поступления бора в подземные воды и обозначены последствия от попадания его в организм человека.

Ключевые слова: бороносные породы, питьевая вода, химический анализ, сухой остаток, концентрация бора

Введение. В Алтайском крае подземные воды являются важным источником водоснабжения, а для большинства районов – единственным. Для населения данного региона большое значение имеет как количество, так и их качество. Питьевая вода должна отвечать требованиям качества по СанПиН 2.1.4.1074-01 [Гидрогеология, 1972]. К сожалению, среди используемых подземных вод в Алтайском крае, не все они отвечают санитарно-эпидемиологическим требованиям. В связи с отсутствием качественных источников водоснабжения часто используются сильно минерализованные воды с повышенным содержанием железа, марганца, бора и других химических элементов.

Как известно, бор является биологически активным веществом и в соответствии с принятой классификацией его относят к весьма токсичным элементам. В подземных водах он встречается в виде оксида бора и ортоборной кислоты. При употреблении воды с повышенными концентрациями бора даже в течение непродолжительного времени, у человека может возникнуть раздражение желудочно-кишечного тракта. При длительном воздействии соединений бора на организм происходит нарушение процессов пищеварения: они приобретают хронический характер, развивается так называемый «борный энтерит», возникает борная интоксикация, которая поражает печень, почки, центральную нервную систему [Закутин В.П., Вавичкина А.Ю., 2010].

Источником бора в подземных водах служат бороносные осадочные породы, например борацит, бура, калиборит, улесит, колеманит, ашарит и др. Как правило, они сложены известково-магнезильно-железистыми силикатами, алюмосиликатами и соленосными отложениями, а также глинами, содержащими бор, сорбированный из морской воды. Источниками соединений бора в природе служат также воды нефтяных месторождений, рапа соленых озер, термальные источники, особенно в районах вулканической активности [Посохов, 1969].

В природных водах бор находится в виде ионов борных кислот. В маломинерализованных подземных водах содержание бора составляет, как правило, десятые – сотые доли мг/л. Однако в минерализованных щелочных водах его концентрация может достигать единиц и даже десятков мг/л, что делает такую воду потенциально небезопасной для питьевого применения [Посохов, 1969]. Принято считать гигиеническим нормативом по бору в питьевой воде концентрацию $<0,5$ мг/л, по санитарно-токсикологическому признаку вредности второго класса опасности [СанПиН 2.1.4.1074-01, 2001].

В Алтайском крае по данной проблеме исследования не проводились, так как повышенную концентрацию бора в подземных водах обнаружили условно недавно.

Материалы и методы исследований. Объектом исследования на территории Алтайского края являются подземные воды эксплуатируемых водоносных горизонтов. Для определения их качества, пробы воды отбирались на полный химический анализ согласно требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01. Для исследуемых элементов использовались следующие химико-аналитические методы:

– флуориметрический метод (с использованием прибора Флюорат 02-3М), с помощью которого устанавливалась концентрация бора, с погрешностью в среднем 0,15 мг/л;

– гравиметрический метод определения сухого остатка в используемых подземных водах, погрешность которого в среднем составляла 0,15 г/л.

Анализ проб выполнялся в аккредитованных лабораториях Томского научно-исследовательского института курортологии и физиотерапии (ТНИИКиФ) и Центра гигиены и эпидемиологии в Алтайском крае (ЦГЭ).

Территории с повышенным содержанием бора в подземных водах были выявлены в результате многолетних работ за период 2001–2012 гг. ОАО «Алтайской гидрогеологической экспедицией», а также по данным службы мониторинга.

¹ Алтайский государственный университет, географический факультет, декан, докт. геогр. н.; e-mail: bgj@geo.asu.ru

² Алтайский государственный университет, географический факультет, доцент кафедры природопользования и геоэкологии, канд. геогр. н.; e-mail: swetik315@mail.ru

³ ООО «Барнаулстройизыскания», инженер-геолог; e-mail: sotnikov.pet@yandex.ru

Результаты исследований и их обсуждение.

Использованы результаты полного химического анализа вод из 72 скважин различных эксплуатируемых водоносных горизонтов в пределах региональных границ Алтайского края.

По водородному показателю исследуемые подземные воды относятся к щелочным (рН 7,0–8,7). В подобных водах концентрация бора может достигать единиц и даже десятков мг/л, что делает такую воду потенциально небезопасной для питьевого применения [Посохов, 1969].

Повышенное содержание бора в подземных водах охватывает 20 административных района: Пospelихинский, Новичихинский, Ребрихинский, Каменский, Панкрушихинский, Романовский, Волчихинский, Егорьевский, Ключевской, Топчихинский, Шипуновский, Кулундинский, Благовещенский, Калманский, Завьяловский, Тюменцевский, Баевский, Алейский, Родинский, Мамонтовский. Концентрация бора здесь колеблется от 0,53 до 3,05 мг/л. Содержание бора максимально в подземных водах Завьяловского и Топчихинского районов – в отдельных скважинах превышает 2 мг/л. В остальных районах Алтайского края превышение нормативных значений бора не обнаружено.

Солоноватые подземные воды территориально совпадают с распространением бора. Здесь можно выделить районы со слабосоленоватыми подземными водами, известные по местоположению в выше перечисленных административных районах; умеренно солоноватые воды, приуроченные к Завьяловскому, Новичихинскому и Пospelихинскому районам.

Превышение ПДК бора (более 0,5 мг/л) в подземных водах Кулундинско-Барнаульского артезианского бассейна объясняется затрудненными условиями питания подземных вод, наличием в кровле

водоносных горизонтов глин значительной мощности и горизонтов загипсованных глин, а в некоторых районах отмечена связь подземных вод с водами соленых озер.

Все перечисленные выше условия свидетельствуют о замедленном водообмене подземных вод и о связи с рапой соленых озер, вследствие чего произошло увеличение концентрации бора в подземных водах.

Выводы:

- площадь распространения подземных вод с повышенным содержанием бора (более 0,5 мг/л) на территории Алтайского края занимает практически весь степной Алтай (Кулундинско-Барнаульский артезианский бассейн), что совпадает с площадью распространения солоноватых вод. Вследствие чего была определена взаимосвязь между ними;

- основными факторами накопления бора в подземных водах являются: наличие в кровле водоносных горизонтов глин значительной мощности и горизонтов загипсованных глин, что свидетельствует о замедленном водообмене, а в некоторых районах отмечена связь подземных вод с водами соленых озер;

- исследуемые воды по значениям рН относятся к щелочным, что способствует увеличению концентрации бора;

- на территории с высоким содержанием бора в подземных водах необходимо вести мониторинговые наблюдения за его концентрацией, а также проводить обследование населения по выявлению патологий, производить очистку вод для уменьшения концентрации бора как минимум до предельно допустимых норм.

Особое внимание нужно уделять районам с аномально высокими концентрациями исследуемых элементов, к ним относятся Топчихинский, Завьяловский административные районы Алтайского края.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Гидрогеология СССР. Кемеровская область и Алтайский край / Под ред. М.А. Кузнецова, О.В. Постникова. Западно-Сибирское геологическое управление. М.: Недра, 1972. Т. XVII. 399 с.

Закутин В.П., Вавичкин А.Ю. Основные особенности геохимии бора в пресных подземных водах // Геоэкология. М.: Наука. 2010. № 1. С. 30–39.

Посохов Е.В. Формирование химического состава подземных вод. Л., 1969. 334 с.

СанПиН 2.1.4.1074-01 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Качество воды. М., 2001. 62 с.

Поступила в редакцию 27.08.2018

После доработки 01.10.2018

Принята к публикации 08.10.2018

G.Y. Baryshnikov¹, S.S. Slazhneva², P.V. Sotnikov³**DISTRIBUTION OF UNDERGROUND WATER
WITH HIGH BORON CONCENTRATIONS
IN THE ALTAI TERRITORY**

The article considers a problem of the quality of underground drinking water, which is the only source of water supply for most areas of the Altai Territory. The main attention is focused on the detection of area of the distribution of water with high boron content. The main sources of the element in groundwater are identified and the consequences of its intake into human body are discussed.

Key words: boron-bearing rocks, drinking water, chemical analysis, dry residue, boron concentration

REFERENCES

Gidrogeologija SSSR [Hydrogeology of the USSR]. Kemerovskaja oblast' i Altajskij kraj / Eds.: M.A. Kuznecov, O.V. Postnikov. Zapadno-Sibirskoe geologicheskoe upravlenie. M.: Nedra, 1972. T. XVII. 399 p. (in Russian).

Posohov E.V. Formirovanie himicheskogo sostava podzemnyh vod [Formation of the chemical composition of groundwater]. Leningrad, 1969. 334 p. (in Russian).

SanPiN 2.1.4.1074-01 Pit'evaja voda. Gigienicheskie trebovaniya k kachestvu vody centralizovannyh sistem pit'evogo

vodosnabzheniya. Kachestvo vody [SanPiN 2.1.4.1074-01 Drinking water. Hygienic requirements for water quality for the centralized drinking water supply systems. Water quality]. M., 2001. 62 p. (in Russian).

Zakutin V.P., Vavichkin A.Yu. Osnovny'e osobennosti geokhimii bora v presnyh podzemnyh vodah [Principal features of boron geochemistry in fresh underground water] // Geokologiya. M.: Nauka., 2010. № 1. S. 30–39 (in Russian).

Received 27.08.2018

Revised 01.10.2018

Accepted 08.10.2018

¹ Altai State University, Faculty of Geography, Dean, D.Sc. in Geography; *e-mail:* bgj@geo.asu.ru

² Altai State University, Faculty of Geography, Department of natural resources and geocology, Associate Professor, PhD. in Geography; *e-mail:* swetik315@mail.ru

³ ООО «Barnaulstroyizyskaniya», geological engineer; *e-mail:* sotnikov.pet@yandex.ru

ПРАВИЛА ПОДГОТОВКИ СТАТЕЙ К ПУБЛИКАЦИИ В ЖУРНАЛЕ «ВЕСТНИК МОСКОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА. СЕРИЯ 5. ГЕОГРАФИЯ»

Журнал «Вестник Московского университета. Серия 5. География» публикует результаты оригинальных исследований в различных областях географической науки, теоретические, методические и обзорные статьи, представляющие интерес для мирового научного сообщества. К публикации также принимаются краткие сообщения (объем до 5 стр. или 9–10 тыс. знаков с пробелами, до 2 рисунков и до 10 позиций в списке литературы), информация о научных конференциях и событиях, рецензии на книги. Представленные к опубликованию материалы должны соответствовать формальным требованиям журнала, пройти процедуру слепого рецензирования и получить рекомендацию к публикации на заседании редколлегии журнала. Решение о публикации принимается на основе научной значимости и актуальности представленных материалов. Статьи, отклоненные редакционной коллегией, повторно не принимаются и не рассматриваются.

Комплектность. Представленные в редакцию материалы должны включать направление с места работы (учебы) автора; текст статьи, подписанный всеми авторами; аннотацию статьи и ключевые слова на русском и английском языках; таблицы, рисунки и подписи к ним. Материалы (за исключением направления) представляются в распечатанном виде в двух экземплярах и в электронном виде.

Структура и оформление статьи. На первой странице статьи необходимо указать УДК (печатается над заголовком статьи слева), инициалы и фамилию автора, название статьи. Внизу страницы в виде цифровых сносок для каждого автора указываются место работы, должность, ученая степень, адрес электронной почты. Информация о выполнении работы в рамках программы (проекта), о ее финансовой поддержке указывается в конце статьи. Изложение должно быть ясным, лаконичным и последовательным. Статья должна быть структурирована и включать рубрики: введение; материалы и методы исследований; результаты исследований и их обсуждение; выводы; список литературы.

Текст набирается шрифтом Times New Roman 14 кеглем через 1,5 интервала, с отступом абзацев 1,25 см. Страницы А4 имеют верхнее и нижнее поля 2 см, 2,5 см слева и 1,5 см справа; с нумерацией вверху страницы. Объем статьи не должен превышать 14–16 страниц (включая список литературы и таблицы) и не более 3–4 рисунков. Статьи большего объема могут быть опубликованы в исключительных случаях по решению редакционной коллегии.

Нумерация формул (сплошная по всей статье) указывается в скобках цифрами (1, 2 и т. д.) с правой стороны. Нумеруются только те формулы, на которые есть ссылки в тексте.

Список литературы приводится в конце статьи: сначала в соответствии с русским алфавитом, затем – с английским, по тексту статьи даются ссылки в квадратных скобках [Иванов, 1985]. Библиографическое описание дается в следующем порядке: фамилии и инициалы авторов, полное название монографии, место издания, издательство, год издания, страницы; для периодических изданий – фамилии и инициалы авторов, название статьи, название журнала, год выпуска, том, номера страниц. Для списка References (рекомендуем пользоваться ресурсом <http://www.translit.ru>) для русскоязычных позиций сделать транслитерацию ФИО авторов и названия работы; в квадратных скобках дать перевод названия на английский язык, транслитерацию выходных данных, в скобках (in Russian). Ссылки на иностранных языках остаются в оригинальном варианте. Пример оформления первой страницы и списка литературы см. на сайте журнала.

Таблицы печатаются на отдельной странице каждая, кегль 14, через 1,5 интервала. Нумеруются по порядку упоминания их в тексте арабскими цифрами. После номера должно следовать название таблицы. Все графы в таблицах должны иметь заголовки и быть разделены вертикальными линиями.

Все рисунки необходимо присылать в формате JPEG, отдельным файлом. На иллюстрациях следует избегать лишних деталей и надписей (надписи рекомендуется заменять цифрами или буквами, разъяснение которых дается в подрисовочных подписях или в тексте). Линии на рисунках должны быть четкими (5–6 pix). Ширина рисунков не должна превышать 180 мм, высота – 240 мм. Шрифт буквенных и цифровых обозначений на рисунке Times New Roman (9–10-й кегль). В рисунках рекомендуется применять разные типы штриховки (с размером шага, позволяющим дальнейшее уменьшение). Фото контрастными.

Возможна публикация цветных рисунков в online версии журнала. При этом они должны хорошо читаться и при черно-белой печати в «бумажной» версии.

Подрисовочные подписи представляются на отдельной странице, кегль 14, через 1,5 интервала.

Статьи принимаются на географическом факультете в редакции, через сайт журнала и по электронной почте.

Редакция: комната 2108а, тел. +7(495)-939-29-23. Сайт журнала <http://geogrmsu.elpub.ru/jour/index> Электронная почта: vestnik_geography@mail.ru

Плата за публикацию не взимается.