NATIONAL INFORMATION AGENCY «NATURAL RESOURCES»
RUSSIAN ECOLOGICAL ACADEMY
THE MSU EURASIAN CENTER FOR FOOD SECURITY

USE AND PROTECTION OF NATURAL RESOURCES OF RUSSIA

SCIENTIFIC, INFORMATIVE AND ANALITICAL BULLETIN

№ 2 (170)/2022

NATURE

Common Problems of Nature Management
Mineral Resources
Water Resources
Land Resources
Forest Resources
Biodiversity
Biological Resources of Land
Water Biological Resources
Climatic Resources
Recreational Resources and Special Protected Natural Areas
Environmental Protection
Cartography

AGRICULTURAL RESOURCES AND FOOD SECURITY

Food Security
Feed Resources
Soils
Agrolandscapes
Agroecology
Agroeconomics

EDITORIAL BOARD:

A.I. Bedritsky, V.A. Belyaev, A.N. Chumakov, N.N. Dubenok, A.G. Ischkov, N.S. Kasimov, V.N. Lopatin, L.V. Oganesyan, S.A. Ostroumov, G.S. Rozenberg, N.G. Rybalsky (chief editor), **A.V. Shevchuk, S.A. Shoba, E.A. Shvarts** (vice editor-in-chief), **A.A. Sirin, V.V. Snakin** (vice editor-in-chief), **A.A. Tishkov, V.Y. Zharnitckiy**

EDITORIAL COUNSIL:

S.V. Belov (Mineral Resources), **R.S. Chalov** (Water Resources)**, M.M. Cherepansky** (Gidrogeology), **G.M. Chernogaeva** (Climatic Resources), **S.I. Nikonorov** (Water Biological Resources), **N.G. Rybalsky** (Common Problems of Nature Management, Environmental Protection), **E.V. Shorohova** (Forest Resources), **E.A. Shvarts** (Recreational Resources and SPNA, Biodiversity), **A.V. Smurov** (Biological Resources of Land), **I.A. Sosunova** (Social Ecology, Society and Nature), **S.A. Stepanov** (Environmental Education and Culture), **V.S. Tikunov** (Cartography), **N.F. Tkachenko** (FEC), **I.A. Trofimov** (Geobotany and Agroecology), **A.S. Yakovlev** (Land Resources)

EDITORIAL STAFF:
I.S. Muravyeva, **V.V. Bryzgalova, E.A. Eremin**

NATIONAL INFORMATION AGENCY «NATURAL RESOURCES»
108811, Moscow, tow. settl. Moscowsky, mailbox 1627, NIA-Priroda
Phone 8 (903) 721-43-65, e-mail: nia_priroda@mail.ru, www.priroda.ru,
Registration certificate № 03206 of 19th November, 1997

The Bulletin is included in the list of peer-reviewed scientific journals of the Higher Attestation Commission (of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation)

ISSN 2222-5633

© NIA-PRIRODA, 2022

В ЭТОМ ВЫПУСКЕ

ПРИРОДА

Общие вопросы природопользования

Ж.В. Кузьмина, С.Е. Трешкин, С.В. Черноруцкий. Методические подходы к выявлению влияния гидротехнических сооружений и климатических изменений на динамику наземных экосистем.....3

Минеральные ресурсы

Э.А. Аванян. Радиолокационное зондирование недр Земли: проблемы и решения.....13

Водные ресурсы

Б.И. Корженевский. Геоэкологические последствия паводка в июне 2021 года на водотоках Ялты.....22

Биоразнообразие

Е.А. Булгаков, М.А. Арбузов, М.А. Булгакова. Оценка пастбищного воздействия лошади Пржевальского на видовое разнообразие муравьев заповедника «Оренбургский».....27

Биоресурсы суши

А.Н. Королев, С.К. Кочанов, А.Н. Петров. Видовое разнообразие, структура и динамика населения охотничьих животных в зоне воздействия горнодобывающего предприятия на примере Средне-Тиманского бокситового рудника (Республика Коми).....31

Климатические ресурсы

И.М. Аблова. Изменение средних сезонных температур приземного воздуха г. Омска за период 1961–2019 гг.....41

Охрана окружающей среды

М.В. Евдокимова. Экологическая оценка состояния земель Европейской части России по материалам дистанционного зондирования Земли.....44

Картография

А.А. Присяжная, С.А. Круглова, В.Р. Хрисанов, В.В. Снакин. Россия в Красном списке Международного союза охраны природы.....55

АГРОРЕСУРСЫ И ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Продовольственная безопасность

Д.М. Хомяков. Продовольственная безопасность и сельское хозяйство (прогноз глобальной ситуации на ближайшее десятилетие).....68

Кормовые ресурсы

И.А. Трофимов, Л.С. Трофимова, Е.П. Яковлева. Природные кормовые угодья России.....76

Почвы

А.П. Сизов, Я. Маринова. Исчисление средоформирующего потенциала территории региона на основании сведений о её почвенном покрове.....90

Н.Н. Рыбальский, В.А. Долгинова. Разработка кроссплатформенных мобильных приложений по почвоведению с использованием фреймворка Flutter.....98

Агроландшафты

К.П. Шехтер, П.М. Сапожников. Кадастровая стоимость земель агроландшафтов Краснодарского края.....103

Агроэкология

А.В. Каверин, В.В. Мунгин, С.Ю. Гришин, И.С. Ушаков, Н.П. Бочкарев. Пути экологизации аграрного производства с использованием сенокосов и пастбищ в Республики Мордовия.....110

О.А. Макаров, А.С. Строков, Е.В. Цветнов, Н.А. Марахова, В.С. Красильникова, Н.Р. Крючков, М.Р. Чекин, А.О. Макаров, Д.Р. Абдулханова. Опыт эколого-экономической оценки деградации земель агрохозяйств, расположенных в различных субъектах Российской Федерации.....116

Агроэкономика

Р.А. Ромашкин, С.А. Ламанов. Проблемы и задачи развития агрологистической инфраструктуры России в новых экономических условиях.....121

Календарь событий.....125

Книжная полка.....127

Общие вопросы природопользования

УДК 551.581; 556.3 (574.42); 574.474

Методические подходы к выявлению влияния гидротехнических сооружений и климатических изменений на динамику наземных экосистем

Ж.В. Кузьмина[1], *д.г.н.; С.Е. Трешкин*[2], *д.с-х.н.; С.В. Черноруцкий*[1]
[1]*Институт водных проблем РАН*
[2]*Министерство науки и высшего образования РФ*

Работа посвящена развитию методики выявления динамических изменений в наземных экосистемах в долинах малых рек бассейна Верхней Волги и прилегающих к ним водосборных плакорных территориях южной тайги вследствие совокупного влияния климатических изменений, сопутствующих им гидрологических изменений и антропогенного фактора — гидротехнического воздействия. В результате мониторинга и статанализа данных установлены изменения меженного летнего уровня грунтовых вод (с 2009 по 2018 гг.), связанного с флуктуациями климата, которые по разному влияют на естественные и антропогенно нарушенные экосистемы, в т.ч. в верхних и нижних бьефах водохранилищ, а также подверженных мелиоративному воздействию. Выявлены основные тенденции динамики экосистем в результате совокупных гидролого-климатических изменений.

Ключевые слова: изменения климата, изменение гидрологического режима рек, совокупное воздействие гидролого-климатических изменений, долинные экосистемы, динамика растительности, нарушения водного режима.

Введение

Климатические изменения последних десятилетий проявляют устойчивые тенденции, которые, имея свою специфику в различных регионах мира, по-разному влияют на экосистемы. Изменение температур и количества осадков, изменение внутригодового их распределения, а также связанных с ними изменений других многочисленных параметров, меняют состояние экосистем, выводя их из динамического равновесия.

Специфика долинных экосистем в свете данной проблемы состоит в наличии основного определяющего фактора — влияния водотока. Гидрологические изменения, определяемые динамикой климата, приводят в долинах рек к изменению режима колебаний уровня грунтовых вод, связанного с урезом воды в водоеме и определяют изменения в наземных долинных экосистемах, а также на прилегающих к ним плакорных поверхностях и надпойменных террасах. Эти изменения в пределах отдельных регионов (например, изменение меженного положения уровня грунтовых вод, распределения оглеения в почвах или направления сукцессионных рядов растительности), также как и количественные климатические и гидрологические показатели, имеют устойчивые тенденции.

Однако в нарушенных человеком долинных экосистемах (гидротехническим строительством, зарегулированностью, мелиорацией), наблюдается совокупное влияние климатического и антропогенного фактора. Гидротехническое строительство существенно изменяет экологические естественные взаимосвязи в пойменных и долинных экосистемах [1]. Исследования динамики и прогнозирование состояния долинных экосистем, её связей с изменением гидрологических, климатических и иных параметров являются чрезвычайно актуальными по многим причинам, в т.ч. из-за того, что выявленные изменения означают деградацию почв, возникновение малопродуктивных экосистем и сообществ.

Материалы и методы

Работы выполнялись по разработанному нами ранее алгоритму установления нарушений в наземных экосистемах и ландшафтах при изменении

обводненности территорий в результате гидротехнического строительства или климатических изменений [2,3]. На первом этапе разработанной нами «Методики оценки нарушений в наземных экосистемах при изменении обводненности территорий» [3] решается вопрос о наличии или отсутствии современных кратковременных (за период менее 100 лет) изменений в обводненности ландшафтов. Этот камеральный этап исследований состоит из анализа статобработки многолетних климатических (максимальная, средняя, минимальная температура воздуха и суммарные атмосферные осадки) и гидрологических (максимальные, средние, минимальные расходы и уровни воды) данных. Выявление значимых достоверных трендов климатических или гидрологических изменений является основанием для утверждения о наличии возможных изменений в ландшафтах и экосистемах [4—7]. Наличие трендов определяется величиной достоверного коэффициента корреляции (r) фактических данных с его линейным уравнением по значению выше 0,3 [8] для периодически меняющихся данных, при достоверности r от 90 % до 99,9 % (т.е. при (т.е. при α от 0,10 до 0,001).

В работе использовались данные 8 метеостанций, имеющих многолетние ряды непрерывных измерений, а также 9 гидрологических постов. Иссследовались суточные данные метеостанций за период 54—136 лет по 2014 г. включительно, а также опубликованные данные гидрологических ежегодников (до 1990 г.). Многолетние метеоданные анализировали по 11 временным периодам (год, теплое и холодное полугодия, по два альтернативных теплых и холодных полугодия, весна, лето, осень, зима) для каждой метеостанции. Метеорологические изменения для всех 11 временных периодов исследовались для 6-и метеохарактеристик (суммарные осадки, средние температуры воздуха, средние максимальные, средние минимальные температуры воздуха, абсолютные минимальные и абсолютные максимальные температуры воздуха). Всего было проанализировано 528 кривых с их трендами, т.е. по 88 кривых для каждой из 6-и метеохарактеристик. В анализе гидрологических данных использовались 14 кривых многолетних изменений уровней и расходов воды для 9 гидропостов за период с момента их открытия по 1990 год. Для анализа многолетнего изменения УГВ исследовались 30 кривых, полученных при обработке данных собственных полевых исследований с 2009 по 2018 гг. Для 16 из них были установлены достоверные значимые тренды.

Вслед за установлением изменений климатических, гидрологических и гидрогеологических (УГВ) характеристик они отдельно оценивались по разработанному нами [9] динамическому показателю — *относительному коэффициенту изменений* (ОКИ) этих основных характеристик за многолетний период:

$$ОКИ = \frac{\left|F(t_n) - F(t_1)\right|}{\left|t_{\max} - t_{\min}\right|} 100\% \ ,$$

где *F(t1)* и *F(tn)* — начальные и конечные значения линейного тренда оцениваемой характеристики (температуры, осадков, УГВ и др.), а t_{max} и t_{min} — максимальные и минимальные фактические (измеренные) значения этого параметра за многолетний период.

ОКИ, представляя собой отношение *модуля изменения трендовых значений* параметра за многолетний период к *модулю амплитуды колебания фактических (измеренных) значений* этого параметра в многолетнем аспекте, отражает долю изменений в % вне зависимости от абсолютных значений изменяющейся величины. Естественным образом полученные коэффициенты ОКИ были разбиты на 4 класса изменений оцениваемой характеристики (ОКИ осадков, ОКИ УГВ, ОКИ максимальной, минимальной или средней температуры воздуха и др.): 1) — изменения минимальные или очень слабые соответствуют величине ОКИ от 0.1% до 14%; 2) — изменения слабые соответствуют величине ОКИ от 15 до 30 %; 3) — изменения средние соответствуют величине ОКИ от 31 до 50 %; 4) — изменения сильные соответствуют величине ОКИ от 51 до 100 %.

При установлении наличия климатических изменений, способных повлиять на наземные экосистемы, *совокупное воздействие изменений осадков и температуры воздуха* (влажностно-температурного режима) оценивалось далее по *Индексу засушливости Педя1* ($И_{Педя1}$) [10], который рассматривает аномалии по отношению к базовому периоду (1961—1990 гг.), а также по *его модифицированному варианту* — $И_{Педя2}$, рассматривающему аномалии по отношению ко всему периоду наблюдений [9]. Оценка индексов засушливости Педя проводилась по ранее принятым методикам [9]: положительным значениям индексов соответствовали засушливые периоды с повышением температур, а отрицательным — влажные — с усилением холодов; атмосферная засуха считалась при значениях индекса $И_{Педя}>2$, а если $И_{Педя}<-2$, то принимались условия с избыточным увлажнением; при $-2<И_{Педя}<2$ погодные условия считались нормальными или со слабой аномальностью; однако, для зимних периодов индекс Педя рассчитывался также, но с заменой при этом знака "-" на знак "+"; теплой и многоснежной зима считалась при $И_{Педя}>2$, а холодной и малоснежной — при $И_{Педя}<2$. При этом значения индекса Педя1 показывает изменения уже произошедшие по сравнению с условно стабильным периодом 1961—1990 гг., а значения индекса Педя2 показывают изменения на ближайшую перспективу.

На втором полевом — заключительном этапе исследований по разработанной нами Методике [3] выявляется степень нарушенности экосистем

и ландшафтов на основе анализа динамических и стабильных биологических показателей. При этом к динамическим показателям, которые постоянно (ежегодно) изменяют свои значения, относятся 1) изменение видового разнообразия растительных сообществ и 2) их ежегодная флуктуационная изменчивость. К стабильным биологическим показателям (или иначе фитоценотическим), изменяющимся не ежегодно, а постепенно (за период от 10 лет и более) относятся: 1) изменение структурной организации растительных сообществ (количество и качество ярусов); 2) наличие и количественная композиция в составе растительных сообществ видов растений — индикаторов изменения водного режима территории; 3) качественное и количественное проявление видов растений — индикаторов изменения водного режима; 4) изменение кормовой ценности луговых сообществ (% сорнотравья).

Оценка нарушенности экосистем или ландшафтов по нашей методике выявляется по количественному соотношению нарушенных или ненарушенных экосистем в пределах заложенных модельных трансект или экопрофилей (*рис. 1*). Общий балл для нарушения ландшафта или экосистемы рассчитывается по среднему баллу ото всех биологических показателей для всех оцениваемых экосистем на профиле. Степень нарушения как отдельных экосистем, так и ландшафтов оценивается по пятибалльной шкале [2].

Многолетние (2009—2018 гг.) полевые мониторинговые исследования проводились в бассейне верхней Волги, в Талдомском и Сергиево-Посадском районах Московской области, в т.ч. на землях заказника «Журавлиная родина». Исследовались долины малых рек этой территории — Дубна, Кильма, Павловка, Костинка, Сулать, Вьюлка и др. Водные объекты были выбраны с учётом специфики в разное время влияющих на них факторов:

— малонарушенные — на территории заказников и неиспользуемых территорий, профили Кильма (долина р. Кильма), 58° 45’ 53.5’’ с.ш., 37° 54’ 51.2’’ в.д. (начало) — 56° 45’ 58,0’’ с.ш., 37° 55’ 20,6’’ в.д. (конец) и Вьюлка (долина р. Вьюлка), 56° 51’ 09,1’’ с.ш., 37° 55’ 56,4’’ в.д. — 56° 51’ 10,2’’ с.ш., 37° 57’ 39,0’’ в.д.;

— зарегулированные — на участках верхнего (а) и нижнего (б) бьефов водохранилищ с малыми низконапорными плотинами, профили Павловка (долина р. Павловка), а) — верхний бьеф (ВБ) — 56° 34’ 19,0’’ с.ш., 37° 42’ 32,6’’ в.д. — 56° 34’ 18,3’’ с.ш., 37° 43’ 14,8’’ в.д., б) — нижний бьеф (НБ) — 56° 34’ 01,1’’ с.ш., 37° 42’ 22,6’’ в.д. — 56° 34’ 05,1’’ с.ш., 37° 42’ 39,6’’ в.д. и Полубарское (долина р. Сулати), а) — верхний бьеф — 56° 41’ 51.0’’ с.ш., 38° 08’ 54.4’’ в.д. — 56° 42’ 09,6’’ с.ш., 38° 09’ 24,9’’ в.д., б) — нижний бьеф — 56° 41’ 37,2’’ с.ш., 38° 08’ 56,1’’ в.д. — 56° 41’ 37,6’’ с.ш., 38° 09’ 12,5’’ в.д., с учётом минимального воздействия остальных видов антропогенного воздействия;

— с наличием мелиоративно-ирригационных мероприятий в пределах бассейнов рек — для изучения влияния обводнения-осушения на наземные экосистемы, профили Костинка (долина р. Костинка, бассейн р. Хотча), 56° 46’ 55,8’’ с.ш., 37° 45’ 07,7’’ в.д. — 56° 47’ 10,6’’ с.ш., 37° 44’ 50,2’’ в.д. и Курга (долина р. Курга), 56° 40’ 51,7’’ с.ш., 38° 17’ 22,1’’ в.д. — 56° 40’ 31,3’’ с.ш., 38° 17’ 33,8’’ в.д.;

— с наличием элементов спрямления русла — профили Сущево (пойма р. Дубны), 56° 34’ 45,9’’ с.ш., 37° 45’ 54,0’’ в.д. — 56° 34’ 50,1’’ с.ш., 37° 46’ 16,2’’ в.д. и Окаёмово (долина р. Дубны), 56° 40’ 8,9'' с.ш., 37° 52’ 27,3’’ в.д. — 56° 39’ 47,1’’ с.ш., 37° 51’ 24,4’’ в.д.).

Малонарушенными считались реки, не испытавшие прямого или косвенного гидротехнического воздействия, а также наименее затронутые другими видами антропогенного влияния. Таким

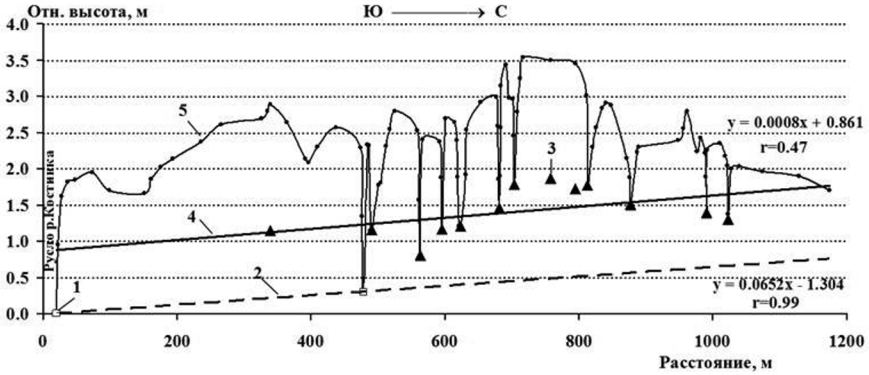

Рис. 1. **Экологический профиль Костинка на участке основного русла реки**
Условные обозначения. Положение грунтовых и поверхностных вод в летнюю межень самого засушливого 2010 г.: 1 — инструментальное положение уровня воды (УВ) в основном русле реки (08.08.2010), 2 — линейный тренд (с его математической формулой) возможного уровня грунтовых вод (УГВ) в пойме реки в этот период при отсутствии серии глухих плотин-перемычек на 10 мелиоративных канавах, 3 — инструментальное положение УГВ в почвенных шурфах и УВ в 10 мелиоративных канавах, 4 — линейный тренд фактического УГВ в пойме в этот период при наличии серий глухих плотин-перемычек в 10 мелиоративных канавах, 5 — инструментальный рельеф поймы реки на участке профиля.

образом, вторая часть исследований — мониторинг, проводилась на 8-ми экологических отнивелированных профилях с разной степенью нарушенности. Эти профили (см. рис. 1), протяженностью от 500 м до 2 км были заложены перпендикулярно руслу реки — от уреза воды до плакорной (водосборной) поверхности.

Каждый из выбранных экопрофилей, на которых проводился мониторинг, состоял из ряда площадок. На них ежегодно в летний меженный период выполнялись геоботанические описания, для части из них проводились исследование модельных почвенных разрезов (для 30-и) с отбором проб и последующим анализом образцов из генетических почвенных горизонтов на влажность и химизм, кроме того, для них же устанавливался УГВ. Также на отдельных модельных точках (для 4-х типов экосистем), измерялся годовой ход температуры и влажности для воздуха (на высоте 2 м от поверхности земли) и почв (на глубине 20, 60 и 120 см). Измерялся также меженный уровень воды на каждом из 8-ми профилей.

По полученным результатам построены графики изменения различных параметров в экосистемах.

Таблица 1

Индекс засушливости Педя и тренды многолетних изменений суммарных атмосферных осадков и средней температуры воздуха для годовых, полугодовых и сезонных значений метеорологических характеристик на севере Центральной части Восточно-Европейской равнины (фрагмент таблицы)

Станция	Периоды			Суммарные атмосферные осадки, мм							Индекс Педя		Средняя температура воздуха, °						
	год, полугодие, сезон	месяц	годы	кол-во лет расчета	тренд	r^1	α	ср.^{2}	$\Delta 3$	ОКИ^4	I_1^5	I_2^6	кол-во лет расчета	тренд	r	α	ср.	Δ	ОКИ
Старица	Год	1–12	1951(1936)^7–2014	64	+	**0.53**	0.001	659	**301**	**30.0**	0.1	0.1	75	+	**0.47**	0.001	4.3	**1.7**	**40.2**
	Тепл.	4–9		64	+	**0.39**	0.01	410	**155**	**23.7**	-0.2	-0.1	75	+	**0.34**	0.01	12.6	**1.1**	**23.2**
	Хол.	10–3		64	+	**0.55**	0.001	249	**146**	**33.7**	**3.4**	**3.5**	76	+	**0.42**	0.001	-4.0	**2.3**	**33.0**
	Весна	3–5		64	+	**0.28**	0.05	130	**50**	**14.3**	-0.3	0.1	76	+	**0.48**	0.001	4.3	**2.8**	**38.9**
	Лето	6–8		64	+	**0.27**	0.05	249	**82**	**16.4**	**-1.8**	**-1.7**	75	+	0.09	н	16.3	**-**	**-**
	Осень	9–11		64	+	**0.44**	0.001	169	**110**	**23.1**	**4.0**	**3.9**	77	+	**0.25**	0.05	4.3	**1.2**	**16.5**
	Зима	12–2		64	+	**0.45**	0.001	112	**59**	**34.1**	**4.3**	**3.7**	76	+	**0.28**	0.05	-7.9	**2.4**	**22.7**
	Тепл.	5–10		64	+	**0.47**	0.001	432	**198**	**35.4**	0.4	0.5	75	+	**0.27**	0.05	12.5	**0.9**	**16.7**
	Холл.	11–4		64	+	**0.41**	0.001	227	**103**	**22.0**	**3.9**	**3.7**	76	+	**0.43**	0.001	-4.0	**2.5**	**33.0**
	Тепл.	4–10		64	+	**0.46**	0.001	468	**198**	**31.7**	-0.2	-0.1	75	+	**0.39**	0.001	11.4	**1.2**	**25.3**
	Холл.	11–3		64	+	**0.46**	0.001	191	**104**	**24.5**	**3.6**	**3.5**	76	+	**0.38**	0.001	-5.7	**2.4**	**29.3**
Можайск	Год	1–12	1951(1932)-2014	64	+	**0.55**	0.001	648	**281**	**30.1**	0.3	0.1	83	+	**0.47**	0.001	4.6	**1.7**	**39.0**
	Тепл.	4–9		64	+	**0.35**	0.01	393	**106**	**21.7**	**1.0**	0.5	83	+	**0.41**	0.001	13.0	**1.4**	**25.4**
	Хол.	10–3		64	+	**0.56**	0.001	255	**175**	**30.1**	**4.1**	**3.6**	82	+	**0.41**	0.001	-3.9	**2.2**	**30.7**
	Весна	3–5		64	+	**0.22**	0.10	129	**35**	**11.6**	-0.3	0.3	83	+	**0.53**	0.001	4.5	**3.1**	**40.0**
	Лето	6–8		64	+	**0.27**	0.05	235	**69**	**19.3**	**-1.5**	**0.4**	83	+	**0.21**	0.10	16.7	**0.9**	**13.0**
	Осень	9–11		64	+	**0.36**	0.01	129	**84**	**11.6**	**2.0**	**1.7**	82	+	0.16	н	4.6	**-**	**-**
	Зима	12–2		64	+	**0.59**	0.001	117	**93**	**44.2**	**4.3**	**3.5**	83	+	**0.33**	0.01	-7.9	**2.7**	**25.9**
	Тепл.	5–10		64	+	**0.35**	0.01	413	**127**	**21.9**	-2.0	0.4	83	+	**0.30**	0.01	12.9	**1.0**	**17.7**
	Холл.	11–4		64	+	**0.56**	0.001	235	**154**	**35.5**	**3.6**	**3.4**	83	+	**0.47**	0.001	-4.0	**2.7**	**34.5**
	Тепл.	4–10		64	+	**0.36**	0.01	450	**135**	**21.2**	0.4	0.0	83	+	**0.41**	0.001	11.8	**1.3**	**25.0**
	Холл.	11–3		64	+	**0.61**	0.001	197	**146**	**39.1**	**3.9**	**3.5**	82	+	**0.41**	0.001	-5.7	**2.5**	**30.2**

Примечание: r^1 — коэфф. корреляции линейного тренда с кривыми фактических многолетних значений осадков и температур; Ср.^{2} — фактические средние значения суммарного количества атмосферных осадков и средней температуры воздуха за многолетний период по данным измерений; Δ^3 — модуль изменения трендовых значений (осадков и температуры) за рассматриваемый период; ОКИ^4 — относительный коэффициент изменений в %; I_1^5 — индекс засушливости Д.А. Педя1; I_2^6 — модифицированный индекс засушливости Д.А. Педя 2; $(1936)^7$ — в скобках даны значения начальных или конечных годов периодов, используемых при анализе выборок данных для средней температуры воздуха, если эти периоды различны для анализируемых метеохарактеристик в табл.; жирным шрифтом выделены показатели для достоверных трендов.

Исследование рядов данных позволило математически подтвердить существование устойчивых трендов с достоверными коэффициентами корреляции [2]. Исследовались также связи этих экологичесих изменений с совокупным влиянием антропогенного (гидротехническое строительство) и условно-естественного (климатического) факторов.

Результаты и обсуждение

Динамика долинных экосистем зависит от многих факторов, которые можно подразделить на условно-естественные и антропогенные. К условно-естественным относятся изменения климата и зависящие от них изменения гидрологического режима. Из антропогенных факторов нами изучалось только влияние ГТС (низконапорных плотин с подпором ниже 10 м), малых водохранилищ, спрямление русла, а также мелиорации.

Для региона исследований в результате камерального этапа выполнения Методики [3] были установлены изменения климатических характеристик, влияющих на динамику экосистем.

Анализ трендов многолетних изменений суммарных атмосферных осадков показал (*табл. 1*), что основной тенденцией их изменений является повсеместное и безусловное их увеличение в целом за год (всреднем на 198 мм по всем станциям) за счет повышения выпадения в холодное полугодие (124 мм) и зимой (на 75 мм), а также отчасти осенью (на 83 мм).

Средние температуры воздуха имеют единую и единственную повсеместную и безусловную тенденцию повышения среднегодовой температуры (на 2,1°С) одновременно за счет холодного и за счет теплого полугодия (рис. 2). В сезонном аспекте основная доля повышения средних температур приходится на зиму и весну (всреднем для всех станций на 3,0°С; рис. 3). При этом увеличение температур в холодное полугодие, а также в зимний и весенний сезоны по абсолютным значениям почти в два раза больше (в 1,6—1,9 раза), чем в теплое полугодие, летом и/или осенью. Сходная тенденция в изменении средних температур воздуха отмечается и для всей Центральной России, бассейна Нижней Волги и бассейна Амура [9,11—14]. Изменения средних температур воздуха уже очень значительны, более половины из них достигают средних показателей, т.е. изменения лежат в пределах от одной трети до половины возможных.

В результате анализа многолетних изменений всех 6-и метеохарактеристик для 8 метеостанций (Кострома, Тверь, Коломна, Переславль-Залесский, Максатиха, Можайск, Москва, Старица) были установлены основные климатические тенденции в регионе исследований (см. *рис. 2, 3, табл. 1*):

— основное потепление происходит в зимнее полугодие;

— максимальные положительные изменения происходят зимой и весной (от 2.0 до 4.2°С);

— холодное полугодие также вносит основную долю в увеличение суммарных осадков;

— в сезонном распределении — абсолютное максимальное повышение увлажнения характерно для зимы и осени;

— происходит значительное повышение абсолютных минимальных температур воздуха;

— достоверное потепление летом (от 0.6° до 2.4°С) пока в 2 раза меньше по амплитуде, чем для холодных периодов;

— наличие потепления установлено для всех исследуемых 11 временных периодов.

Оценка по ОКИ изменений метеохарактеристик показала, что из всех проанализированных 528 кривых многолетних изменений (для 6 метеохарактеристик по 11 временным периодам для 8 метеостанций) достоверные тренды установлены в 90—95 % случаев для каждой из оцениваемых метеохарактеристик. При этом (*табл. 2*) практически все изменения по ОКИ относятся ко 2-му и 3-ему классам градации ОКИ. Самые высокие изменения (3-го класса) произошли для средних температур воздуха (53 % из 88 кривых) и средней минимальной температуры воздуха (52 % из 88 кривых). Для остальных характеристик изменения, в основном, лежат в пределах 2-го класса. Т.е. пока, установленные многолетние изменения для всех 6-и рассмотренных метеохарактеристик (суммарные осадки, ср. температуры, ср. максимальные и минимальные температуры, абсолютные минимальные и максимальные температуры) лежат в пределах изменений от одной трети до половины от возможных и не достигли максимальных значений.

Для оценки совокупного воздействия изменений температуры и осадков были выполнены расчеты *индексов засушливости Педя 1 и Педя 2* для всех метеостанций по 11 выделенным временным периодам. На основании этого были выявлены основные тенденции изменения при совокупном воздействии изменений температуры и осадков (см. табл. 1).

Установлено, что основной тенденцией в изменении влажностно-температурного режима в регионе является значительное потепление, связанное с большим увеличением осадков в виде снега в холодный период года (в среднем для холодного времени Педя 1=4,1 и Педя 2=3,4), в то время как для общего годового цикла изменения практически не просматриваются.

В сезонном распределении совокупного влияния температуры воздуха и атмосферных осадков отмечается тенденция существенного потепления наряду с увеличением выпадения осадков зимой и осенью. Причем зимой тенденция выражена в 2 раза сильнее, чем осенью.

Анализ материалов гидрологических станций в бассейне верхней Волги (1 — р. Волга-с Ельцы, 2 — р. Волга-г. Ржев, 3 — р. Волга-г. Зубцов, 4 — р. Волга-г. Старица, 5 — р. Тьма-с. Новинки, 6 — р. Дубна-с. Нушполы, 7 — р. Дубна-пгт. Вер-

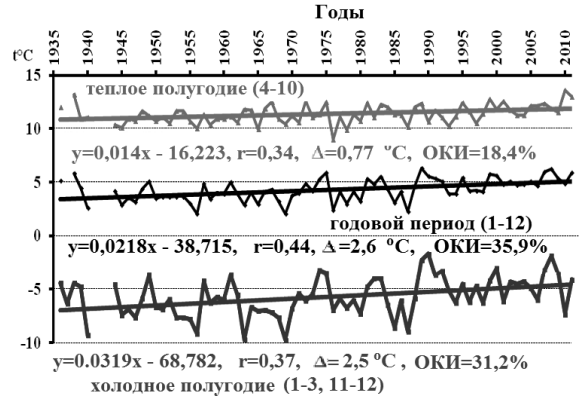

Рис. 2. **Изменение средней температуры в г. Старице**

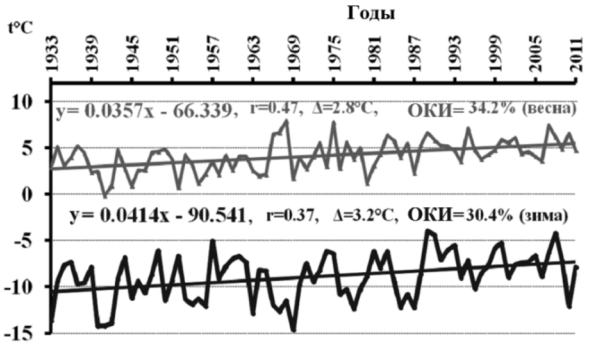

Рис. 3. **Изменение средней температуры в г. Переславле-Залесском**

Таблица 2

Относительный коэффициент изменений (ОКИ, %) **средних температур воздуха за многолетний период в зоне южной тайги бассейна верхней Волги**

Период (месяцы)	*Метеостанция*								*Для всех ОКИ*		
	Кострома	*Тверь*	*Коломна*	*Переславль-Залесский*	*Макатиха*	*Можайск*	*Москва*	*Старица*	*ср.*	*макс.*	*мин.*
Год (1—12)	**36**	**49**	**49**	**32**	**33**	**39**	**56**	**40**	**42**	**56**	**32**
Тепл. (4—10)	**29**	**44**	**38**	**22**	**11**	**25**	**42**	**25**	**29**	**44**	**11**
Хол. (11—3)	**27**	**31**	**33**	**31**	**27**	**30**	**43**	**29**	**31**	**43**	**27**
Весна (3—5)	**38**	**43**	**31**	**35**	**28**	**40**	**46**	**39**	**37**	**46**	**28**
Лето (6—8)	**14**	**32**	**27**			13	26		**22**	**32**	**13**
Осень (9—11)		25	27				**31**	**17**	**25**	**31**	**17**
Зима (12—2)	**29**	**20**	**26**	**31**	**26**	**26**	**35**	**23**	**27**	**35**	**20**
Тепл. (5—10)	**22**	33	32	19		**18**	**36**	**17**	**25**	**36**	**17**
Хол. (11—4)	**30**	**34**	**33**	**32**	**29**	**35**	**46**	**33**	**34**	**46**	**29**
Тепл. (4—9)	**28**	**32**	**34**	**22**	**17**	**25**	**35**	**23**	**27**	**35**	**17**
Хол. (10—3)	**27**	**36**	**34**	**29**	**26**	**31**	**43**	**33**	**32**	**43**	**26**
Всего:									**31**	**56**	**11**

Классы изменений ОКИ по величине значений:

минимальные — 0.1—14%, слабые — 15—30%,

средние — 31—50%, максимальные — 51—100%.

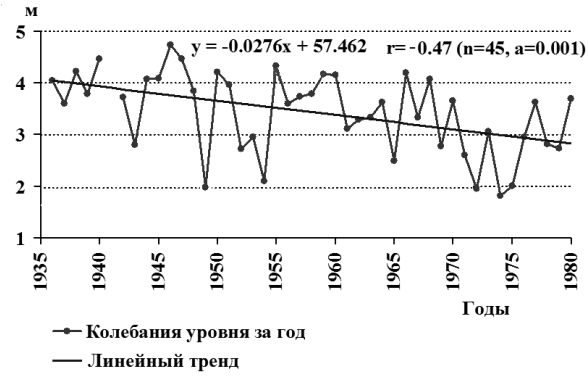

Рис. 4. **Многолетнее изменение амплитуды уровня воды в реке Тьма (с. Новинки)**

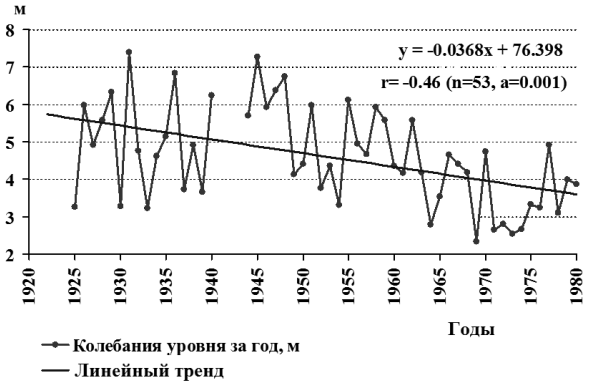

Рис. 5. **Многолетнее изменение амплитуды уровня воды в реке Волга (г. Ржев)**

билки, 8 — р. Медведица-Большие Сетки, 9 — р. Нерль-д. Подол) показал связанные с климатическими изменения в режиме стока водотоков региона. Установлено, что для них характерна общая тенденция сокращения амплитуды колебания уровней (*рис. 4, 5*) и расходов воды за счет снижения их максимальных паводковых и повышения их меженных значений. Те же процессы в большей мере выражены для водотоков, в створах которых возведены дамбы, за счёт искусственного регулирования уровня воды, нивелировки пиков паводков и половодий.

Согласно проведённому анализу, к настоящему времени средняя амплитуда расходов и уровней воды в условно ненарушенных реках этой территории сократилась на 1—3 м, за счет понижения максимальных расходов и уровней воды (на 1,5—4 м) в половодье и повышения меженных расходов и уровней (для рек с малонарушенным режимом), особенно в летнюю межень (на 0,3—0,5 м; см. рис. 4, 5). Подобное снижение заливания означает прекращение поемного режима на верхних и средних уровнях поймы, занятых ценными пойменными лесами, заливными и суходольными лугами, что приводит к их трансформации.

Таким образом, для рассматриваемой территории характерно гумидное потепление, т.е. повышением среднегодовой температуры на фоне увеличения количества осадков и повышения расходов и уровней воды в реках, особенно в меженный период [11, 15].

На основании оценки *совокупного воздействия изменений влажностно-температурного режима и установленных гидрологических изменений* выявлены следующие основные изменения в экосистемах и ландшафтах:

— в весенний период отмечается тенденция нарастания термического режима при снижении увлажнения в то время как летний и осенний периоды, наоборот, характеризуются повышением увлажнения без сильного повышения температур;

— для рек с малонарушенным режимом установлена тенденция к повышению максимальных значений уровней воды в летний период, которая наряду с отрицательными значениями индекса засушливости (от -0,3 до -1,7), указывает на активизацию болотного процесса не только в долинах рек, но и на водосборных территориях;

— усиление тенденции формирования избыточного увлажнения в летний и осенний периоды;

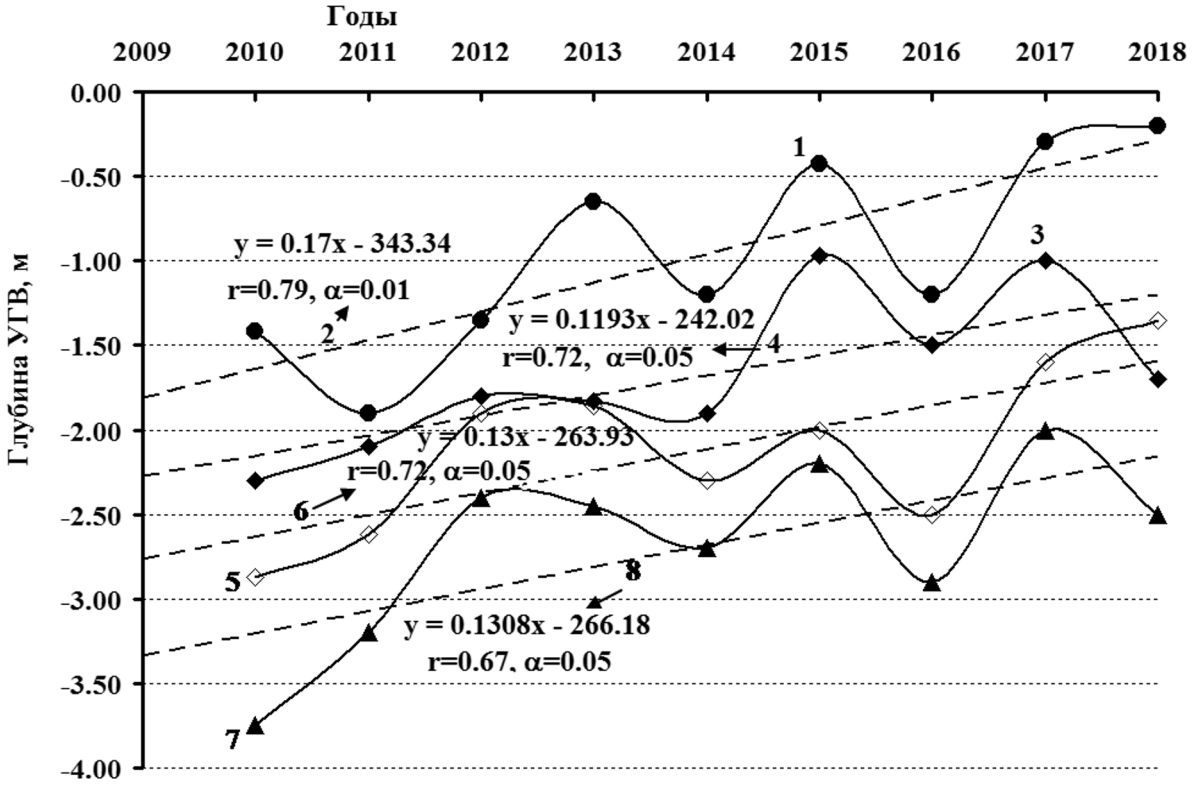

Рис. 6. **Многолетние изменения уровня грунтовых вод в летнюю межень для экосистем, находящихся на различных формах рельефа в долине р. Вьюлки**

Условные обозначения. Фактическое изменение УГВ в летнюю межень: 1 — двукисточниково-осоковый луг низкой поймы (1-ая пойменная терраса) правого берега реки; 3 — разнотравно-злаковая с участием ивы, подроста березы и осины (зарастающий луг) на выположенном склоне плакорной поверхности долины левого берега; 5 — злаковый луг с участием разнотравья на 1-ой надпойменной террасе правого берега реки; 7 — разнотравно-бодяково-злаковый луг на верхней пойме (3-я пойменная терраса) левого берега. Тренды изменения УГВ с их формулами, коэфф. корреляции (r) и значимостью (a) для соответствующих модельных шурфов: 2 — для кривой 1, 4 — для кривой 3, 6 — для кривой 5, 8 — для кривой 7.

— сильное потепление зимой (на 2,7 — 4,1 °С), сопровождающееся чрезвычайным увеличением выпадения осадков в виде снега (индекс засушливости — от 3,0 до 5,0);

— изменение многолетней амплитуды колебания уровней воды (на 1,5—4 м) и сокращение максимального паводкового затопления способствует подтоплению низкой поймы, закустариванию низкой и средней поймы, исчезновению заливных лугов.

Проводя анализ изменения УГВ за многолетний период, следует отметить, что на контрольном (без наличия антропогенных нарушений) профиле Вьюлка (*рис. 6*), повышение УГВ за 9 лет отмечается для всех основных форм рельефа: низкой и высокой поймы (рис. 6, кривые 1 и 7), 1-ой надпойменной террасы и плакорной поверхности (рис. 6, кривые 5 и 3), что подтверждают большие коэффициенты корреляции (r от 0,67 до 0,70) с высокой значимостью (α от 0,05 до 0,01) между фактическими данными УГВ и их трендами. Всреднем на контрольном профиле Вьюлка УГВ поднялся на 1,1 м (от 1,0 до 1,4 м).

При этом, на низкой пойме подъем УГВ ощущается наиболее сильно. Здесь же ОКИ составляет 80%. На местности это можно проследить по почти полной деградации луговых экосистем. Доминантами повсеместно выступают только крапива (*Urtica dioica*) и таволга (*Filipendula ulmaria*) ослабленной жизненности (2—3), а общее количество видов растений составляет в экосистемах от 2 до 6.

Выявленное повышение УГВ на профиле Вьюлка полностью связано с естественными климатическими и гидрологическими изменениями, которые были установлены нами ранее [11, 15—18]. Так, повышение УГВ на низкой и отчасти верхней пойме связано с повышением уровней воды в меженный период, в т.ч. и в летнюю межень, для всех рек ЕЧР, включая бассейн Верхней Волги [15, 19]. Повышение УГВ на 1-ой надпойменной террасе и плакоре мы объясняем годовым увеличением выпадения атмосферных осадков, а также совокупным влиянием влажностно-температурного режима [18], который приводит в бассейне Верхней Волги к эффекту гумидного потепления. Необходимо к тому же принимать во внимание то, что регион исследований расположен в Дубненско-Яхромской низменности и подстилается материнскими породами в основном тяжелого гранулометрического состава. Поэтому в современный период повышения увлажнения, верховодка застаивается, формируя высокорасположенные грунтовые (поверхностные) воды. Таким образом изменение УГВ полностью соответствуют установленным трендам изменения температуры и осадков в регионе.

Оценивая тренды изменения УГВ следует отметить, что только два (из 16) достоверных тренда УГВ были отрицательными, т.е. указывали на снижение УГВ за 9-и летний период. Они наблюдались на гидротехнически нарушенных территориях и относились к средней и верхней пойме нижнего бьефа водохранилища на профиле Полубарское (№6б) в бассейне р. Сулать. Снижение здесь составило от 0,4 до 0,6 м, а изменение УГВ по ОКИ составило 48—65%. При этом, на низкой пойме этого же профиля (№6б) УГВ поднялись на 1,4 м (при изменениях по ОКИ в 93%), так же как и на низкой пойме эталонного профиля №4 Вьюлка (с ОКИ в 80%). Понижение УГВ на верхней и средней пойме в нижнем бьефе профиля Полубарское объясняется классическим влиянием водохранилища, перехватывающего сток перед плотиной. В тоже время, небольшие абсолютные значения падения УГВ и малая величина их изменений (по ОКИ) указывают на значительное влияние естественного климатического фактора (гумидного потепления), отчасти нивелирующего возможное более существенное понижение УГВ в связи с зарегулированием стока реки. Более значительное повышение УГВ на низкой пойме профиля Полубарское (№6б) объясняется естественными гидрологоклиматическими причинами (повышением уровней воды в реках в летнюю межень), которые выступают совокупно с гидротехническим воздействием. Сходное повышение УГВ в летнюю межень на низкой пойме отмечалось нами в бассейне Нижней Волги в результате зарегулирования стока реки и антропогенного повышения меженного стока (зимних попусков) в холодный период [17, 20].

Оценка экосистем и ландшафтов по биологическим Характеристикам показала, что для экопрофилей с разным гидротехническим воздействием выявляются разные тенденции динамики экосистем. При этом, для всех луговых экосистем, бывших ранее разнотравно-злаковыми и суходольными лугами (исключая верхние поймы нижних бьефов водохранилищ) начался сильный процесс заболачивания и закочкаривания, а в их видовом составе среди основных доминантов и содоминантов начинают выступать виды колючего сорнотравья (Cirsium arvense, C. vulgare, Carduus acanthoides, C. crispus), что приводит бывшие заливные луга к полной потере их для прямого использования в животноводстве.

В зоне южной тайги в современных климатических условиях как на слабонарушенных территориях, так и на побережьях водохранилищ естественным образом увеличивается гидроморфизм территорий не только в долинах рек, но и на водосборных территориях, что проявляется в увеличении оглеенности верхних почвенных горизонтов и подъеме УГВ в меженный период. На водосборных территориях за счет увеличения суммарного годового количества осадков происходит образование висячих глеевых горизонтов (прямо не связанных с грунтовым увлажнением) и возникновение пятен переувлажнения с наличием водно-болотной растительности на участках с первоначально глубокозалегающими грунтовыми водами (до 5 м), за счет застаивания зимних осадков у поверхности из-за тяжелых глинисто-суглинистых подстилающих пород.

В целом, исследования показали, что в долинах рек зоны южной тайги в связи с повышением грунтового увлажнения происходит смена кустарниковых (ивовых) и луговых экосистем на низких уровнях поймы на болотные и черноольховые экосистемы. При этом на верхних уровнях пойм, надпойменных террас и плакорных поверхностях липово-дубовые, елово-дубовые, елово-березовые и еловые леса зоны южной тайги имеют тенденцию к смене на черноольховые и сосновые — нетипичные для зональной растительности с формированием почв болотного ряда. Таким образом, вследствие гумидного потепления в зоне южной тайги происходит заболачивание лугов всех уровней поймы, а также усиление заболачивания ранее осушенных — мелиорированных сельхозтерриторий как на водосборах, так и в поймах, несмотря на наличие там открытого и/или закрытого дренажа. В ближайшем будущем при существующей тенденции гумидного варианта потепления в северном Подмосковье, как и во всей зоне южной тайги заболоченные территории и водно-болотные угодья расширят свои площади.

Таким образом, основными выделенными тенденциями в динамике экосистем, исследуемыми и доказанными в рамках работы, являются: 1) подъём и стабилизация уровня грунтовых вод в пределах зоны влияния верхних бьефов плотин; 2) подъем УГВ в долинах малых рек и на водосборных территориях малонарушенных (эталонных) территорий; 3) связанные с подъемом УГВ и общей гумидизацией климата в регионе процессы заболачивания и оглеения в почвах, гибели многих лесных сообществ, смена доминантов растительного покрова; 4) изменение структуры и состава лугов всех уровней поймы, увеличение доли влаголюбивых и сорных видов; 5) распространение сходных процессов заболачивания и оглеения не только в поймах рек, но и на водосборных территориях, где оно полностью обусловлено климатическими изменениями и, в зависимости от характера и интенсивности воздействия антропогенного фактора, усилено или ослаблено человеческой деятельностью.

Выводы

1. В долинах рек и на плакорной (водосборной) поверхности зоны южной тайги в бассейне Верхней Волги в пределах Северного Подмосковья установлено повышение УГВ в летнюю межень за период с 2009 по 2018 гг., всреднем на 1 м. Для ненарушенных территорий УГВ на разных уровнях поймы, долины и водосборной территории повысился от 1 до 1,3 м. На территориях с гидротехническим и мелиоративным воздействием УГВ для разных форм рельефа поднялся от 0,4 до 1,4 м.

2. Повышение УГВ произошло вследствие климатических флуктуаций и полностью связано с естественными гидролого-климатическими изменениями.

3. Гидротехническое воздействие, связанное со строительством малых водохранилищ и низконапорных плотин в современный период гумидного потепления усугубляет положение экосистем на уровнях низкой поймы в нижних бьефах плотин, приводя к полному затоплению и/или заболачиванию пониженных форм рельефа в течение всего вегетационного периода, усиливая, тем самым, естественный тренд повышения УГВ на 30—40 % (по ОКИ).

4. При этом воздействие низконапорных плотин благотворно сказывается на участках средних и верхних пойм в нижних бьефах плотин малых водохранилищ, снижая гидротехнический антропогенный тренд падения УГВ в нижних бьефах на величину от 0,5 до 1,5 раз. Таким образом, частично компенсируется негативное гидротехническое воздействие на основные по площади производительные в сельскохозяйственном отношении территории средних и высоких уровней поймы в нижних бьефах малых водохранилищ, распространенных повсеместно.

5. На основе полученных натурных данных и их анализа для зоны южной тайги были сделаны некоторые выводы в отношении трансформации и динамики экосистем, а также их связи с совокупным действием климатического, гидрологического и антропогенного факторов:

— на всех исследованных профилях, вне зависимости от степени антропогенной трансформации долины реки отмечена тенденция к повышению обводнения, что приводит к изменению структуры экосистем как пойменных уровней, так и всей долины;

— на профилях, заложенных через долины рек с низконапорными сооружениями наблюдается: обеднение видового состава сообществ, увеличение доли сорных и болотных видов, подьем и стабилизация зеркала грунтовых вод, усиление процессов оглеения в верхних горизонтах почв, выпадение коренных пород древесного яруса (ель, береза, осина) и замена их на черную и серую ольху, заболачивание берегов водохранилищ в верхнем бьефе;

— для пониженных уровней пойм характены смены разнотравных луговых и кустарниковых экосистем на сорнотравные и крупнотравные болотные экосистемы с минимальным видовым разнообразием;

— для более повышенных участков долин рек (верхних пойм и террас) отмечена тенденция смены хвойно-широколиственных лесов на сероольшанники на подтопленных заболачивающихся почвах и на черноольшанники на болотных почвах, и смены суходольных и пойменных разнотравно-злаковых лугов на сорнотравные фитоценозы с сильно обедненным составом;

— отмечена тенденция развития ранней стадии заболачивания на большинстве ранее мелиорированных территориях для всех уровней долины (пойм, террас, водосборов), не взирая на наличие или отсутствие работающей дренажной системы.

Работа выполнена в рамках темы №FMWZ-2022—0002 Госзадания ИВП РАН 2022—2024 гг.

Литература

1. Кузьмина Ж.В., Трешкин С.Е. Антропогенное изменение пойменных экосистем и их охрана // Использование и охрана природных ресурсов в России, 2010. №5 (113). — С. 58—64.
2. Кузьмина Ж.В., Трешкин С.Е. Методика оценки нарушений в наземных экосистемах и ландшафтах в результате климатических и гидрологических изменений // Экосистемы: экология и динамика, 2017. Т. 1. №3. — С. 146—188. URL: http://www.ecosystemsdynamic.ru/wp-content/uploads/2017/03/2-Кузьмина.pdf (дата обращения 04.02.2019).
3. Кузьмина Ж.В., Трешкин С.Е. Оценка степени трансформации наземных экосистем и ландшафтов при зарегулировании речного стока и климатических изменениях. Гл. V/29 // Новые методы и результаты исследований ландшафтов в Европе, Центральной Азии и Сибири (в пяти томах). Т. 5. Планирование, управление и реабилитация ландшафтов / Ред. В.Г. Сычёв, Л. Мюллер. — М.: Изд-во ВНИИ агрохимии, 2018. — С. 136—141.
4. Kuzmina Zh.V., Treshkin S.Y., Avetjan S.A., Henrichfreise A. Assessment of consequences change of river flow regime for floodplain ecosystems under building small and middle hydrotechnical constructions // J. of Hydrology and Hydromechanics, 2005. V. 53. №1. — Pp. 3—16.
5. Kuzmina Zh.V. The impact of natural and human-induced changes in the river flow and the climate on flood plain ecosystems in the middle Elbe river basin // Ecological Engineering and Environment Protection, 2004. №2. — Pp. 5—15.
6. Kuzmina Zh.V., Treshkin S.Ye. Phytomelioration of Solonchaks in the Uzbekistan Pre-Aral Region Under Recent Climate Change // Aralkum — a Man-Made Desert. The Desiccated Floor of the Aral Sea (Central Asia)/Eds. S-W. Breckle, W. Wucherer, L.A. Dimeeva, N.P.Ogar. — Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2012. — Pp. 407—429.
7. Kuzmina Zh.V., Treshkin S.E. Climate Changes in the Aral Sea Region and Central Asia // Arid Ecosystems, 2016. V. 6. No.4. — Pp. 227—240.
8. Крицкий С.Н., Менкель М.Ф. Гидрологические основы управления речным стоком. — М.: Наука, 1981. — 255 с.
9. Кузьмина Ж.В., Трешкин С.Е. Климатические изменения в бассейне Нижней Волги и их влияние на состояние экосистем // Аридные экосистемы, 2014. Т. 20. №3 (60). — С. 14—32.
10. Педь Д.А. О показателях засухи и избыточного увлажнения // Труды Гидрометцентра СССР, 1975. Вып. 156. — С. 19—39.
11. Кузьмина Ж.В., Каримова Т.Ю., Трешкин С.Е., Феодоритов В.М. Влияние климатических изменений и зарегулирования речного стока на динамику растительности долин рек // Использование и охрана природных ресурсов в России, 2011. №2 (116). — С. 34—40.
12. Кузьмина Ж.В., Трешкин С.Е., Каримова Т.Ю. Воздействие основных тенденций совокупного влияния климатических и гидрологических изменений на сукцессионную динамику растительности в мелиоративно трансформируемых экосистемах зоны южной тайги // Современные проблемы использования мелиоративных земель и повышения их плодородия. Матер. междунар. научно-практ. конф. ВНИИМЗ (г. Тверь, 27—28 июня 2013 г.) — Тверь, 2013. — С.253—272.
13. Кузьмина Ж.В., Трешкин С.Е. Изменения основных метеорологических характеристик на юге Европейской части России // Глобальные изменения климата и прогноз рисков в сельском хозяйстве / Ред. А.Л. Иванов, В.И. Кирюшин. — М.: Россельхозакадемия, 2009. — С. 402—416.
14. Кузьмина Ж.В., Трешкин С.Е. Многолетние изменения основных метеорологических характеристик в бассейне Амура // Использование и охрана природных ресурсов в России, 2016. №2 (146). — С. 50—61.
15. Кузьмина Ж.В., Трешкин С.Е. Многолетние изменения основных метеорологических характеристик в зоне южной тайги Европейской части России (бассейн верхней Волги) // Использование и охрана природных ресурсов в России, 2017. №4 (152). — С. 50—61.
16. Кузьмина Ж.В., Трешкин С.Е. Влияние климатических и гидрологических изменений на трансформацию естественных и антропогенно нарушенных в результате мелиорации экосистем зоны южной тайги // Рекультивация и использование залежных земель в Нечерноземной зоне России: теория и практика. Матер. Междунар. научно-практ. конф. ВНИИМЗ — Тверь, 2012. С. 89—109.
17. Кузьмина Ж.В., Трешкин С.Е. Динамические изменения наземных экосистем Нижней Волги при зарегулировании // Аридные экосистемы, 2017. Т. 23. №4 (73). — С. 24—36.
18. Кузьмина Ж.В., Трешкин С.Е. Многолетние изменения влажностно-температурного режима в зоне южной тайги европейской части России (бассейн верхней Волги) // Использование и охрана природных ресурсов в России, 2018. №2 (154). — С. 55—63.
19. Водные ресурсы России и их использование / Ред. И.А.Шикломанов. — СПб: ГГИ, 2008. — 600 с.
20. Кузьмина Ж.В., Трешкин С.Е., Шинкаренко С.С. Влияние зарегулирования речного стока и изменений климата на динамику наземных экосистем Нижней Волги // Аридные экосистемы, 2018. №4 (77). — С. 5—20.

Сведения об авторах:

Кузьмина Жанна Вадимовна, д.г.н., зав. лабораторией Института водных проблем РАН; 107014, г. Москва, ул. Губкина, д. 3; e-mail: *jannakv@yandex.ru*.

Трешкин Сергей Евгеньевич, д.с.-х.н., замдиректора Департамента координации и деятельности организаций в сфере сельскохозяйственных наук Минобрнауки России, 125009, г. Москва, ул. Тверская, д. 11; e-mail: biost@yandex.ru.

Черноруцкий Сергей Владимирович, ст. инженер Института водных проблем РАН; e-mail: snurmagic@mail.ru.

Минеральные ресурсы

УДК 621.396.96

Радиолокационное зондирование недр Земли: проблемы и решения

Э.А. Аванян,
ООО «Современные технологии георадиолокации», Москва

Метод радиолокационного зондирования земных недр (РЛЗ) высокой проникающей и разрешающей способностью обеспечивает эффективный поиск и разведку подземных вод и месторождений полезных ископаемых, в частности, прямой поиск залежей углеводородов на материке и шельфе. Приведены результаты промышленного использования, подтверждающие высокую достоверность прогнозов наличия подземных вод и точность 3D моделирования нефтенасыщенных толщин. Дается анализ результатов применения метода, предложены способы решения проблем импортозамещения и задач геологического изучения недр, поиска и разведки подземных вод и месторождений полезных ископаемых, обеспечения экологической и технологической безопасности геологоразведочной отрасли. Даны предложения по апробации геологоразведочных технологий на отраслевых полигонах общего доступа. Описан потенциал использования метода радиолокационного зондирования недр для продвижения интересов российских корпораций на мировом рынке.

Ключевые слова: радиолокационное зондирование недр, гидрогеология, геологоразведка, шельф, импортозамещение, экспорт российских технологий.

Выявление скоплений полезных ископаемых по всему их спектру прогрессивно усложняется. Ещё в начале второй половины XX в. стало очевидно, что подавляющее большинство месторождений, имеющих выходы на дневную поверхность уже выявлено. В связи с этим во весь рост встала проблема разработки эффективных методов поисков так называемых «слепых», не имеющих выхода на дневную поверхность месторождений. В СССР уже в 60-х гг. были достигнуты значительные успехи в сфере разработки комплекса геофизических и геохимических методов поисков и разведки таких месторождений. Однако решение подобных задач прогрессивно усложняется в связи с объективной необходимостью увеличения изучаемых глубин, перехода на новые, геологически слабо изученные площади и на поиск нетрадиционных месторождений.

Между тем непрерывный рост использования подземных вод и минерально-сырьевых ресурсов настоятельно обуславливает необходимость разработки, испытания, опытного и производственного применения новых, в т.ч. методов глубинных поисков, обладающих высокой информативностью. Не исключено, что практические возможности этих методов могут по времени опережать их теоретическое обоснование в рамках основополагающих физических законов и закономерностей природных систем. Это обстоятельство часто имело место в истории науки и техники. Оно не должно стать препятствием на пути испытания и использования новых методов и аппаратуры, если практически доказана их эффективность. Актуальность такого подхода крайне необходима также в связи с тем, что исчерпание поискового задела на территории России стало общепризнанным фактом.

Одним из новых методов, значительно повышающих знания о электромагнитных свойствах пород и вмещающих веществ является метод радиолокационного зондирования недр Земли (РЛЗ), позволяющий с высокой точностью определять наличие подземных вод, ряда полезных ископаемых, глубину распространения вечной мерзлоты, тектонические нарушенности земной коры, наличие карстовых и других пустот. Разработанный российскими учеными и прошедший апробирование при поисках подземных вод на нескольких месторождениях различных нефтегазоносных

провинций, метод РЛЗ доказал свою высокую точность при поисковых и разведочных работах на подземные воды, углеводороды и обладает большим потенциалом для повышения эффективности геологоразведочных работ.

Описание метода радиолокационного зондирования

Работы по разработке новых методов изучения недр, поиску и разведке месторождений подземных вод и полезных ископаемых ведутся на протяжении всей истории геологического изучения недр. В советское время были достигнуты значительные, часто превышающие мировой уровень успехи в сфере фундаментальных научных знаний о Земле, закономерностях формирования и локализации месторождений полезных ископаемых, электромагнитных свойствах горных пород и дистанционных методах измерения их электромагнитных свойств [1]. В частности при изучении образцов пород с применением электромагнитных полей, геофизических исследований использовался метод определения диэлектрической проницаемости и тангенса угла диэлектрических потерь в диапазоне частот от 100 до 10000 кГц [2].

В развитие этого традиционного метода в 2009 г. был запатентован способ и система радиолокационного зондирования недр [3] основанный на способности современного радиолокационного оборудования формировать особый сигнал, позволяющий значительно увеличить проникающую и разрешающую способность генерируемых в гигагерцовом диапазоне радиосигналов. Разработанный метод относится к семейству радиоволновых геофизических методов (радиолокационный метод, радиоКИП, радиоволновое просвечивание и др.), основанных на взаимодействии электромагнитных волн и геологической среды.

Точность обнаружения объектов по вертикали составляет около 2 м независимо от глубины зондирования, а по горизонтали первые угловые минуты, т.е. несколько метров при нахождении объектов на глубине 1 км и десятки метров при глубине 5—6 км. Такая точность недостижима не только для радиоволновых, но и для любых других геофизических методов.

Значения диэлектрической проницаемости и удельного электрического сопротивления пород, получаемые с помощью РЛЗ, являются наиболее универсальными характеристиками пород, позволяющими с максимальным приближением интерпретировать фактические данные зондирования. Этим методом можно выявлять подземные водные объекты, зоны повышенной пористости и тектонической нарушенности, отличать углеводороды (УВ) от воды, определять степень минерализации подземных вод и пространственные координаты вечномерзлых грунтов.

Для сравнения следует отметить, что сейсмические методы выявляют физические поля созданные строением, составом и физическими особенностями геологического разреза. Именно это позволяет пространственно оконтуривать возможные ловушки концентрации углеводородов. Однако наличие нефти или газа в ловушках с помощью этого метода не диагностируется, тогда как с помощью РЛЗ можно не только выявлять коллекторы, но и отличать в них углеводороды от воды по их контрастным электромагнитным свойствам.

Метод соответствует самым жестким требованиям экологической безопасности, поскольку использует маломощное излучение (10—20 Вт), не нарушает почвенного покрова и не требует прокладки кабелей, проведения взрывных работ, использования вибраторов и других воздействий на окружающую среду.

Метод реализован в наземном и в аэроварианте (*рис. 1*). Зондирование можно также проводить с плавсредств, с поверхности ледовых полей, в труднодоступных горных районах, а также в условиях городской застройки. Общий вес оборудования, включая компьютер, не превышает 6 кг. Производительность детальной съемки в аэроварианте при густоте профилей 30м×30м составляет 5 км^2 в день, с обработкой данных в течение суток. Легкость и всесезонность выполнения съемки, а также высокая производительность метода позволяет оперативно опоисковывать значительные территории и выявлять концентрации различных полезных ископаемых на всем диапазоне глубин, доступных для добычных работ. По этим показателям метод РЛЗ практически не имеет конкурентов на различных стадиях геологоразведочных работ.

Учитывая беспрецедентную глубину зондирования и разрешающую способность, а также получение абсолютных значений электромагнитных свойств пород и точную глубинную привязку и оконтуривания границ неоднородностей недр, данный технико-технологический комплекс и метод его применения являются прорывными и могут повысить производительность и результативность геологоразведочных работ по ряду полезных ископаемых, в частности подземных вод, углеводородного сырья, при проведении инженерно-геологических работ, изучении сезонных и вечномерзлых площадей. При дальнейшем совершенствовании интерпретационного контура метода возможно установление его возможностей при поиске ряда твердых полезных ископаемых.

Практическое применение метода РЛЗ

Метод РЛЗ апробирован для поиска и разведки подземных вод, определения водонасыщенности приповерхностных и придонных участков недр.

Метод РЛЗ позволяет дистанционно определять не только наличие подземных вод, но и степень минерализации обнаруженных водных ресурсов за счет интерпретации полученных значений диэлектрической проницаемости и удельного электриче-

а)

б)

Рис. 1. **Аппаратный комплекс (а) и на подвесе вертолета Robison R44 (б)**

ского сопротивления водных горизонтов. Дистиллированная вода является диэлектриком, поэтому относительно высокие значения удельного электрического сопротивления выявленных водных горизонтов являются свидетельством незначительной минерализации содержащихся в них подземных вод. Напротив, высокие значения диэлектрической проницаемости водоносных горизонтов свидетельствуют о низкой минерализации содержащейся в них воды. Оценка значений этих параметров и сравнение между собой позволяют с высокой точностью прогнозировать степень минерализации подземных вод, а выявленные на этапе площадной съемки точные пространственные границы водоносных горизонтов позволяют давать количественные оценки запасов подземных вод.

В связи с обострением проблем водоснабжения на Крымском полуострове в 2021 г. были проведены поисковые работы методом РЛЗ по выявлению залежей подземных вод. Работы с использованием оборудования РЛЗ проводились с борта вертолета по маршруту Кировское-Золотое Поле-Белогорск-Научный-Куйбышев-Кача (*рис. 2*).

В результате радиолокационного зондирования земных недр по маршруту полёта выявлено наличие подземных залежей пресной воды на следующих глубинах: 350 м в районе Золотого Поля, 415 м — вблизи населенных пунктов Кировское, Белогорск, Научный, Куйбышев, Кача (*рис. 3*). Полученные данные дают основания предполагать наличие подземных вод под на большей части территории Крымского полуострова.

Для оценки мощности подземных водонасыщенных горизонтов необходимо проведение работ в два этапа. На первом этапе проводится зондирование недр с воздуха на выделенном участке по профилям с интервалом 1000 м параллельно береговой линии. Результатом выполнения работ

Рис. 2. **Маршрут дистанционного зондирования недр на воду на п-ве Крым**

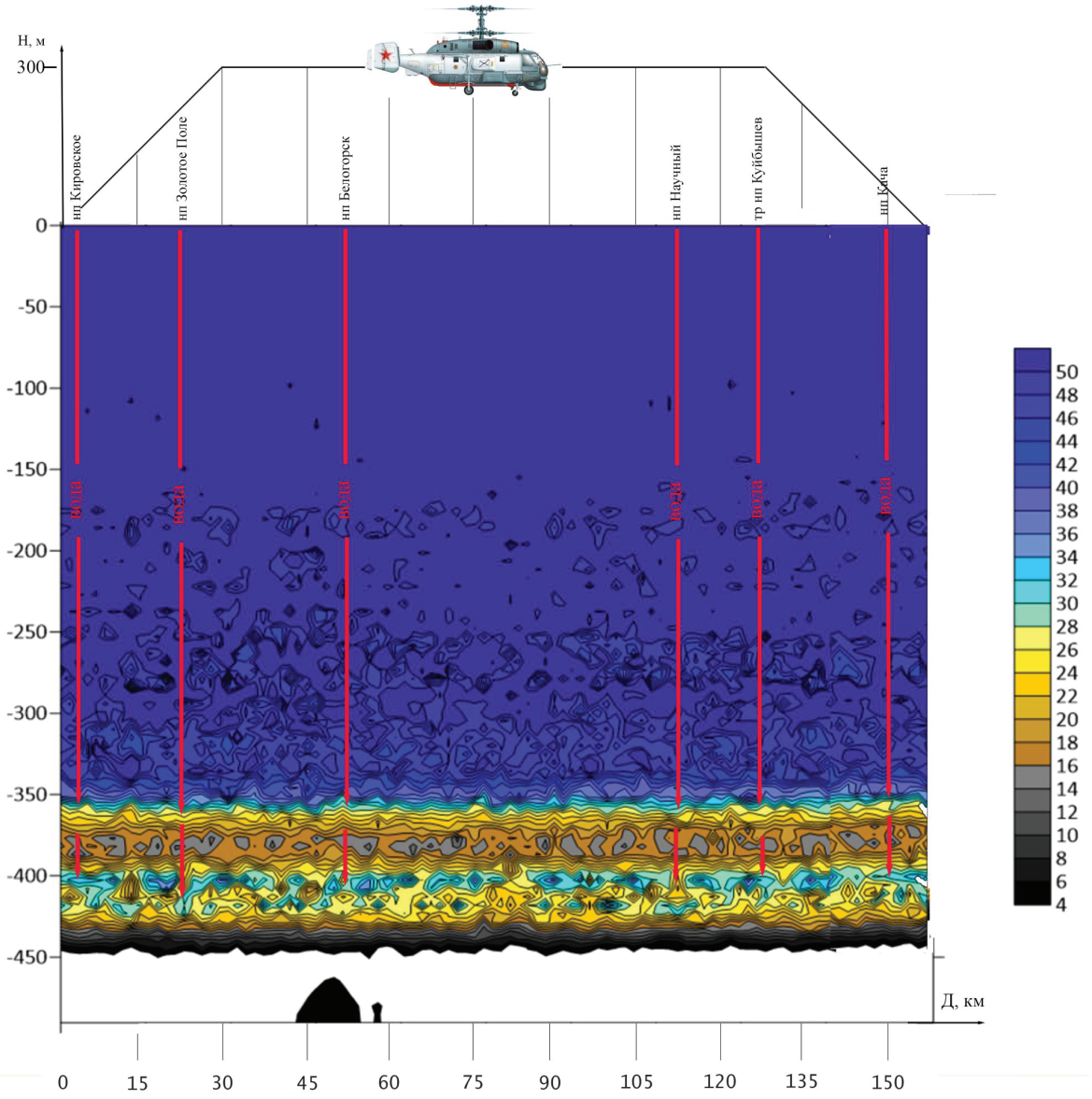

Рис. 3. **Залежи подземных вод по маршруту радиолокационного зондирования на п-ве Крым**

является построение 2D модели профилей с выявлением водоносных структур и определением глубины их залегания.

На втором этапе проводится площадная съемка с воздуха на участке, где обнаружена вода по профилям с интервалом 30—50 м параллельно и перпендикулярно береговой линии. В результате выполнения 2-го этапа строится 3D модель исследуемого участка, позволяющая определить глубину залегания водоносных структур и оценить потенциальные запасы воды.

Метод РЛЗ при исследованиях небольших глубин позволяет определять степень водонасыщенности приповерхностных и придонных структур участков недр. На этапе инженерных исследований по трассе строительства газопровода с материка на остров Русский в Приморском крае в 2009 г. были выявлены придонные участки с высокой обводненностью. При строительстве данные РЛЗ исследования подтвердились и были применены специальные марки цемента для цементирования 3-х километрового ствола газопровода, построенного методом наклонно-направленного бурения.

Метод РЛЗ прошел этап промышленного внедрения на нефтяных месторождениях Западной Сибири в рамках работ, выполненных ООО «Георазведочная компания» в 2007—2011 гг., а также отдельных пилотных работ в России и за рубежом. При этом получены следующие результаты:

1) высокая проникающая способность, подтвержденная бурением до 5,8 км (газоконденсатная скважина в Гиссарской долине Таджикистана);

2) высокая точность по вертикали — от 2 м (для УВ);

3) точность по горизонтали — практически не ограничена;

4) большой охват территории при съемке с воздуха — от 5 км^2 в день;

5) всесезонность — работы проводятся в любое время года;

6) возможность выполнения работ в условиях сложного ландшафта (гор, болот и т.д.);

7) исследование недр на шельфе и проведение батиметрических работ;

8) экологическая безопасность — отсутствие воздействия на окружающую среду.

Представленный новый метод РЛЗ при интеграции с данными ГИС, сейсмики и других методов, позволяет эффективно прогнозировать зоны концентрации УВ, а также выполнять доразведку и мониторинг по подземным водным источникам, при разработке месторождений углеводородного сырья, особенно т.н. «старых» месторождений, вводимых в повторную отработку. Сделанные выводы подтверждаются результатами практического применения метода РЛЗ на территории деятельности компании ООО «Газпромнефть-Хантос» в 2007—2011 гг., где получены следующие результаты:

1) выявлен потенциал и реализованы дополнительные проекты эксплуатационного бурения 3-х кустов (№ 40А, 45, 46) Приобского месторождения с NPV=4 160 млн руб.;

2) подтверждена целесообразность и минимизированы геологические риски бурения скважин 8 кустов в 2010—2011 гг., CAPEX=10 141 млн руб., NPV= 6 550 млн руб.;

3) подтверждена целесообразность бурения 2-х кустов в 2012 г. CAPEX=1 993 млн руб., NPV= 603 млн руб.;

4) отменено бурение 43 неэффективных скважин на 4-х кустах;

5) снижено количество перебуренных скважин по геологическим причинам: в 2008 г. — 25 шт., 2009 г. — 20 шт., 2010 г. — 14 шт., 2011 г. — 7 шт.;

6) отмечена высокая сходимость прогнозных и фактических показателей по участкам проведенных работ;

7) выявлены продуктивные зоны пласта, которые не прогнозировались по сейсмическим данным;

8) значительно повышена эффективность эксплуатационного бурения реализацией комплексного подхода к снижению геологических рисков за счет бурения опережающих скважин, оперативного обновления геолого-гидродинамических моделей;

9) решено, что спектр задач применимости метода РЛЗ целесообразно сместить на участки поисково-разведочного бурения, в зоны отсутствия категорий запасов С1/С2.

Сравнительный анализ достоверности прогнозов, сделанных специалистами ООО «Георазведочная компания» и НТЦ ПАО «Газпром нефть» подтвердил высокую эффективность и точность метода РЛЗ по сравнению с традиционными методами прогнозирования нефтенасыщенных толщин. Так, из двадцати обследованных участков по четырем участкам заложены новые кусты скважин, разбуривание одного участка остановлено как неперспективного, выполнен мониторинг текущего состояния разработки двух участков с выявлением нефтеносных блоков и динамики фильтрационных потоков. По остальным участкам подтверждены предварительные прогнозы ООО «Георазведочная Компания».

Полученные результаты (*табл. 1*) наглядно демонстрируют высокую, более чем в три раза, точность прогнозирования наличия или отсутствия нефтенасыщенных толщин, выявленных с помощью метода РЛЗ по сравнению с сейсмическими исследованиями. В результате применения метода РЛЗ в 2007—2011 гг. на Южно-Приобском и Зимнем месторождениях ООО «Газпромнефть-Хантос» общий экономический эффект составил более 11 млрд руб.

Информация о потенциале метода РЛЗ была донесена до профессионального геологического сообщества на VIII Всероссийском съезде геологов 27 октября 2016 г., конференциях и заседаниях научно-технических советов, включая Орловские чтения (26—27 июня, Томск). На состоявшемся 5 февраля 2020 г. заседании Президиума РАЕН была отмечена глубина теоретического обоснова-

Таблица 1

Результаты прогнозирования по итогам исследований методом РЛЗ и данным НТЦ ПАО «Газпромнефть» на Южном Приобском место рождении (на 01.08.2011)

Номер участка (куст)	*Количество скважин*	*Количество пластопересечений*	*Точность прогноза, % (< 2м)*	
			РЛЗ	*НТЦ*
1 (40)	11	21	85,71	14,29
2 (123)	4	7	85,71	14,29
3 (40, 40А)	21	40	90,0	5,0
3 (112 А)	1	2	50	0
4 (45)	9	24	95,83	45,83
6 (39, 40А)	21	48	95,83	27,08
8,9 (12Б, 105)	37	74	94,59	40,54
15 (77)	19	34	88,24	38,24
16 (62)	20	41	90,24	46,34
17 (67, 671)	19	35	94,29	31,43
20 (46)	15	29	86,21	17,24
Зимнее (4,6)	36	36	91,67	47,22
ИТОГО	217	391	87,36	27,29

ния, практическая актуальность и ценность метода РЛЗ, позиционируемого как прямой метод поиска месторождений подземных вод, углеводородов, рудных и нерудных полезных ископаемых и рекомендовано проведение серии опытно методических работ для более широкого экспериментального подтверждения его эффективности.

Экономическая эффективность применения метода РЛЗ

В *таблице 2* представлена сравнительная оценка экономической эффективности метода РЛЗ по сравнению с проведением сейсмических работ, как наиболее распространенным методом ГРР на поисковой стадии, и бурением, например, скважины глубиной до 3 км в Западной Сибири, как наиболее информативным методом поиска и разведки месторождений УВ.

Таблица 2

Сравнение затрат на сейсмические работы, разведочное бурение и исследование недр методом РЛЗ

Метод	*Общая стоимость*
Сейсмические работы 2D	$5 тыс./пог. км
Радиолокационное зондирование 2D	$2 тыс./пог. км
Разведочное бурение	$2,5 млн/скв.
РЛЗ съемка и 3D модель недр с прогнозом ресурсов	$10 тыс./км^2

Удельные затраты на 1 км^2 радиолокационного зондирования в 2,5 раза ниже по сравнению с сейсмическими работами методом 2D. При сравнении стоимости сейсмических 2D работ и радиолокационного 2D зондирования следует иметь в виду в три раза более точную прогнозную оценку наличия УВ, получаемую методом РЛЗ по опыту многолетнего проведения работ. При сравнении результативности 3D радиолокационного зондирования и последующего моделирования недр на Южном Приобском и Зимнем месторождениях с данными, полученными в ходе строительства скважин, была выявлена практически полная сходимость прогнозов и результатов бурения. Также следует учитывать возможность круглогодичного проведения РЛЗ, что минимум вдвое превышает «окно» для сейсмических работ в Западной Сибири. Таким образом, интегральная эффективность метода РЛЗ при таком сравнении превышает аналогичную сейсмических работ на УВ на порядок.

При поисках нефтяных месторождений в известных нефтегазоносных провинциях, по различным оценкам бурится от одной до нескольких десятков «сухих» скважин. Если принять среднее количество «сухих» скважин, пробуренных для поисков одного условного месторождения, в 20 единиц при средней глубине скважины 3 км, то минимальные затраты на буровые работы составят $50 млн или 3,0 млрд рублей. Применение метода РЛЗ позволит сократить количество «сухих» скважин минимум вдвое и получить экономический эффект 1,75 млрд руб. на выявление одного месторождения.

Кроме того, при сравнительной оценке экономической эффективности метода РЛЗ и разведочных буровых работ следует учитывать, что проведение работ методом РЛЗ не требует временных затрат на проектирование, утверждение и получение разрешительных документов, прокладку дорог и мобилизацию оборудования. Это особенно важно при проведении поисковых и разведочных работ в малоизученных и труднодоступных регионах.

Особо следует отметить уникальную способность формируемого радиолокационного сигнала проходить километровые толщи соленой воды практически без потери энергии. Экономический эффект от внедрения РЛЗ увеличится на порядок при проведении работ в транзитных зонах и на шельфе, так как стоимость геологоразведочных работ там в 9—10 раз выше, чем на суше. При этом возможно проводить не только высокоточные работы по геологическому изучению недр под дном Арктических и других морей, но и параллельно вести батиметрические работы, что особенно важно при строительстве морских портов вдоль трассы Северного морского пути.

Новая парадигма развития нефтегазовой отрасли России сегодня, помимо поиска и разведки новых месторождений, предполагает смещение фокуса на доразведку действующих месторождений для выявления пропущенных продуктивных интервалов и разведки оторочек. Здесь метод РЛЗ может быть применен с наибольшим эффектом для качественного приращения ресурсов, т.к. предыдущий опыт работ показывает, что возможность калибровки оборудования на действующем фонде скважин на этапе полевых работ и комплексирование с данными ГИС и комплексом геологических данных создает высокий уровень достоверности моделей и прогнозных карт.

Экологическое измерение

В августе 2015 г. 193 государства ООН приняли концепцию устойчивого развития «Преобразование нашего мира», которая предусматривает принятие мер, направленных на оптимальное использование ограниченных природных ресурсов и применение экологичных и ресурсосберегающих технологий. В 1997 г. был принят Киотский протокол, который содержал обязательства для стран по сокращению выбросов. Развитием принятого в 1997 году Киотского протокола стало принятие 12 декабря 2015 г. Парижского соглашения. Оно регулирует меры по снижению с 2020 г. содержания углекислого газа в атмосфере 175 стран-участниц, в т.ч. Россия, подписали документ 22 апреля 2016 года. Обязательства стран-участниц Парижского соглашения планируют обновлять каждые пять лет, начиная с 2022 года. Не

исключено появление штрафов за эмиссию при невыполнении вкладов по снижению выбросов.

Президент России В.В. Путин подписал 8 февраля 2021 г. Указ о мерах по реализации государственной научно-технической политики в области экологии и климата, предусматривающий создание собственной климатической доктрины. Энергетический сектор России вносит наибольший по абсолютной величине вклад в суммарные выбросы парниковых газов (83%), из которых 20% составляют выбросы предприятий нефтегазовой отрасли. Строительство скважин на нефть и газ сопровождается неизбежным техногенным воздействием на объекты окружающей природной среды. При разведочном бурении основное воздействие направлено на почву, геологическую среду, растительный и животный мир и сопровождается:

химическим загрязнением почв, грунтов, горизонтов подземных вод, поверхностных водоемов и водотоков, буровыми и технологическими отходами;

физическим нарушением почвенно-растительного покрова, грунтов зоны аэрации, природных ландшафтов на буровых площадках и по трассам дорог и трубопроводов;

нарушением естественного режима многолетнемерзлых грунтов криолитозоны с возможной деградацией верхних горизонтов;

нарушением температурного режима экзогенных геологических процессов (термокарст, термоэрозия, пучение, заболачивание, просадки).

Способы снижения углеродных выбросов при разведке и добыче углеводородов можно разделить на два блока:

анализ и сравнение экологических и климатических рисков существующих и перспективных методов и технологий поисковых и разведочных работ;

применение современных экологичных методов и технологий при проведении георазведочных работ (комплексирование космических и аэро снимков, применение новых методов активного дистанционного зондирования недр Земли с использованием воздушных судов и БПЛА).

Применение метода РЛЗ существенно снизит нагрузку на окружающую природную среду в ходе геологоразведочных работ, так как принцип действия оборудования исключает какое-либо воздействие на среду в связи с низкой мощностью рабочего сигнала — не более 20 Ватт в импульсе. Устранение воздействия на окружающую природную среду резко сократит объем последующих работ по рекультивации нарушенных бурением земель, сроки восстановления которых могут достигать 20 лет.

Потенциал и проблемы промышленного внедрения метода РЛЗ

Прорывные технологии являются результатом длительного цикла фундаментальных исследований, прикладных опытно-конструкторских работ и промышленных испытаний. Кроме того, инвестиции в высокотехнологичные разработки носят рисковый и затратный характер. С введением секторальных санкций негативные последствия для нефтегазовой отрасли могут быть преодолены только за счет промышленного внедрения отечественных технологий, доказавших свою высокую точность и экономическую эффективность.

Согласно ГОСТ 58048—2017 «Трансфер технологий» и критериям международной классификации готовности технологий к промышленному использованию TRL (Technology Readiness Level) метод РЛЗ имеет высший 9-й уровень готовности к промышленному внедрению и может успешно применяться для поисков и разведки месторождений углеводородов и подземных вод, по которым накоплена большая статистика и создана библиотека эталонных значений диэлектрической проницаемости и удельного электрического сопротивления. Однако, несмотря на подтверждение высокой эффективности метода РЛЗ на этапе промышленного внедрения в 2007—2011 гг., он не получил широкого применения по, в т.ч., объективным причинам: фундаментальной научной новизны, слабости механизмов взаимодействия между наукой и производством, необходимости сохранения занятости на корпоративном уровне. Основным препятствием для промышленного внедрения метода РЛЗ является отсутствие заверенных результатов и нормативной базы для включения его в комплекс методов, рекомендованных для проведения геологоразведочных работ.

Выходов из создавшегося положения два: эволюционный и революционный. В основе первого — создание гибридных форм технологического развития — центров компетенций, технологических стартапов, совместных предприятий ВПК и госкорпораций для целей импортозамещения. Однако практика показывает, что разработчики технологий не являются равными партнерами госкорпораций, а корпоративные НТЦ не заинтересованы в апробировании технологий сторонних разработчиков. Революционным способом стимулирования технологического развития в недропользовании может стать создание отраслевой системы промышленных испытательных полигонов общего доступа для апробации и доводки оборудования и технологий, имеющих значительную научно-техническую составляющую и высокую эффективность. Первым шагом на этом пути должно стать создание отраслевого банка данных перспективных отечественных технологий и оценка их потенциала для решения проблем ТЭК, т.к. сегодня ни одним НИИ и органом госуправления в сфере недропользования такой учет не ведется.

Развитие сети технологических полигонов в России осуществляется с весны 2021 г. в рамках федерального проекта «Технологии освоения

трудноизвлекаемых запасов» и курируется Роснедра. Базой для этого служит принятый 2 декабря 2019 г. ФЗ-396 «О внесении изменений в Закон Российской Федерации «О недрах», который ввел новый вид недропользования — создание на специально организованных полигонах технологий геологоразведки и добычи трудноизвлекаемых запасов нефти (ТРИЗ) и повышения нефтеотдачи на баженовской, абалакской, хадумской, доманиковской свитах и сверхвязкой нефти. Это позволяет компаниям заняться не выполнением лицензионных обязательств, а разработкой новых технологий по геологическому изучению недр, разведке и добыче ТРИЗ.

В планах Роснедра создание в 2022 г. 10 технологических полигонов во всех нефтегазовых провинциях России. Целью создания технологических полигонов должно стать проведение на системной основе опытно-методических работ, результатами — создание предпосылок для качественного расширения МСБ, повышение технологической безопасности ТЭК, выполнение корпоративных программ импортозамещения. При этом для успешного создания и промышленного внедрения новых геологоразведочных и добычных технологий в производство, должны быть соблюдены несколько условий:

1) создание системы целеполагания в сфере недропользования с горизонтом планирования от 30 лет;

2) наличие госоргана ответственного за формирование и финансирование госзаказа на создание и внедрение новых геологоразведочных технологий;

3) координация мероприятий национальных проектов и государственных программ научно-технического развития и для качественного расширения МСБ до 2050 года;

4) организация промышленной кооперации предприятий ТЭК и ВПК для создания производственных цепочек нового оборудования;

5) формирование отраслевой системы испытательных стендов и полигонов общего пользования для испытаний оборудования на соответствие заявленной эффективности и безопасной эксплуатации;

6) создание объективной системы сертификации нового оборудования и включение доказавших эффективность новых методов в комплекс рекомендованных геологоразведочных методов;

7) стимулирование всех участников научно-технического перевооружения геологоразведочной отрасли (подготовка кадров, льготное целевое кредитование высокотехнологичных геологоразведочных компаний);

8) исключение недобросовестной конкуренции со стороны зарубежных компаний.

Промышленному внедрению метода РЛЗ на отраслевом уровне должно предшествовать проведение отраслевой программы опытно-методических работ (ОМР) в 2023—2024 гг. на участках действующих месторождений, выделенных под технологические полигоны, а также на местах будущего строительства региональных, параметрических и поисковых скважин в рамках государственных и корпоративных программ геологического изучения и разведки недр. Это позволит наработать статистику и дать объективную оценку точности метода РЛЗ для последующего включении его в комплекс методов, рекомендованных при проектировании геологоразведочных работ на углеводороды и воду.

Торможение научно-технического развития является следствием противоречия между необходимостью повышения производительности в геологоразведке и необходимостью обеспечения занятости на региональном уровне. Это противоречие могло бы быть снято за счет создания гарантированного спроса на прорывные технологии в рамках мероприятий Госпрограммы «Научно-технологическое развитие Российской Федерации» (утв. Постановлением Правительства РФ от 29 марта 2019 г. № 377). Координацию этой работы могла бы взять на себя Комиссия по научно-технологическому развитию при Правительстве РФ (Указ Президента России от 7 июня 2021 г. № 353), а исполнение — госорганы в сфере недропользования (Минприроды, Роснедра) и АО с полным или частичным госучастием (ПАО «Росгеология», ПАО «Газпром» и ПАО «НК «Роснефть») на действующих испытательных стендах и создаваемых полигонах, которые должны иметь статус промышленных испытательных площадок общего доступа с утверждаемыми Роснедра типовыми перечнями лабораторного и вспомогательного оборудования и программами проведения испытательных работ.

Для повышения результативности создаваемых полигонов целесообразно создать отраслевой орган по координации работы научно-технических центров ведущих компаний и научно-методических советов НИИ геологоразведочной отрасли. Финансирование работ по созданию отраслевой испытательной и сертификационной системы целесообразно обеспечить за счет средств Госпрограммы «Воспроизводство и использование природных ресурсов», для чего потребуется внести изменения в план мероприятий этой Госпрограммы на 2023—2024 годы.

Конкурентоспособность национальных компаний на внутреннем и внешнем рынках будет зависеть от способности с меньшими затратами достигать высшую экономическую эффективность. Этому препятствует усиливающееся санкционное давление и уход из ряда совместных проектов западных компаний, включая ведущие нефтесервисные. Разведка на шельфе арктических и дальневосточных морей может быть полностью остановлена, т.к. собственных судов и обору-

дования недостаточно, а в программном обеспечении для 3D моделирования месторождений УВ зависимость от импорта составляет более 90%.

В этой связи, апробация и внедрение отечественных прорывных технологий разведки шельфовых месторождений, включая использование отечественного программного обеспечения, разработанного специалистами ООО «Современные технологии георадиолокации», может значительно снизить негативные последствия секторальных санкций и зависимость от импорта ПО и оборудования в геологоразведке, а по отдельным направлениям — изучение ресурсов полезных ископаемых Мирового океана и разведка месторождений углеводородов на шельфе, сделать отечественные компании крупными игроками на рынках геологоразведочных услуг Африки, Латинской Америки и Азиатско-Тихоокеанского региона.

Литература

1. Пархоменко Э. И. Электрические свойства горных пород. — М.: Наука, 1965. — 164 с.
2. ГОСТ 25495—82 Породы горные. Метод определения диэлектрической проницаемости и тангенса угла диэлектрических потерь.
3. Патент RU 2436130. Способ и система радиолокационного зондирования земных недр, Омельчук А.П., Омельчук А.А., Омельчук М.А.

Сведения об авторе:

Аванян Эдуард Александрович, исполнительный директор ООО «Современные технологии георадиолокации», 111020, г. Москва, ул. 2-я Синичкина, д. 9А, стр. 4, тел.: (495) 767—4265; e-mail: avanyan@gubkin.ru.

Короткие сообщения

9-й Всемирный водный форум

21-26 марта в столице Сенегала Дакаре проходил 9-й Всемирный водный форум на тему «Водная безопасность для мира и развития».

Мероприятие проводится с 1997 г. каждые три года Всемирным водным советом совместно с принимающей страной. 9-й форум изначально был запланирован на март 2021 г., но был отложен на год из-за пандемии COVID-19. В рамках Форума работали сессии по четырем приоритетным направлениям: «Безопасность водных ресурсов и санитария»; «Водные ресурсы для развития сельских районов»; «Сотрудничество»; «Средства и инструменты».

В видеообращении к участникам круглого стола высокого уровня в рамках Форума выступил Гендиректор ФАО Цюй Дунъюй. Как отметил Цюй Дуъюй, на глобальном уровне необходимо придерживаться более инклюзивного, комплексного и инновационного подхода к решению проблемы недостатка воды, которая уже угрожает 3,2 млрд человек, проживающим в уязвимых сельских общинах. Согласно последнему Докладу ФАО «Состояние мировых земельных и водных ресурсов для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства», недостаток и загрязнение водных ресурсов приводят к огромной нагрузке на агропродовольственные системы по всему миру. Как отметил Гендиректор ФАО, на долю сельского хозяйства приходится более 70% всего объема потребления пресноводных ресурсов в мире, поэтому необходимо обратить внимание на подход, предусматривающий повышение урожайности культур на единицу водопотребления. На долю орошаемого сельского хозяйства приходится около 40% мирового продовольствия и всего 20% мировых пахотных земель, однако возможности для улучшений еще есть.

24 марта на форуме обсуждался новый доклад ЮНЕСКО по грунтовым водам. Грунтовые воды обеспечивают половину объема воды для бытовых нужд населением мира, включая питьевую воду для подавляющего большинства сельского населения и около 25% всей воды для орошения. «Грунтовые воды зачастую являются наиболее эффективным с точки зрения затрат способом обеспечения надежного водоснабжения деревень», — заявил Председатель механизма «ООН-водные ресурсы» и Международного фонда сельскохозяйственного развития Жильбер Ф. Унгбо. Эксперты ООН уверены, что освоение грунтовых вод может стать катализатором экономического роста за счет увеличения площади орошаемых земель и, следовательно, повышения урожайности и разнообразия сельскохозяйственных культур. «Лица, ответственные за принятие решений, должны начать в полной мере учитывать жизненно важные способы использование грунтовых вод для обеспечения жизнедеятельности человека в будущем, учитывая, что климат становится все более непредсказуемым», — заявила Гендиректор ЮНЕСКО Одрэ Азуле.

Аграрный центр МГУ

Биоразнообразие

УДК 591

Оценка пастбищного воздействия лошади Пржевальского на видовое разнообразие муравьев заповедника «Оренбургский»

Е.А. Булгаков[1], М.А. Арбузов[1], М.А. Булгакова[2], к.б.н.
[1]*Заповедники Оренбуржья*
[2]*Оренбургский государственный университет*

В статье рассматриваются результаты анализа видовой динамики мирмекофауны внутри акклиматизационных загонов лошади Пржевальского. Показано, что выпас крупных копытных животных оказывает как прямое, так и опосредованное влияние на мирмекокомплекс. По результатам проведенного исследования установлены основные закономерности видовых дисбалансов на территории участков подверженных пастбищному воздействию. В статье отражены экспериментальные результаты, их анализ, а также сделан вывод о вероятных причинах доминирования вида.

Ключевые слова: муравьи, видовое разнообразие, копытные, выпас, пастбищное воздействие, степная зона.

Введение

Выпас копытных животных может влиять на свойства и процессы экосистем как напрямую, так и косвенно, либо же через петлю обратной связи. К примеру, дикие копытные в процессе выпаса перемещаются как ежедневно, так и сезонно, например, в периоды сезонной засухи. Помимо миграционных процессов у копытных наблюдается предпочтение в выборе тех или иных частей ландшафтов.

К прямым эффектам можно отнести изменение копытными характеристик растительных сообществ, их качество и состав. В процессе активного вытаптывания изменяются многие параметры почвы, а именно её плотность, структурность и гигроскопичность [1]. В свою очередь уплотнение почвы так же влияет на растительные сообщества, так как многие растения критически реагируют на изменение свойств грунта. Продукты дефекации пасущихся животных, при разложении и переработке редуцентами, насыщают почву связанным азотом и другими компонентами, что в свою очередь так же влияет на состав и качество растительных сообществ. Копытные так же могут напрямую влиять на мирмекофауну путем прямого вытаптывания гнезд.

В засушливых биомах большая часть косвенных эффектов связана с угнетением растительной биомассы [2], либо же совокупности негативного давления на растительность и вытаптывания почвы [3]. Изменение видового состава растительного сообщества может спровоцировать изменение химического состава почвы, что в свою очередь влечет ряд каскадных эффектов, влияющих на состав почвенной мезофауны. Сокращение растительной биомассы, вызванное выпасом копытных, может привести к увеличению открытых незатененных участков, и, как следствие, к смене температурного режима почв [4]. Плотность растительного покрова так же может неравномерно меняться в зависимости от распределения связанного азота, находящегося в продуктах дефекаций копытных [5].

Муравьи играют одну из ключевых ролей в степных и полупустынных биомах, выступая в качестве потребителей семян (карпофагия), распространителей семян (мирмекохория), рыхлителей грунта (при закладке и расширения гнезда), распределителей органического и неорганического вещества (так же при закладке и расширения гнезда и при перемещении продуктов жизнедеятельности муравейника), потребителей мертвых беспозвоночных и мелких позвоночных (зоонекрофагия) и реже регуляторов численности вредителей [6—8]. Вышеописанное влияние копытных на экосистемы так же распро-

страняется и на муравьев. В дополнение к прямым воздействиям копытных на плотность растительности, появляется косвенные эффекты, связанные с уменьшением плотности расположения гнезд, которые напрямую коррелируют с количеством растительной биомассы, используемой муравьями в кормовых (карпофагия) и в строительных целях (гнездование на кочках).

Анализ видовой структуры мирмекокомплексов, на участках подвергающихся различной степени влияния копытных животных, биотопического распределения муравьев, а также плотности их поселений позволяет определить нарушенность территории. Исследование мирмекокомплексов способствует более глубокому пониманию путей формирования и функционирования экосистем и, таким образом, формирует научные предпосылки для проведения экологического мониторинга.

Материал и методика исследования

Сбор материала для исследования производился на территории заповедника Оренбургский (участок «Предуральская степь») на протяжении теплого сезона в три этапа: 1) II декада мая; 2) I декада августа; 3) I декада сентября. Отбор материала был произведен на трех участках внутри акклиматизационного загона для лошадей Пржевальского и на участке расположенном вне загона (условно принятым за целину) (*рис. 1*).

Отбор материала был произведен двумя методами: ручной сбор и ловушки Барбера. Ручной сбор производился на участках почвы 50х50 см, послойно на глубину 0—10 см, 10—20 см, 20—30 см. При ручном сборе муравьи найдены только в верхних слоях почв (0—10 см). Ловушки Барбера были заложены по две линии на участок (10 ловушек на линию). Ловушки закладывались на 7 дней, после чего материал фиксировался в альдофиксе. Всего за период исследования было собрано 497 экземпляров, 4 % из которых было собрано путем ручного сбора.

Результаты и обсуждение

Основная часть материала была собрана за первый период (5% ручной сбор, 95% ловушки Барбера) — 328 экземпляров (*рис. 2*). Доминирующим по численности стал *Lasius alienus F.* (66%) и *Cataglyphis aenescens N.* (20%). Наиболее разнообразным по видовому составу оказался 1 участок, зарегистрированы: *Messor muticus N.* (20%), *Cataglyphis aenescens N.* (5%), *Mirmica deplanata E.* (20%), *M. ruginodis N.* (5%), *Temnothorax sp.* (10%), *Tetramorium caespitum L.* (30%) и *Formica pratensis R.* (10%).

На 2 участке было обнаружено 3 вида муравьев, среди которых наблюдалось четкое доминирование *Lasius alienus F.* (93%), так же были обнаружены *Cataglyphis aenescens N.* (6%) и *Temnothorax sp.* (1%), причем последний был найден только при ручном сборе. На 3 участке при ручном сборе муравьи не обнаружены. В ловушках Барбера были найдены: *Lasius alienus F.* (53%), *Cataglyphis aenescens N.* (44%) и *Proformica epinotalis Kuznetsov-Ugamsky* (3%). На 4 участке были найдены *Cataglyphis aenescens N.* (50%), *Temnothorax sp.* (11% ловушки, 3% ручной) и *Tetramorium caespitum L.* (33% ловушки, 3% ручной).

В период с 28 июля по 4 августа было собрано 163 экземпляра (*рис. 3*) (99% ловушки Барбера, 1% ручной сбор).

Доминирующими видами оказались *Cataglyphis aenescens N.* (54%), *Lasius alienus F.* (23%) и *Tetramorium caespitum L.* (17%). На 1 участке в ловушках Барбера были обнаружены следующие виды: *Messor muticus N.* (15%), *Cataglyphis aenescens N.* (54%), *Temnothorax sp.* (8%), *Tetramorium caespitum L.* (8%), *Proformica epinotalis Kuznetsov-Ugamsky* (7%) и *Lasius alienus F.* (8%). На 2 участке были обнаружены *Lasius alienus F.* (2% ручной, 35% ловушки), *Cataglyphis aenescens N.* (28%), *Temnothorax sp.* (3 % ручной), *Tetramorium caespitum L.* (28%), *Formica pratensis R.* (2%) и *Proformica epinotalis Kuznetsov-Ugamsky* (2%). 3 участок показал наименьшее видовое разнообразие за период: *Lasius alienus F.* (17%), *Cataglyphis aenescens N.* (67%), *Tetramorium caespitum L.* (16%). На 4 участке были обнаружены *Lasius alienus F.* (22%), *Cataglyphis aenescens N.* (59%), *Temnothorax sp.* (3%), *Tetramorium caespitum L.* (11%) и *Proformica epinotalis Kuznetsov-Ugamsky* (5%).

Последний сбор показал наименьшие результаты по отловленным экземплярам (менее 1%), что вероятнее всего связано с резким снижением температуры и обилием атмосферных осадков. Муравьи были обнаружены только на 4 участке: *Lasius alienus F.* (83%), *Cataglyphis aenescens N.* (17%).

Заключение

Исходя из полученных результатов можно выявить прямую зависимость видоразнообразия муравьев от активности пребывания лошадей Пржевальского. В местах высокой активности копытных разнообразие видов муравьев снижается и сдвигается в сторону активных дневных зоонекрофагов на открытых участках грунта, полностью или частично лишенных растительности, таких как *Cataglyphis aenescens N.* Однако при наличии растительного покрова доминирующими видами становятся почвенные и дерновые зоонекрофаги, такие как *Lasius alienus F.* и *Tetramorium caespitum L.*

Публикация осуществлена при финансовой поддержке Всероссийской общественной организации «Русское географическое общество» (грант №46 / 2021-И).

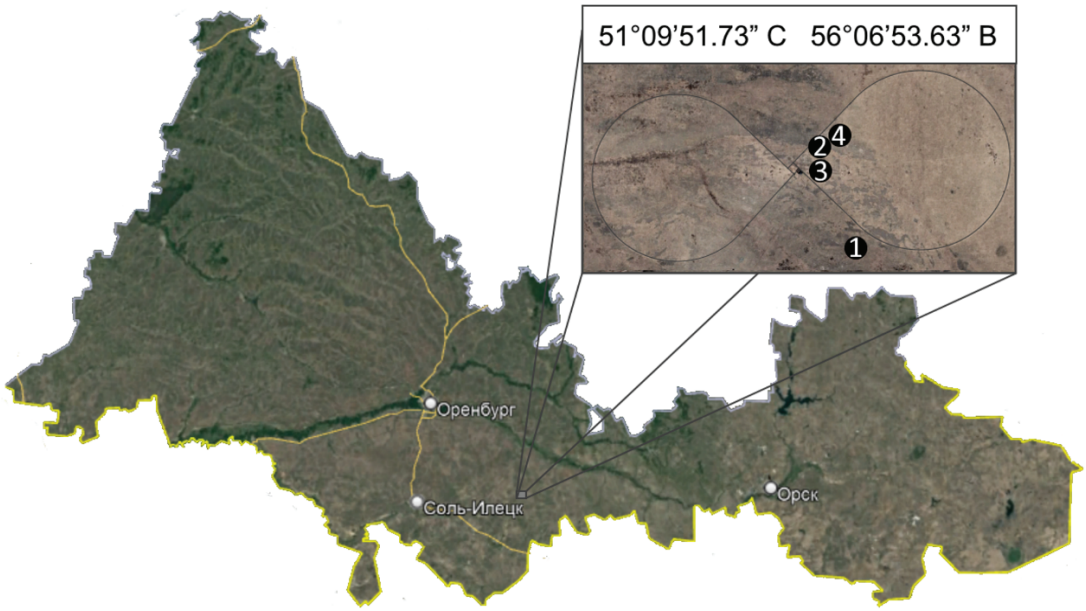

Рис. 1. **Карта расположения участков: участок 1 — выпас отсутствует; участок 2 — легкая пастбищная дегрессия; участок 3 — умеренная пастбищная дегрессия; участок 4 — умеренная пастбищная дегрессия**

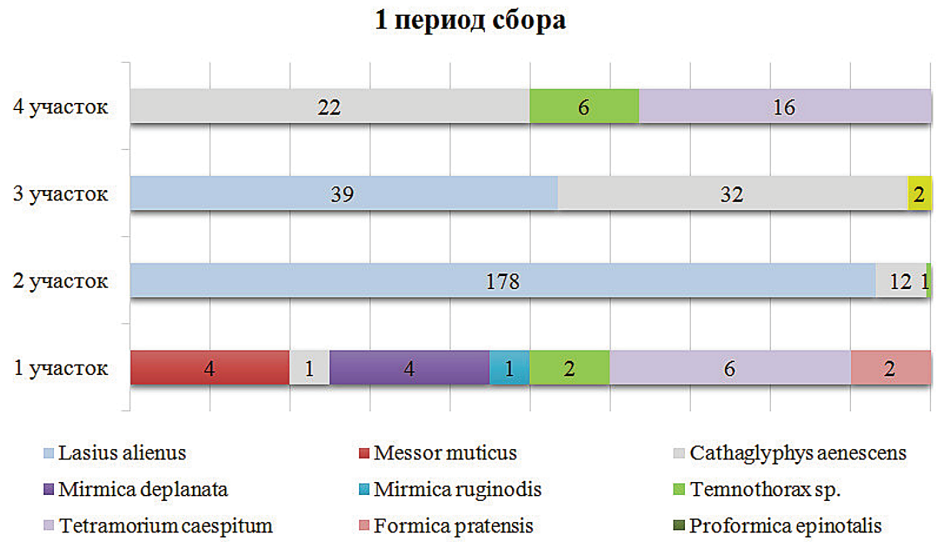

Рис. 2. **Доля вида от общего сбора,** *экз.*

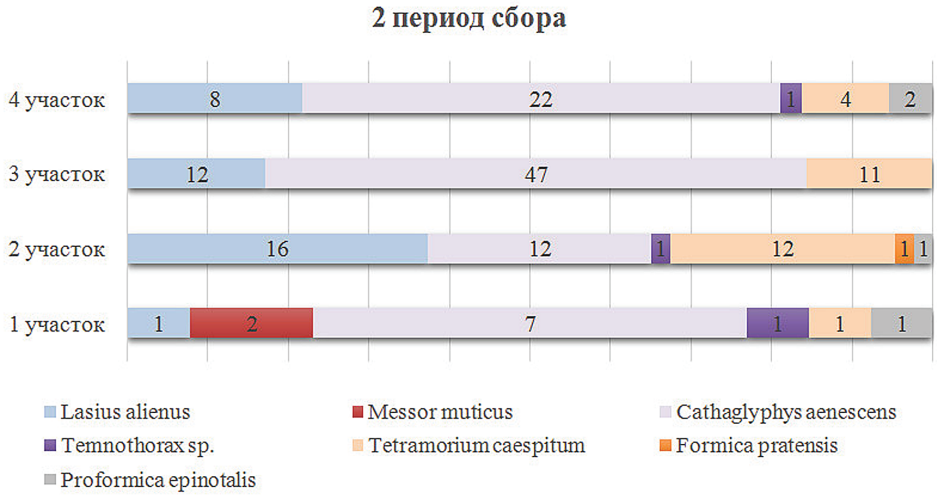

Рис. 3. **Доля вида от общего сбора,** *экз.*

Литература

1 Weltz N., Wood M.K., Parker E.E. Flash grazing and trampling effects on infiltration rates and sediment yield on a selected New Mexico range site // J. of Arid Environment, 1989. 16. — P. 95—100.
2 Levin P.S., Ellis J., Petrik R., Hay M.E. Indirect effects of feral horses on estuarine communities // Conservation Biology, 2002. 16. — P. 1364—1371.
3 Thurow T.L. Hydrology and erosion — Grazing Management: An Ecological Perspective / R.K. Heitschmidt, J.W. Stuth (Eds.). — Portland: Timber Press,1991. — P. 141—159.
4 Hobbs N.T. Modification of ecosystems by ungulates // J. of Wildlife Management, 1996. 60. — P. 695—713.
5 Augustine D.J., McNaughton S.J. Ungulate effects on the functional species composition of plant communities: herbivore selectivity and plant tolerance // J. of Wildlife Management, 1998. 62. — P. 1165—1183.
6 Andersen A.N., Sparling G.P. Ants as indicators of restoration success: relationship with soil microbial biomass in the Australian seasonal tropics // Restoration Ecology, 1997. 5. — P. 109—114.
7 MacMahon J.A., Mull J.F., Crist T.O. Harvester ants (Pogonomyrmex spp.): their community and ecosystem influences // Annual Review of Ecology and Systematics, 2000. 31. — P. 265—291.
8 Rosenberg D.M., Danks H.V., Lehmkuhl D.M. Importance of insects in environmental impact assessment / Environment Management, 1986. 10. — P. 773—783.

Сведения об авторах:

Булгаков Евгений Александрович, руководитель Центра реинтродукции лошади Пржевальского ФГБУ «Объединенная дирекция государственных природных заповедников «Оренбургский» и «Шайтан-Тау»»; г. Оренбург; e-mail: orenbulg@mail.ru.

Арбузов Максим Александрович, ведущий специалист Центра реинтродукции лошади Пржевальского ФГБУ «Объединенная дирекция государственных природных заповедников «Оренбургский» и «Шайтан-Тау»»; e-mail: kingwhitelui@gmail.com.

Булгакова Марина Александровна, к.б.н., доцент кафедры биологии и почвоведения Оренбургского государственного университета; e-mail: biosu@mail.ru.

Короткие сообщения

Развитие туризма в ООПТ

26 апреля в Екатеринбурге состоялось совместное выездное заседание Комиссии РГО по развитию туризма и Постоянной Природоохранительной комиссии РГО, посвященное перспективам развития туризма ООПТ.

С приветственным словом выступил председатель Комиссии РГО по развитию туризма, Почетный Президент РГО, акад. РАН Владимир Котляков. Он подчеркнул особую важность события в рамках развития экотуризма в России. «Хочу отметить три масштабных проекта, реализованных участниками комиссии за последние несколько лет, — добавил Владимир Котляков. — “Западный фасад России” — туристическая карта от Москвы до границ страны на западе, “Золотое кольцо Сибири” — гранд-маршрут через все сибирские регионы и “Золотое кольцо Боспорского царства” — тур по античным местам юга России, разработанный совместно с Краснодарским отделением РГО». Председатель Постоянной Природоохранительной комиссии РГО, вице-президент РГО, акад. РАН Александр Чибилёв отметил: «Есть три точки зрения на проблему: первая — исключить все виды хозяйственной деятельности на территории заповедников, вторая — выделить 5-10% территорий заповедников для туризма и третья, официальная, — поддержать совместную деятельность индустрий гостеприимства и природоохраны. К сожалению, в последнем случае туризм иногда превращается в вандализм, когда по самым уязвимым участкам ООПТ, в местах произрастания редких эндемичных растений прокладываются экологические тропы, разрушающие хрупкий природный ландшафт». «Туристская деятельность на природных территориях — наиболее щадящая, по сравнению с промышленным производством, однако повышенный спрос ведёт к усугублению ситуации, — считает Виктор Кружалин, зампредседателя Комиссии РГО по развитию туризма, завкафедрой рекреационной географии и туризма МГУ. В связи с этим возникла необходимость введения туристско-рекреационной экспертизы, которая сможет регулировать процессы доступности тех или иных заповедных территорий для путешественников исходя из природных зон и устойчивости ландшафтов». Об особенностях экотуризма на ООПТ рассказал зампред Постоянной Природоохранительной комиссии РГО, зав. лабораторией биогеографии Института географии РАН, чл.-корр. РАН Аркадий Тишков. «Нам необходимо внести разделение и выявить различия понятий “природопознавательный турист” и “экологический турист”. Если первый тип путешественников осматривает природные достопримечательности, то к последнему типу можно отнести людей, занимающихся сохранением и улучшением той природы, которую они посещают».

Члены комиссий РГО также приняли участие в торжественном открытии Всероссийской конференции “Экотуризм: современные векторы развития”, организованной на площадке Уральского педуниверситета.

РГО

Биоресурсы суши

УДК 639.1.02:591.52:622.012(470.13)

Видовое разнообразие, структура и динамика населения охотничьих животных в зоне воздействия горнодобывающего предприятия на примере Средне-Тиманского бокситового рудника (Республика Коми)

А.Н. Королев, С.К. Кочанов, к.б.н., А.Н. Петров, к.б.н.,
Институт биологии Коми Научного центра УрО РАН

Посредством анализа данных зимних маршрутных учетов 2003—2017 гг. (n=12) изучено состояние локальных популяций охотничьих животных (пушных и копытных млекопитающих, тетеревиных птиц) в районе Средне-Тиманского бокситового рудника. На территориях, непосредственно примыкающих к руднику, выявлены снижение видового разнообразия охотничьих животных и изменение структуры их населения. Общая относительная численность млекопитающих здесь сопоставима с таковой на удаленных от рудника участках (за счет роста обилия зайца-беляка, обыкновенной лисицы и ласки), численность же птиц статистически значимо ниже.

Ключевые слова: Средне-Тиманский бокситовый рудник, охотничьи животные, численность, структура и динамика населения.

Разработка месторождений полезных ископаемых открытым способом — один из наиболее радикальных вариантов трансформации природной среды [1, с. 92—100; 2, с. 33]. Она сопровождается отторжением земель, уничтожением почвенного и растительного покровов, гибелью или вынужденным перемещением животных, формированием новых элементов ландшафта (карьеры, отвалы, отстойники), прокладкой систем отведения и сброса вод, различных коммуникаций, строительством объектов энергетической, транспортной и бытовой инфраструктуры, физическим и химическим загрязнением. Каждый участок земной поверхности, нарушенный при открытой разработке месторождений, оказывает негативное воздействие на примерно равный по площади участок прилегающей территории [1, с. 100]. Зона воздействия таких разработок может простираться значительно дальше их видимых границ. При этом изменения, происходящие в окружающих экосистемах, охватывают практически все их компоненты.

Средне-Тиманский бокситовый рудник (СТБР) — горнодобывающее предприятие, осуществляющее добычу алюминиевой руды (боксита) открытым способом в Княжпогостском и Усть-Цилемском районах Республики Коми. Рудник расположен в подзоне северной тайги близ южной оконечности возвыш. Четласский Камень в пределах обширной области малонарушенных лесных территорий [3, с. 54—55; 4]. Трансформация среды в районе СТБР охватывает сравнительно небольшие площади. Сырьевой базой предприятия служит среднетиманская группа месторождений тиманской бокситовой провинции. Добываемая здесь руда залегает непосредственно под четвертичными отложениями на глубине всего 0,5—12 м [5, с. 10]. Освоение первого месторождения группы — Вежаю-Ворыквинского — началось в 1992 г., промышленная добыча руды на нем — в 1998 г. [6, с. 264—265]. В 2018 г. в строй было введено второе месторождение — Верхне-Щугорское (запасы Вежаю-Ворыквинское к тому времени подходили к концу) [7]. Расчетная производительность рудника на первом (начальном) этапе его разработки (до 2003 г.) — 3 млн т/год, на втором — 6 млн т/год [8, с. 28]. С 1998 по 2020 г. добыча боксита на руднике выросла со 176 тыс.

[9, с. 7] до 4,09 млн [10, с. 40] т. За это время здесь суммарно было добыто 50 млн т руды [11].

Создание и функционирование рудника (под которыми в самом широком смысле понимается его закладка и расширение, процессы добычи и транспортировки руды, быт персонала, рост доступности района рудника, прочее) не могли не отразиться на состоянии окружающих его экосистем. Практически с самого начала активной разработки Вежаю-Ворыквинского месторождения на СТБР и прилежащих к нему территориях ведется мониторинг, призванный оценить характер и степень влияния процесса функционирования рудника на природную среду [12, с. 88]. Установлено, что воздействие СТБР (прямое и косвенное) сказывается на различных составляющих окружающих его экосистем, в том числе на животном мире [12, с. 89—90; 13, с. 45—47; 14, с. 51; 15, с. 61—62]. Одним из объектов мониторинга являлась группа видов животных, отнесенных к объектам охоты (охотничьи животные): пушные и копытные млекопитающие, тетеревиные птицы. Данная группа имеет большое практическое значение, в связи с чем оценка ее состояния имела превалирующее значение. Цель настоящей работы — количественно охарактеризовать видовое разнообразие, структуру и динамику населения охотничьих животных в зоне воздействия СТБР в первые десятилетия его работы.

Материал и методы

В основу работы положены материалы зимних маршрутных учетов, проводившихся в ноябре-декабре 2003—2011, 2013, 2015, 2017 гг. в пределах Вежаю-Ворыквинского месторождения боксита и на прилежащих к нему территориях Княжпогостского, Удорского, Усть-Цилемского и Ухтинского районов. Зимний маршрутный учет охотничьих животных вели без предварительной затирки следов с использованием снегохода (с допущениями Е.Н. Матюшкина [16, с. 538] относительно свежести следов). В качестве показателя численности принят показатель учета (Пу), измеряемый в числе следов млекопитающих и взлетов птиц на 10 км учетного маршрута (встреч/10 км) [17, с. 3]. Не смотря на то, что величина Пу зависит не только от уровня численности животных, но и от их активности, использование Пу является вполне корректным, поскольку сам факт наличия значительной следовой плотности какого-либо вида в определенной местности позволяет говорить о соответствии условий этой местности экологическим требованиям данного вида [16, с. 537].

Учет вели на модельных не строго фиксированных участках: опытных, непосредственно примыкающих к руднику (сопредельные территории, *Опыт*; не далее 20 км от центральной залежи Вежаю-Ворыквинского месторождения), и контрольных, расположенных на некотором удалении от него (фоновые территории, *Фон*; удалены на 20—60 км) и удаленных от него на значительное расстояние (территория и окрестности охотничьего хозяйства «Кедва», *Кедва*; удалены на 60—90 км). За эталон состояния животного мира приняты характеристики фауны и населения охотничьих животных на фоновых территориях. Учетными маршрутами были охвачены преимущественно лесные угодья. На участках *Опыт* и *Фон* они представлены главным образом малонарушенными старовозрастными темнохвойными лесами. На участке *Кедва* значительные площади таких лесов пройдены рубками и замещены березовыми молодняками. Суммарная протяженность пройденных учетных маршрутов — 3046 км, 13,3 % из них пришлось на участок *Опыт*, 36,5 % на *Фон* и 50,2 % на *Кедву*. Длина маршрутов колебалась по годам, главным образом, из-за неблагоприятных погодных условий (сильные снегопады, морозы, оттепели) в пределах 147—358 км и составила в среднем 248 км.

В качестве параметров описательной статистики применяли порядковые статистики — минимум (Min), максимум (Max), квартили (Q_1, Q_3), медиану (Me), ошибку медианы (m_{Me}), медианный коэффициент вариации (CV_{Me}) [18, с. 216—225], так как согласно W критерию Шапиро-Уилка статистическое распределение величин Пу разных лет у разных видов часто не соответствовало нормальному [19, с. 77—83]. Соотвественно под числовыми средними в работе понимается медиана. Для оценки значимости различий использовали U критерий Манна-Уитни (U-тест) [19, 109—111], в случае медианного коэффициента вариации — критерий U для случая несимметричных распределений [18, с. 212—213].Для выявления степени связи показателей применяли коэффициент корреляции Спирмена r [19, с. 191—194]. В случае множественных сравнений использовали поправку Холма-Боферрони [20, с. 727]. При сравнении медиан Пу (частот встречаемости) животных на модельных участках применяли двусторонний вариант точного критерия Фишера (F-тест) [19, с. 176—180]. Величина критического уровня статистической значимости (p), принятого в работе, равна 0,05. Доли видов в структуре населения определены как отношение Пу конкретного вида к сумме Пу (суммарному Пу) всех видов (для млекопитающих и птиц отдельно) в процентах, как по отдельным годам (к годовому суммарному Пу), так и за весь период наблюдений (к среднемноголетнему суммарному Пу). В последнем случае доли определялись как отношение медианы Пу конкретного вида к сумме медиан Пу всех видов. К постоянному населению относили виды с ненулевой медианой. Для характеристики видового разнообразия использовали индекс видового богатства Менхиника, индекс разнообразия Шеннона, меру выравненности последнего — индекс Пиелу и обратный индекс доминирования Бергера-Паркера [21, с. 17, 40—46]. Для анализа динамики населения применяли метод динамического фазового портрета [22, с. 24—25], при этом объем

временных рядов Пу путем процедуры линейной интерполяции (regular linear interpolation) увеличивали на порядок (с n=12 до n=120) и в дальнейшем сглаживали (smoothing spline); коэффициент сглаживания (smooth) — 2—5. Обсчет первичного числового материала проводился с помощью статистических пакетов PAST (version 4.03) [23, с. 1] и Microsoft Office Excel 2007.

Отмеченные при проведении учетов европейская норка (европейская и американская норки рассматриваются без разделения на виды) и северный олень, внесенные в Красную книгу Республики Коми [24, с. 362; 25, с. 692—693, 696—697], в настоящее время исключены из списка объектов животного мира, разрешенных к добыче на территории региона, но в данном случае рассматриваются вместе со всеми прочими видами охотничьих животных. Все последующие расчеты вели с учетом этих видов. Полные названия видов животных приведены в *табл. 1.*

Результаты

Видовое разнообразие и общая численность. Всего на модельных участках зарегистрировано 17 видов охотничьих животных: 13 видов млекопитающих и четыре вида птиц (*табл. 1*). Показатели видового богатства охотничьих животных демонстрируют устойчивый рост в ряду *Опыт — Фон — Кедва* (*табл. 2*). Число видов, отмеченных в отдельные годы, на участке *Опыт* статистически значимо ниже, чем на участках *Фон* (U-тест, Z=3,63, p 0,001) и *Кедва* (U-тест, Z=4,11, p 0,001), а на участке *Фон* ниже, чем на участке *Кедва* (U-тест, Z=2,22, p=0,026). Схожая картина наблюдается и при сопоставлении индексов видового разнообразия (табл. 2). При этом статистически значимые различия отмечены лишь для индекса Шеннона и только в одном случае: на участке *Опыт* он ниже, чем на участке *Кедва* (U-тест, Z=2,43, p=0,046). В случае пары *Опыт — Фон* отмечена тенденция к появлению различий по данному индексу (U-тест, Z=2,14, p=0,065). Минимальная изменчивость (минимальный CV_{Me}) индексов отмечена, главным образом, на участке *Фон*, максимальная — на участке *Опыт*.

По величине суммарного Пу млекопитающих все модельные участки вполне сопоставимы (табл. 1), статистически значимых различий между ними нет. В случае птиц суммарный Пу на участке *Опыт* значимо ниже таковых на участках *Фон* (U-тест, Z=3,67, p 0,001) и *Кедва* (U-тест, Z=3,95, p 0,001); различий между участками *Фон* и *Кедва* нет. Изменчивость суммарного Пу птиц на участке *Опыт* более чем в 2 раза выше, чем на других участках; изменчивость суммарного Пу млекопитающих на разных участках соизмерима.

Структура населения. Структура населения охотничьих животных модельных участков рассмотрена через призму состава постоянного населения. На участке *Фон* (также как и на участке *Кедва*) в состав постоянного населения входят 14 видов: 10 видов млекопитающих и четыре вида птиц (табл. 1). На участке *Опыт* состав постоянного населения обеднен: из него выпадают белка, волк, росомаха, выдра, тетерев и рябчик, за весь период наблюдений здесь ни разу не зафиксированы норки и олень. Отмечается снижение средней численности (по сравнению с участком *Фон*) куницы в 1,9 раза, куропатки в 1,9 раза (на уровне тенденции: U-тест, Z=1,85, p=0,064), лося в 3,6 раза (на уровне тенденции: U-тест, Z=1,94, p=0,053), глухаря в 5 раз (U-тест, Z=2,25, p=0,024) и рост средней численности зайца в 2,1 раза, лисицы в 5,5 раза (U-тест, Z=2,46, p=0,014), ласки в 8 раз (на уровне тенденции: U-тест, Z=1,84, p=0,066). На этом фоне происходит существенное изменение средних долей видов в годовых суммарных Пу (*рис. 1*). Возрастают доли куропатки в 1,9 раза, зайца в 1,9 раза (на уровне тенденции: U-тест, Z=1,7, p=0,089), лисицы в 3,5 раза (U-тест, Z=2,14, p=0,033), ласки в 4,9 раза (U-тест, Z=2,16, p=0,031), снижаются — глухаря в 3,4 раз, лося в 4,7 раза (U-тест, Z=2,63, p=0,008). Наиболее массовыми видами из числа млекопитающих становятся заяц и лисица, на долю которых приходится 74,2% встреч в среднемноголетнем суммарном Пу (против 40,3% на участке *Фон* и 41,5% на участке *Кедва*). В отдельные годы доля указанных видов достигает 91,5% и в целом не опускается ниже 40% (исключение — 2010 г., когда в силу высокой численности горностая доля встреч следов зайца и лисицы составила всего 14%).

На участке *Кедва* средняя численность 10 видов выше (в 1,4—3,5 раза), а трех видов ниже (в 1,2—1,9 раза), чем на участке *Фон*. Статистически значимых различий между уровнями численности разных видов на этих участках нет, лишь для куропатки отмечена тенденция (U-тест, Z=1,7, p=0,089) к росту численности (в 1,9 раза) на участке *Кедва*. Различия отсутствуют также и при сопоставлении средних долей в годовых суммарных Пу млекопитающих (рост долей в 1,2—2,2 раза отмечен для шести видов, снижение в 1,2—3 раза для трех). Для птиц тенденция к снижению доли (в 1,8 раза) отмечена для глухаря (U-тест, Z=1,82, p=0,069), к росту (в 1,7 раза) — для куропатки (U-тест, Z=1,76, p=0,078).

Статистически значимые различия (F-тест) по соотношению Пу видов между сравниваемыми участками отсутствуют. Поиск возможных различий в соотношениях в динамике (для чего рассматриваемый период был разбит на два равных отрезка по шесть лет наблюдений — 2003—2008 и 2009—2017 гг.) показал отсутствие различий в первый отрезок и их наличие во второй (пара *Опыт — Фон*, F-тест, p=0,025; пара *Опыт — Кедва*, F-тест, p=0,017), что может быть связано как с естественными колебаниями численности животных, так с возможным проявлением влияния деятельности СТБР.

Таблица 1

Параметры показателя учета (встреч/10 км) охотничьих животных на модельных участках

Вид	*Опыт*	*Фон*	*Кедва*
Млекопитающие			
Заяц-беляк	1,9—68,4* 7,23±5,06 / 107,8	1,06—25,1 3,52±5,54 / 95,7	0,64—73,1 8,25±5,1 / 107,3
Обыкновенная белка	0—1,92 0 / –	0—10,7 0,5±0,44 / 148,1	0—1,54 0,29±0,22 / 148,1
Волк	0—0,47 0 / –	0—1,05 0,11±0,09 / 148,1	0—1,22 0,21±0,15 / 148,1
Обыкновенная лисица	0—9,57 2,53±0,74 / 74,6	0—3,32 0,46±0,46 / 48,3	0,14—7,48 0,97±0,45 / 119,9
Лесная куница	0—3,85 1,11±0,53 / 142,8	0,25—9,8 2,12±0,48 / 70,9	0,77—6,9 2,15±0,58 / 68,5
Росомаха	0—0,26 0 / –	0—1,34 0,15±0,1 / 148,1	0—5,31 0,44±0,15 / 87,5
Ласка	0—3,49 0,84±0,34 / 102,3	0—4,74 0,11±0,07 / 148,1	0—3,46 0,36±0,2 / 133,7
Горностай	0—18,1 0,88±0,41 / 130,4	0—11,4 0,88±0,65 / 101,8	0,39—12,8 2,54±1,15 / 116
Норки (европейская, американская)	0	0—0,12 0 / –	0—0,13 0 / –
Речная выдра	0—0,19 0 / –	0—0,47 0,05±0,05 / 148,1	0—0,57 0,13±0,05 / 102,5
Рысь	0—0,26 0 / –	0—0,34 0 / –	0—0,77 0 / –
Европейский лось	0—3,83 0,56±0,38 / 148,1	0,13—28 1,99±1,31 / 126,1	0,96—14,6 6,88±2,23 / 110,8
Северный олень	0	0—1,09 0 / –	0—0,28 0 / –
В целом	6,47—85,2 18,1±6,2 / 75,6	2,01—80,6 15,8±6,49 / 63,7	6,13—105,6 22,6±6,7 / 76,6
Птицы			
Белая куропатка	0—3,31 0,88±0,47 / 138	0,22—7,63 1,68±0,73 / 79,8	1,22—34,6 3,27±0,34 / 26,5
Тетерев	0—1,76 0 / –	0—9,97 3,66±1,66 / 142,4	0,51—13,2 3,09±0,77 / 49,8
Глухарь	0—2,3 0,24±0,17 / 148,1	0—4,72 1,19±0,45 / 87,1	0—2,43 0,62±0,43 / 142,1
Рябчик	0—1,76 0 / –	0—5,88 0,46±0,19 / 115,9	0,1—5 0,63±0,18 / 72,9
В целом	0,19—5,87 2,16±0,84 / 99,1	1,89—21,5 7,55±1,37 / 45,6	4,15—41,9 9,43±1,15 / 45,3

*Над чертой Min-Max, под чертой $Me \pm m_{Me}$ / CV_{Me} (%).

Таблица 2

Параметры показателей видового богатства и индексов видового разнообразия (ед.) охотничьих животных на модельных участках

Показатель видового богатства, индекс		*Опыт*	*Фон*	*Кедва*
Число видов	за весь период наблюдений	15	17	17
	в отдельные годы	4—11	9—15	11—16
	среднегодовое	9	12	14
	в постоянном населении	8	14	14
	учитывавшихся ежегодно	1	4	8
Индекс	Менхиника	0,64—2,9* 1,67±0,41 / 58,1	1,29—4,56 2,46±0,25 / 33,7	1,12—3,59 2,26±0,51 / 57,3
	Шеннона	0,76—2,13 1,34±0,27 / 51,4	1,53—2,24 1,85±0,08 / 10,4	1,3—2,27 1,92±0,12 / 15,8
	Пиелу	0,43—0,94 0,61±0,07 / 29,1	0,64—0,86 0,79±0,04 / 11,2	0,52—0,84 0,75±0,03 / 13,8
	Бергера-Паркера	1,27—6,54 1,77±0,46 / 37,7	1,94—6,21 3,09±0,38 / 31,4	1,58—4,37 3,17±0,49 / 28,0

*Над чертой Min-Max, под чертой $Me \pm m_{Me}$ / CV_{Me} (%).

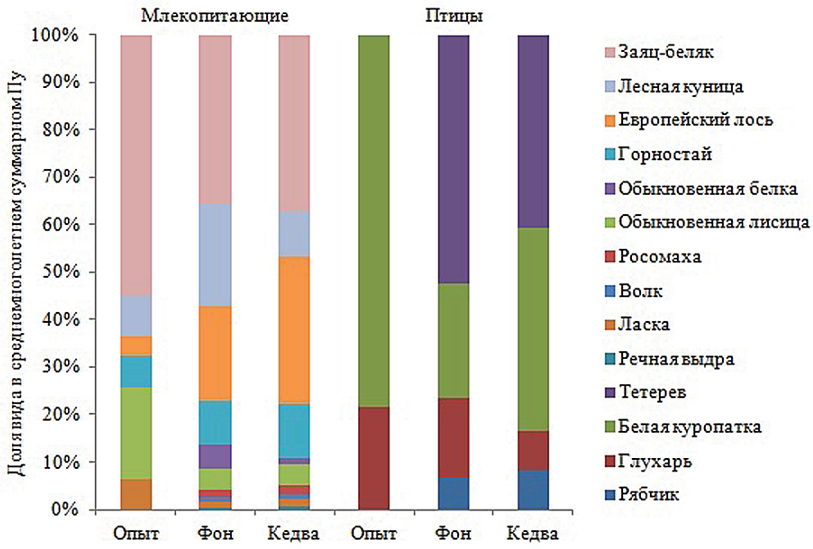

Рис. 1. **Соотношение структур среднемноголетних суммарных показателей учета (относительные величины) охотничьих животных на модельных участках**

Динамика населения. Сопоставление временных рядов суммарных Пу со всех модельных участков (для млекопитающих и птиц отдельно) показало, что статистически значимая согласованная динамика наблюдается лишь в одном случае: для млекопитающих в паре *Фон — Кедва* (r=0,8, p=0,005). В целом динамика суммарных Пу млекопитающих на всех модельных участках довольно близка (*рис. 2*) и определяется, очевидно, динамикой численности наиболее массового вида — зайца. Коэффициенты корреляции между временными рядами значений Пу зайца на модельных участках

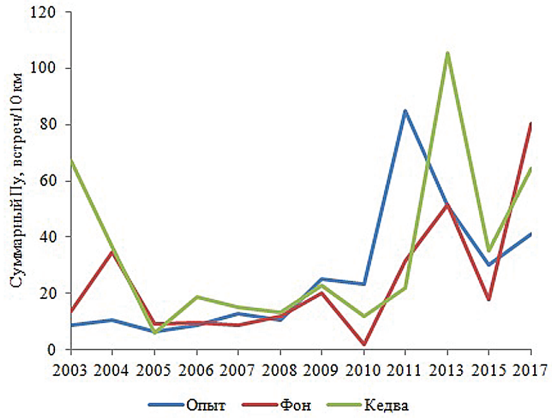

Рис. 2. **Динамика суммарного показателя учета млекопитающих на модельных участках**

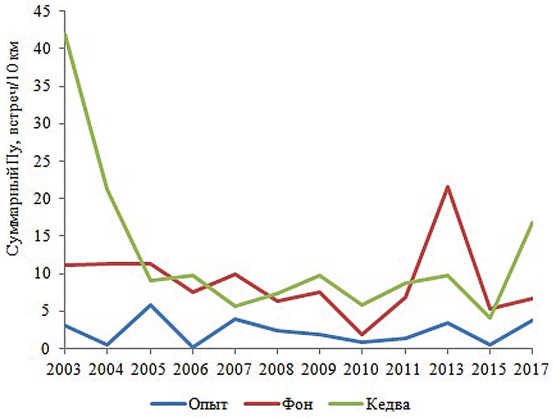

Рис. 3. **Динамика суммарного показателя учета птиц на модельных участках**

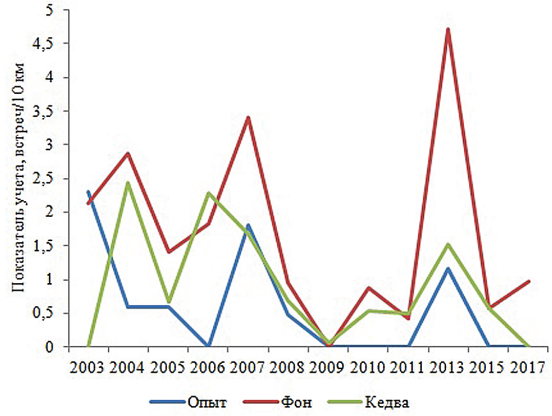

Рис. 4. **Динамика численности глухаря на модельных участках**

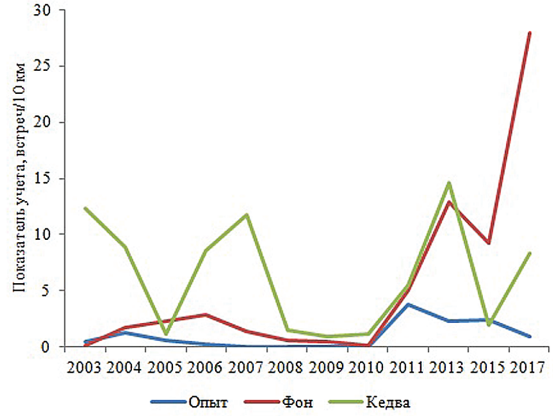

Рис. 7. **Динамика численности лося на модельных участках**

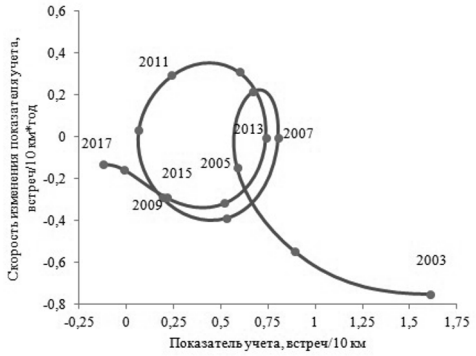

Рис. 5. **Фазовый портрет динамики численности глухаря на участке** *Опыт* (smooth=5)

Рис. 6. **Фазовый портрет динамики численности глухаря на участке** *Фон* (smooth=5)

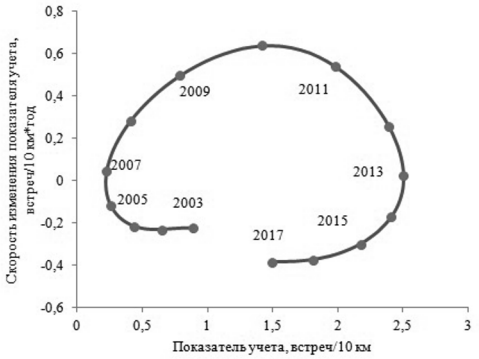

Рис. 8. **Фазовый портрет динамики численности лося на участке** *Опыт* (smooth=5)

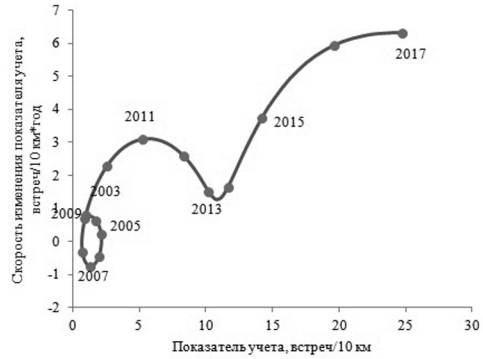

Рис. 9. **Фазовый портрет динамики численности лося на участке** *Фон* (smooth=2)

держатся в пределах 0,48—0,66, но лишь в случае пары *Опыт — Кедва* величина p достигает уровня тенденции (r=0,66, p=0,061). По всей видимости, определенную роль в синхронизации динамик играет также белка. Для этого вида коэффициенты корреляции колеблются в пределах 0,37—0,7, в двух парах достигая статистической значимости (пара *Опыт — Фон*: r=0,69, p=0,035; пара *Фон — Кедва*: r=0,7, p=0,035). Размахи колебаний (интерлимитный, интерквартильный) суммарных Пу млекопитающих на всех модельных участках вполне сопоставимы, сопоставимы и коэффициенты вариации медиан (статистически не различаются).

В случае птиц характер динамики суммарных Пу на модельных участках индивидуален (*рис. 3*). На участке *Опыт* в течение практически всего периода наблюдений суммарный Пу не превышал 4 встреч/10 км. Его изменения не коррелировали с другими участками. Размахи колебаний суммарного Пу на участке *Опыт* минимальны, при этом здесь отмечается наибольший CV_{Me}. Интерлимитный размах на участке *Кедва* выше такового на участке *Фон* в 1,9 раза (исключительно за счет суммарного Пу 2003 г., когда на участке *Кедва* была отмечена очень высокая численность куропатки; если данные за этот год рассматривать как выброс и не принимать в расчет, то размахи становятся сопоставимыми), при этом интерквартильные размахи на данных участках равны. Статистически значимых различий между CV_{Me} на разных участках нет.

Динамика населения модельных видов. В качестве модельных выбраны наиболее значимые для охотников Республики Коми виды животных — глухарь и лось [26]. Динамика их населения рассмотрена на примере участков *Опыт* и *Фон*, характеризующихся сходной структурой местообитаний (преобладают первичные темнохвойные леса). В паре *Опыт — Фон* выявлена высокая статистически значимая корреляция временных рядов Пу рассматриваемых видов (глухарь: r=0,8, p=0,006; лось: r=0,74, p=0,017).

Очевидно, что численность глухаря на обоих участках (*рис. 4*) определяется едиными факторами, модулирующими прирост и убыль популяции глухаря Среднего Тимана, с той лишь разницей, что на локальную популяцию глухаря района СТБР дополнительно влияют факторы, прямо или опосредовано связанные с функционированием рудника и сказывающиеся на обилие вида. В результате этого влияния в данной локальной популяции произошли определенные изменения. Проследить их ход позволяет фазовый портрет динамики численности глухаря (*рис. 5*).

Анализ хода кривой показывает, что локальная популяция глухаря района СТБР вышла из стационарного состояния еще до начала мониторинговых работ (напомним, освоение Вежаю-Ворыквинского месторождения началось в 1992 г., а промышленная добыча руды в 1998 г.) и в момент их начала находилась на траектории перехода в новое стационарное состояние. В 2006 г.

популяция прошла критическую точку и перешла в состояние, при котором глухарь практически перестал фиксироваться на участке *Опыт* (данное состояние соответствует условной окружности с центром в точке с численностью глухаря порядка 0,35—0,4 встреч/10 км). Для сравнения приведем фазовый портрет динамики численности глухаря на участке *Фон* (*рис. 6*). Здесь наблюдается во многом аналогичная динамика с критической точкой в 2006 г. с единственным отличием: в 2003—2006 гг. сокращение численности глухаря не было столь резким. После 2006 г. группировка перешла в новое стационарное состояние с колебаниями близ точки в 1,8—2 встреч/10 км. Ближе к концу наших наблюдений как на участке *Опыт*, так и на участке *Фон* обозначилась очередная критическая точка, что позволяет предполагать выход группировки глухаря Среднего Тимана из сложившегося стационарного состояния, но прекращение наблюдений не позволяет говорить об этом однозначно.

Сходство динамик численности лося на участках *Опыт* и *Фон* (*рис. 7*) объясняется теми же вводными, что и в случае с глухарем. Но изменения, произошедшие в локальной популяции этого вида, обитающей в зоне СТБР, имеют иной характер. В 2003 г. популяция уже находилась не в стационарном состоянии и на протяжении всего периода наблюдений так и не вошла в него (*рис. 8*). В 2003 г. популяция прошла точку с величиной Пу в 1 встречу/10 км и к 2017 г. практически в нее и вернулась. В определенной мере ход кривой позволяет говорить о приближении популяции к некому стационарному состоянию, но, как и в случае с глухарем, отсутствие дальнейших наблюдений не позволяет говорить об этом однозначно. На участке *Фон* кривая динамики популяции лося иллюстрирует совершенно иную ситуацию (*рис. 9*). В первые годы наблюдений популяция пребывала в стационарном состоянии, выход из которого (в сторону роста численности) произошел в 2008—2009 гг. Примерно в 2013 г., не приходя в стационарное состояние, популяция прошла критическую точку и перешла к «взрывному» росту, продолжавшемуся вплоть до окончания периода наблюдений. В 2010—2017 гг. рост численности лося отмечался на всех модельных участках (рис. 7), но на участке *Опыт* он быстро закончился: численность вида здесь стабилизировалась с тенденцией к сокращению. Не исключено, что указанный отрицательный тренд связан с началом работ на Верхне-Щугорском месторождении, подготовка ввода в строй которого началась в 2014 г. [27].

Обсуждение

Проведенное исследование показало наличие определенных изменений в фауне и населении охотничьих животных в ряду *Опыт — Фон — Кедва*: по большинству показателей участок *Опыт* заметно отличается от участков *Фон* и *Кедва*, в то время как последние между собой вполне сопоставимы.

Отличия участка *Опыт*, по нашему мнению, обусловлены сразу несколькими причинами. Вежаю-Ворыквинское месторождение боксита расположено на водоразделе. Здесь слабо развита гидрографическая сеть (во многом из-за карста), в силу чего ограниченно представлены водные и околоводные (пойменные) местообитания. Это сказывается на обилии околоводных животных (в нашем случае это норки и выдра) и животных, тяготеющих (в условиях северной темнохвойной тайги) к подобного рода местообитаниям (тетерев, рябчик). Очевидно также, что на видовом составе и обилии видов сказывается близость производственного комплекса СТБР. Среди возможных факторов, модулирующих состояние популяций охотничьих животных в зоне воздействия СТБР, можно назвать фрагментацию (дорожная сеть, сеть геологоразведочных профилей) и полное уничтожение почвенно-растительного покрова, деградацию (усыхание) растительного покрова, трансформацию ландшафта (появление карьеров и отвалов пустой породы), химическое (пыль), акустическое (работа техники, взрывные работы), световое (освещение территории) загрязнение, фактор беспокойства (движение и работа техники, сейсмические толчки от взрывов, нахождение людей и собак на свободном содержании), изменение первичной продуктивности угодий, охоту.

Суммарные Пу млекопитающих на участках *Опыт* и *Фон* соизмеримы, но их выравнивание происходит благодаря росту численности, в первую очередь, зайца и лисицы, хорошо переносящих близость человека и положительно реагирующих на трансформацию коренных экосистем таежной зоны [28, с. 191] относит эти виды к антропофилам. Разреженные леса и зарастающие мелколиственными породами геологоразведочные профиля (а также отвалы пустой породы), характерные для окрестностей рудника, благоприятны для зайца и мышевидных грызунов в силу наличия большего (чем в ненарушенных коренных хвойных лесах) количества травянистых и веточных кормов. Грызуны, в свою очередь, привлекают мелких и средних хищников — ласку, горностая, лисицу. Последняя в пределах обширных лесных массивов тяготеет к речным поймам и антропогенно трансформированным территориям. Все это ведет к росту численности и доли указанных видов в населении. В то же время вклады большинства прочих видов или существенно сокращаются или остаются близкими к нулевым. Колебаниями численности зайца, лисицы и ласки во многом определяется динамика суммарного Пу охотничьих млекопитающих на участке *Фон*: коэффициент корреляции между суммарным обилием указанных видов и суммарным Пу млекопитающих равен 0,85 ($p<0,001$). При сопоставлении суммарного Пу с Пу указанных видов по отдельности коэффициент корреляции колеблется в пределах

от 0,71 ($p=0,01$) для лисицы до 0,83 ($p<0,001$) для ласки.

Не исключено, что снижение численности наиболее ценных видов — лося и тетеревиных птиц могло быть вызвано увеличением пресса охоты (осуществление охоты сотрудниками СТБР запрещено внутренними документами организации). До момента ввода в строй авто- и железной дорог сообщением п. Чиньяворык — СТБР верховья р. Вымь были довольно труднодоступны. Появление указанных путей привело к существенному притоку охотников в район рудника, что не могло не сказаться на состоянии популяций наиболее востребованных видов. Подобная ситуация отмечена при анализе рыбного населения рек района СТБР: рост числа рыбаков (промысловой нагрузки) привел к снижению разнообразия рыбного населения верхнего течения р. Вымь и уменьшению численности популяций хозяйственно ценных видов рыб [15, с. 61]).

О динамике процесса трансформации населения особо ценных видов можно судить по такому показателю как радиус зоны негативного воздействия СТБР. В 2004—2006 гг. радиус оценивался приблизительно в 7—12 км, в 2007—2010 гг. — не менее чем в 25—30 км. Оценка величины радиуса основана на данных по распространению наиболее ценных охотничьих животных — лося, тетерева, глухаря. Изменение радиуса зоны можно проследить на примере встреч следов лося. В 2002 г. первые следы животного были отмечены в 2 км от условной границы (вырубка под карьер/лес) рудника, в 2003—2006 г. — в 3—5, в 2007 г. — в 12. В 2008—2010 г. следы лося на участке *Опыт* вообще не обнаружены. В 2011 г. первый след лося был отмечен в 5,6 км от границы рудника, в 2013 г. — в 3,3, в 2015 г. — в 2,5, в 2017 г. — не далее 1 (следы животных отмечались вдоль технологических дорог рудника). То есть в последние годы наблюдений по отношению к лосю отмечалось сокращение радиуса зоны негативного воздействия СТБР. Не исключено, что указанное сокращение связано с изменением стереотипа поведения животных вследствие смены поколений и формирования в районе СТБР «новой» группировки лося, адаптированной к сложившимся условиям. Максимум продолжительности жизни лося — 18—20 лет [29, с. 138], но средний срок жизни значительно короче. Так, в Троицко-Печорском районе доля животных в возрасте 10+ составляет лишь 5,1 % [30, с. 237], а средний возраст равен 4+ (рассчитано по: [30, с. 237]). То есть с 1998 г. (начало промышленной добычи руды) по 2017 г. популяция лося в районе СТБР должна была полностью обновиться 4—5 раз. В результате смены поколений могла сформироваться группировка животных, воспринимающих рудник и связанные с его функционированием раздражающие факторы, как нечто обыденное. В то же время для тетерева и глухаря ничего подобного не наблюдается. Для этих видов радиус зоны воздействия можно оценить не менее чем в 7—10 км. Объяснить наблюдаемую ситуацию довольно сложно. Помимо возможного пресса охоты в качестве вероятных причин снижения численности тетеревиных птиц на сопредельных к руднику территориях можно назвать безнадзорное содержание собак (последние могут удаляться в угодья на десятки километров и хищничать) и фактор беспокойства. Из неперелетных видов птиц таежной зоны тетеревиные являются одними из самых крупных. Известно, что по мере увеличения размеров птиц и повышения их осторожности значение фактора беспокойства возрастает [31, с. 7]. Не исключено, что определенную роль в снижении численности всех видов тетеревиных птиц на участке *Опыт* сыграли взрывные работы. В процессе исследований установлено, что акустический эффект от взрывных работ в карьерах СТБР ощущается на дальностях свыше 50 км[1], но, конечно же, максимально интенсивное звуковое воздействие отмечается в пределах всего лишь нескольких километров от рудника. Частота и мощность взрывов нам не известна, но можно предположить, что она довольно высока. Так, согласно [9, с. 13] при объеме добычи на руднике на уровне 6 млн т/год взрывные работы должны выполняться в среднем 1 раз в день. За время наших работ добыча руды возросла с 1,01 млн (2003 г.) до 3,47 млн (2017 г.) т. Среднегодовой объем добычи за этот период составил 2 млн т. Простое сопоставление позволяет (в высшей степени условно) предположить, что за весь рассматриваемый период средняя частота взрывов составляла 1 раз в три дня (в начальный период работ она, конечно же, была существенно ниже). Исходя из этого, можно допустить, что сочетанное воздействие частых взрывов, сопровождаемых сейсмическими волнами в ближайших к руднику угодьях (что могло повлиять на процесс насиживания кладок), является фактором беспокойства высокой степени интенсивности. Возможно, на обилие тетеревиных птиц могла повлиять также высокая численность лисицы. Известно, что в условиях слабо трансформированных темнохвойных лесов европейского Севера роль тетеревиных птиц в питании этого хищника довольно высока: их встречаемость в пищевых пробах лисицы составляет здесь в среднем 35,6% [32, с. 249].

[1] 13 декабря 2012 г. сейсмическая волна и гул от взрыва в карьере СТБР ощущались нами в бассейне р. Щугор (приток р. Вымь) на удалении порядка 19 км по прямой от СТБР (базового поселка рудника), 10 декабря 2015 г. гул от взрыва был слышен в бассейне р. Лунвож (один из истоков р. Ямщиков-Содмес) на удалении порядка 51 км. 08 декабря 2020 г. гул от взрыва был слышен в бассейне р. Лев. Кыввож (впадает в р. Кыввож — приток р. Белая Кедва) на удалении порядка 63 км.

Также не исключается, что пониженный уровень численности тетеревиных птиц в районе СТБР — естественное явление или артефакт учетных работ, связанный с особенностями поведения птиц на сопредельных к руднику территориях.

Заключение

Видовое разнообразие, структура и динамика населения охотничьих животных в зоне воздействия СТБР отличаются от таковых на фоновых территориях в сторону снижения большинства показателей. Численность многих видов млекопитающих и всех видов тетеревиных птиц снижается. По сравнению с фоновыми территориями увеличивается численность лишь трех видов-антропофилов: зайца, лисицы и ласки. Динамика суммарных Пу млекопитающих на всех модельных участках довольно близка и определяется динамикой численности наиболее массового вида — зайца. В то же время характер динамики суммарных Пу птиц на модельных участках индивидуален. Снижение численности наиболее ценных видов — лося и тетеревиных птиц могло быть вызвано увеличением пресса охоты (в силу улучшения доступности района), хищничества безнадзорных собак и высокой интенсивности фактор беспокойства, проявляющегося в виде работы техники и взрывных работ. Определить конкретные факторы, обусловившие изменения в популяциях всех видов охотничьих животных, не представляется возможным. В данном случае можно говорить о действии одного кумулятивного фактора, под которым подразумевается сочетанное воздействием (как в прошлом, так и в настоящем) некоторого количества факторов, которое в целом существенно выше, чем воздействие каждого из факторов в отдельности [33, с. 98].

Исследование выполнено в рамках НИОКТР № 122040600025—2.

Выражаем искреннюю благодарность Э.И. Бознаку, научному сотруднику отдела экологии животных ИБ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, за содействие в анализе динамики численности модельных видов животных.

Литература

1. Комащенко В.И., Голик В.И., Дребенштедт К.Влияние деятельности геологоразведочной и горнодобывающей промышленности на окружающую среду. — М.: Кн. дом «Университет», 2010. — 355 с.
2. Калиева К.Б., Ишкенов Б.Т. Воздействие на окружающую среду открытых горных разработок // Инновационная наука, 2017. № 11. — С. 33—37.
3. Атлас малонарушенных лесных территорий России / Д.Е. Аксенов [и др.]. — М.: Изд-во МСоЭС; Вашингтон: World Resources Inst., 2003. — 187 с.
4. World's IFL Map // Intact Forest Landscapes: [сайт]. 2022. URL: // https://intactforests.org/world.webmap.html (дата обращения: 14.04.2022).
5. Минеральные ресурсы бокситоносных районов Республики Коми и пути их рационального использования / В.В. Беляев [и др.] // Проблемы комплексного освоения бокситов Республики Коми / Отв. ред. М.П. Рощевский. — Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 1996. — С. 10—27. (Вестник Коми НЦ УрО РАН, вып. 11).
6. Плякин А.М. Первенец горнорудной промышленности // Историко-культурный атлас г. Ухты / Ред.-сост. И.Д. Воронцова. — Ухта: Титул, 2009. — С. 264—269.
7. Баканов И. На Верхне-Щугорском месторождении в Княжпогостском районе добыли первую тонну руды // ИА Комиинформ: [сайт]. 04.04.2018. URL: https://komiinform.ru/news/162467/ (дата обращения: 15.04.2022).
8. Гранович И.Б., Граудинь А.Э., Коник О.А. О ходе реализации проекта по освоению бокситов Среднего Тимана и возможностях комплексного использования попутных полезных ископаемых // Проблемы комплексного освоения бокситов Республики Коми / Отв. ред. М.П. Рощевский. — Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 1996. — С. 27—35. (Вестник Коми НЦ УрО РАН, вып. 11).
9. Проект расширения Средне-Тиманского бокситового рудника до мощности 6 млн. т/год // European Bank for Reconstruction and Development: [сайт]. 2004. URL: https://www.ebrd.com/english/pages/project/eia/s20318r.pdf (дата обращения 12.04.2022).
10. Государственный доклад «О состоянии окружающей среды Республики Коми в 2020 году». — Сыктывкар: Минприроды РК, 2021. — 165 с.
11. Двойной юбилей отмечают в «Боксите Тимана» // ИА Комиинформ: [сайт]. 01.04.2020. URL: https://komiinform.ru/news/195138/ (дата обращения: 15.04.2022).
12. Пыстина Т.Н. и др. Мониторинг состояния экосистем в зоне воздействия горнопромышленного предприятия (Республика Коми) // Управленческие аспекты развития Северных территорий России: Матер. Всерос. науч. конф. (20—23 октября 2015 г., Сыктывкар): в 4 ч. — Сыктывкар: ГОУ ВО КРАГСиУ, 2015. Ч. 3. — С. 87—91.
13. Афанасенко О.В. и др. Исследования экологической безопасности и мониторинг воздействия источников загрязнения на территории Средне-Тиманского бокситового рудника ОАО «Боксит Тимана» // Известия Коми НЦ УрО РАН, 2010. № 2 (2). — С. 44—47.
14. Головко Т.К. и др. Реакция лишайников на загрязнение среды при добыче бокситовой руды в таежной зоне // Теоретическая и прикладная экология, 2018. № 2. — С. 44—53.
15. Бознак Э.И., Захаров А.Б., Терещенко В.Г. Влияние усиления интенсивности любительского лова на рыбное население водотока зоны хозяйственного освоения // Биология внутренних вод, 2019. № 1. — С. 56—64.
16. Матюшкин Е.Н. Следы и метод тропления в изучении крупных хищных млекопитающих // Зоологический журнал, 2000. Т. 79. № 4. — С. 412—429.
17. Кузякин В.А., Челинцев Н.Г., Ломанов И.К. (сост.). Методические указания по организации, проведению и обработке данных зимнего маршрутного учета охотничьих животных в РСФСР. — М., 1990. — 40 с.
18. Животовский Л.А. Популяционная биометрия. — М.: Наука, 1991. — 271 с.

19. Реброва О.Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTIKA. — М.: Изд-во Медиа Сфера, 2002. — 312 с.
20. Aickin M., Gensler H. Adjusting for multiple testing when reporting research results: the Bonferroni vs Holm methods // American Journal of Public Health, 1996. Vol. 86. №5. — PP. 726—728.
21. Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение. Пер. с англ. Н.В. Матвеевой. — М.: Мир, 1992. — 181 с.
22. Терещенко В.Г., Вербицкий В.Б. Метод фазовых портретов для анализа динамики структуры сообществ гидробионтов // Биология внутренних вод, 1997. №1. — С. 23—31.
23. Hammer Ø., Harper D.A.T., Ryan P.D. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis // Palaeontologia Electronica, 2001. Vol. 4, №1 (4). — P. 1—9.
24. Красная книга Республики Коми. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и животных / Под ред. А.И. Таскаева. — М.-Сыктывкар: Изд-во «ДИК», 1998. — 528 с.
25. Красная книга Республики Коми / Под ред. А.И. Таскаева. — Сыктывкар: ИБ Коми НЦ УрО РАН, 2009. — 792 с.
26. Схема размещения, использования и охраны охотничьих угодий на территории Республики Коми // Студопедия.Нет [сайт]. 2022. URL: https://studopedia.net/12_91968_ploshchadi-kategoriy-i-klassov-elementov-sredi-obitaniya-ohotnichih-resursov.html (дата обращения 12.04.2022).
27. Горняки «Боксит Тимана» приступают к разработке нового Верхне-Щугорского месторождения в Коми // ИА БНК: [сайт]. 18.04.2017. URL: https://www.bnkomi.ru/data/news/61944/ (дата обращения: 15.04.2022).
28. Гашев С.Н. Млекопитающие в системе экологического мониторинга (на примере Тюменской области). — Тюмень: Изд-во Тюменского. гос. ун-та, 2000. — 220 с.
29. Лось: популяционная биология и микроэволюция / Ю.И. Рожков и др. — М.: КМК, 2009. — 520 с.
30. Шубин Г.Г., Язан Ю.П. Опыт организации и ведения лосепромыслового хозяйства // Тр. Печоро-Илычского гос. заповедника / Под ред. Г.А. Новикова. — Сыктывкар: Коми кн. изд-во, 1959. Вып. 7. — С. 213—240.
31. Владышевский А.Д. Значение фактора беспокойства для диких птиц и млекопитающих: автореф. дис. ... к.б.н.: 03.00.16. — Красноярск: КГУ, 2004. — 25 с.
32. Теплова Е.Н. Питание лисицы в Печоро-Илычском заповеднике // Тр. Печоро-Илычского гос. заповедника / Отв. ред. А.Н. Формозов. — М.: Тип. Упр. делами СМ СССР, 1947. Вып. 5. — С. 245—260.
33. Баскин Л.М., Охлопков И.М. Охрана крупных млекопитающих от индустриальных угроз. — М.: Товарищество научных изданий КМК, 2012. — 201 с.

Сведения об авторах:

Королев Андрей Николаевич, м.н.с. Института биологии Коми научного центра (ИБ ФИЦ Коми НЦ) УрО РАН; e-mail: korolev@ib.komisc.ru.

Кочанов Сергей Калистратович, к.б.н., с.н.с. ИБ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН; e-mail: kochanov@ib.komisc.ru.

Петров Анатолий Николаевич, к.б.н., н.с. ИБ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН; e-mail: petrov@ib.komisc.ru.

Короткие сообщения

Юбилей МПБЭУ

Ровно 10 лет назад, 21 апреля 2012 г. в г. Панаме под эгидой ЮНЕП, ЮНЕСКО, ФАО и ПРООН была создана Межправительственная научно-политическая платформа по биоразнообразию и экосистемным услугам (МПБЭУ), которую часто называют «МГЭИК по вопросам биоразнообразия».

МПБЭУ призвана выполнять роль аналогичную Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК), поэтому ее часто называют «МГЭИК по вопросам биоразнообразия».

Решение о необходимости создания МПБЭУ было принято в 2010 г. на 65-й сессии Генеральной Ассамблеи ООН. Она призвала Программу ООН по окружающей среде (ЮНЕП) созвать пленарное заседание для создания МПБЭУ.

Официальное название МПБЭУ по-английски Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES). В её состав входят 127 правительств стран-членов, включая Россию, – это глобальный орган, занимающийся оценкой состояния биоразнообразия и вклада природы в жизнь людей в ответ на запросы от лиц, ответственных за принятие решений. МПБЭУ является всемирной научно-политической платформой, перед которой стоит задача предоставления лучших из имеющихся свидетельств для принятия более информированных решений, касающихся природы, правительствами, бизнесом и даже отдельными домохозяйствами. Председателем МПБЭУ с 2016 г. является сэр Роберт Уотсон (в 1997-2002 гг. – председатель МГЭИК). Секретариат МПБЭУ расположен на территории комплекса ООН в Бонне.

По заказу МПБЭУ с участием более 1300 экспертов были подготовлены и изданы в 2016 г. доклады «Опылители, опыление и производство продуктов питания» и «Методологическая оценка сценариев и моделей биоразнообразия и экосистемных услуг».

В 2018 г. МНЭПУ представило 5 докладов – 4 доклада касались региональных оценок (Америка, Африка, Азия и Европа) по биоразнообразию и Доклад по оценке деградации и восстановления земель. Они освещались на 37 языках в более, чем в 124 странах.

В мае 2019 г. МПБЭУ с участием более 150 ведущих международных экспертов из более, чем 50 стран, основываясь на 15 тыс. источников представили в штаб-квартире ЮНЕСКО Доклад «Глобальная оценка биоразнообразия и экосистемных услуг».

В декабре 2020 г. МПБЭУ опубликовала Доклад о биоразнообразии и пандемиях, в котором рассматривается взаимосвязь природы с увеличением рисков пандемий, в цифрах оцениваются экономические издержки пандемий.

В июне 2021 г. МПБЭУ и МГЭИК опубликовали совместно подготовленный Доклад семинара по биоразнообразию и изменению климата. По итогам семинара был подготовлен краткий доклад и 250-страничный научный итоговый доклад.

Аграрный центр МГУ

Климатические ресурсы

УДК 551.582

Изменение средних сезонных температур приземного воздуха г. Омска за период 1961—2019 гг.

И.М. Аблова, к.б.н., доцент,
Омский государственный педагогический университет

Представлены результаты исследования массивов среднемесячной температуры приземного воздуха метеостанции г. Омска за период 1961—2019 гг. Расчеты среднесезонной температуры по 30-летним расчетным периодам (1971—2000 гг., 1981—2010 гг. и 1991—2019 гг.) и сравнение их с климатической нормой 1961—1990 гг. позволили выявить тенденцию развития температурного режима воздуха г. Омска.

Ключевые слова: региональный климат, климат г. Омска, среднегодовая температура воздуха, климатическая норма.

По данным Всемирной метеорологической организации скорость современного роста глобальной температуры составила за 1976—2020 гг. около 0,18°С за десятилетие; скорость потепления в среднем по России значительно превосходит среднюю по земному шару и составляет для того же периода 1976—2020 гг.- 0,51°С за десятилетие [1]. Проведенные исследования показывают, что климатические условия меняются, и тенденция этих изменений в ближайшее время сохранится [2, 3].

Одной из приоритетных задач современной метеорологической науки остается проблема изменения климата на региональном и локальном уровнях [4—8]. Поскольку наиболее важной характеристикой климата является изменение температуры приземного воздуха, то исследование изменчивости этого показателя позволит прогнозировать трансформацию климата на региональном и локальном уровнях.

В качестве метеорологических параметров расчета изменения температурного режима приземного воздуха г. Омска (метеостанция 28698, 55°37′ с. ш.; 73°34′ в. д.) использовались статистические данные среднемесячной температуры за временной ряд 1961—2019 гг. взятые из архива ВНИИГМИ-МЦД Росгидромета.

На основе анализа среднемесячных температур было проведено ранжирование лет, в которых наблюдались месяца с максимальными и минимальными значениями среднемесячных температур (*табл. 1*).

При ранжировании лет по тепловым условиям максимальные среднемесячные температуры отмечаются во временном ряду, начиная с 90-х гг. (11 из 12 месяцев), низкие среднемесячные температуры приходятся на период 60—70-х годов. В ряду ранжирования по низким среднемесячным температурам выделяется 1969 г., в котором зарегистрированы минимальные среднемесячные значения температуры воздуха для 4 месяцев.

Для анализа среднесезонных температур временной ряд 1961—2019 гг. был разбит на 30-летние периоды (период 1991—2019 гг. включает 29 лет), для каждого из которых была рассчитана среднесезонная температура. Тенденции изменения этих температурных показателей определялась как отклонение от климатической нормы (*табл. 2*). За климатическую норму принято среднее значение температуры за период 1961—1990 гг., как стандартный базовый период для оценки изменения климата.

Показатели среднесезонных температур превышают климатическую норму 1961 — 1990 гг. во все расчетные периоды. Заметное увеличение температуры приземного воздуха отмечается для периода 1981—2010 гг., где на общем фоне увеличения среднесезонных температур, выделяется заметная положительная направленность роста тем-

Таблица 1

Ранжирование лет по максимальным и минимальным значениям среднемесячных температур по данным метеостанции г. Омска за период 1961—2019 гг.

Месяц	*Климатическая норма, °С*	*Среднемесячные значения температур*			
		максимальные		*минимальные*	
		t° С	*года*	*t° С*	*года*
Январь	-17,5	-8,2	2002	-30,0	1969
Февраль	-15,5	-7,5	2016	-25,2	1969
Март	-8,2	-1,9	2002	-15,0	1999
Апрель	3,4	8,9	1997	-3,2	1964
Май	11,5	15,7	1999	7,5	1969
Июнь	17,7	21,7	1991	13,2	1992
Июль	19,6	23,3	1998	16,1	1970
Август	16,0	20,4	1998	13,1	1969
Сентябрь	10,5	14,6	1966	6,7	1972
Октябрь	1,7	7,5	1997	-4,6	1976
Ноябрь	-7,5	0,3	2013	-16,9	1993
Декабрь	-14,3	-6,7	2006	-25,0	1966

ператур зимнего, весеннего и осеннего сезонов. В расчетный период 1991—2019 гг. для зимнего сезона отмечается замедление интенсивности потепления, при сохранении положительной направленности, для весеннего сезона интенсивность потепления увеличивается. Среднеосенняя температура характеризуется плавным незначительным ростом во все расчетные периоды. Среднесезонная температура летнего сезона имеет малозаметные колебания, близкие к климатической норме.

На основе расчетов величины отклонения среднесезонных температур от климатической нормы были проведены расчеты количества лет с определенными тепловыми характеристиками. В качестве

Таблица 2

Отклонение среднесезонной температуры приземного воздуха от климатической нормы по данным метеостанции г. Омска

Сезон	*Отклонение среднесезонной температуры расчетных периодов, °С*			
	1961—1990 гг.	*1971—2000 гг.*	*1981—2010 гг.*	*1991—2019 гг.*
Зима	-16,1	+0,6	+1,0	+0,7
Весна	2,2	+0,2	+0,7	+1,3
Лето	17,7	+0,3	+0,4	+0,3
Осень	1,5	+0,2	+0,7	+0,9

Таблица 3

Количество лет с расчетными тепловыми характеристиками по данным метеостанции г. Омска

Сезон	*Характеристика*	*Количество лет с расчетными характеристиками*			
		1961—1990 гг.	*1971—2000 гг.*	*1981—2010 гг.*	*1991—2019 гг.*
Зима	в пределах нормы	8	9	8	7
	холодная	7	7	7	7
	очень холодная	5	3	1	2
	теплая	9	8	9	8
	очень теплая	1	3	5	5
Весна	в пределах нормы	11	12	10	4
	холодная	7	9	6	5
	очень холодная	2	0	0	0
	теплая	9	6	9	15
	очень теплая	1	3	5	5
Лето	в пределах нормы	15	14	13	17
	холодное	6	5	4	3
	очень холодное	0	0	0	0
	теплое	9	10	12	8
	очень теплое	0	1	1	1
Осень	в пределах нормы	13	10	7	4
	холодная	4	5	5	5
	очень холодная	3	2	1	1
	теплая	9	12	15	17
	очень теплая	1	1	2	2

тепловых характеристик была использована величина отклонения: если среднее отклонение за сезон -0,7°С ⩽ ΔТсез ⩽ 0,7°С, то сезон считается в пределах нормы. Сезон является холодным, если отклонение по модулю -3°С < ΔТсез < — 0,7°С. Если отклонение по модулю ΔТсез ⩽ -3°С, то сезон считается очень холодным. Те же критерии применяются для положительных отклонений: 0,7°С < ΔТсез < 3°С — теплый сезон, больше ΔТсез ⩾ 3°С очень теплый [9]. Расчеты количества лет по тепловым характеристикам приведены в *табл. 3*.

Анализ количества лет с определенными тепловыми характеристиками сезонов показал значительные изменения, начиная с 80-х гг.: характерно увеличения лет с характеристиками «теплый» и «очень теплый» во все сезоны. Заметное потепление формируется за счет зимнего и весеннего сезонов.

Проведенные исследования позволяют сделать вывод о временной изменчивости среднесезонных температур приземного воздуха метеостанции г. Омска за период 1961—2019 гг. Для этого периода характерно повышение среднесезонных температур, особенно заметное для зимнего и весеннего сезонов. Актуализированные данные по среднесезонным температурам приземного воздуха, полученные в данном исследовании могут рассматриваться как один из показателей изменения современного климата г. Омска.

Литература

1. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2020 год. — М.: Росгидромет, 2021. — 104 стр.
2. Ишчанов Ж.К., Шермотов Е, Якубова Х.М. Естественная изменчивость глобальной температуры северного полушария планеты Земля /Современные технологии: актуальные вопросы, достижения и инновации. Сб. ст. XXX Междунар. научно-практ. конф., 2019. — С.41—45.
3. Мохов И.И., Семенов В.А. Погодно-климатические аномалии в российских регионах и их связь с глобальными изменениями климата // Метеорология и климатология, 2016. № 2.- С. 16—28.
4. Болотько Л.М., Людчик А.М., Умрейко С.Д. Региональные особенности климата Беларуси и его транформация за последнее десятилетие //Сахаровские чтения 2017 года: Экологические проблемы XXI века (Минск, 18—19 мая 2017). Матер. 17-й Междунар. научной конф.: в 2-х частях. Под общ. ред. С.А. Маскевича, С.С. Позняка. — Минск: ИВЦ Минфина РБ. — С. 125—126.
5. Козин В.В., Кощеева Г.С., Суппес Н.Е. Анализ изменения температуры и количества осадков в Российском Приишимье за период с 1955 по 2012 гг. // Вестник Тюменского госуниверситета. Экология и природопользование, 2013. № 4 — С. 199—207.
6. Обязов В.А., Носкова Е.В. Изменение климата в бассейне реки Аргунь / В сб.: Природоохранное сотрудничество в трансграничных экологических регионах: Россия-Китай-Монголия, 2012. — С. 70—76.
7. Паромов В.В., Земцов В.А., Копысов С.Г. Климат Западной Сибири в фазу потепления (1986—2015 гг.) и прогнозирование гидроклиматических ресурсов на 2021—2030гг. //Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов, 2017. Т. 328, №1. — С.62—74.
8. Харюткина Е.В., Логинов С.В., Усова Е.И., Мартынова Ю.В., Пустовалов К.Н. Тенденции изменения экстремальности климата Западной Сибири в XX — начале XXI веков // Фундаментальная и прикладная климатология, 2019. Т.2. — С. 45—65.
9. Официальный сайт ФГБУ «Приморское УГМС». http://www.primgidromet.ru.

Сведения об авторе:

Аблова Ирина Михайловна, к.б.н., доцент кафедры географии и методики обучения географии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный педагогический университет»; e-mail ablovairina@mai.ru.

Короткие сообщения

Новый доклад МГЭИК

14 марта опубликован Доклад «Изменение климата, 2022: Последствия, адаптация и уязвимость. Вклад Рабочей группы II в Шестой оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата» (МГЭИК).

В Докладе рассматриваются последствия изменения климата для природных и социально-экономических систем во всем мире. В нем исследуются наблюдаемые последствия и прогнозируемые риски при разных уровнях потепления, варианты повышения устойчивости природы и общества к продолжающемуся изменению климата, а также сохранения Земли как места, значимого для жизни, — как для нынешнего, так и для будущих поколений. Последний доклад Рабочей группы II содержит несколько новых компонентов: первый — это специальные разделы, посвященные воздействиям изменения климата и рискам для горных регионов, тропических лесов, территорий с повышенным биоразнообразием, засушливых земель и пустынь, Средиземноморского региона, полярных регионов, а также городов и поселений на берегу океана; другой — Атлас, в котором в картографической форме представлены данные о наблюдаемых и прогнозируемых воздействиях изменения климата и сопряженных рисках в масштабах от глобального до регионального. Доклад включает 18 глав, 7 специальных разделов, Резюме для политиков, Техническое резюме и приложения. Это результат более чем трехлетней работы 270 ведущих авторов и редакторов-рецензентов из 67 стран при участии 675 сотрудничающих авторов. В процессе подготовки окончательного варианта Доклада было представлено три проекта, рецензировавшихся экспертами и правительствами; в общей сложности было сделано более 62 тыс. замечаний. Окончательный вариант одобрен правительствами 195 стран-членов МГЭИК.

ИГ РАН

Охрана окружающей среды

УДК 574.4:504.054 + 631.4

Экологическая оценка состояния земель европейской части России по материалам дистанционного зондирования Земли

М.В. Евдокимова, к.б.н., факультет почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова

Дана пространственно распределенная оценка экологического состояния земель европейской части России на объективной основе детальной космической съемки всей ее территории в качестве эталона для дальнейшего мониторинга земель и контроля эффективности национальных мероприятий по землепользованию. Методика оценки экологического состояния земель по индикаторам состояния растительности и почв, получаемым обработкой материалов дистанционного зондирования Земли из космоса (аппаратами AVHRR и MODIS) с использованием облачной технологии на основе платформы Google Earth Engine, обеспечивает результаты, адекватные действительному состоянию земель и рекомендована к применению на территории европейской части России. Получена карта распределения значений обобщающего индикатора деградации земель, характеризующего экологическое состояние земель европейской части России за опорный период с 2001 по 2020 гг. Риск роста деградации земель с ростом численности населения характерен для 35% территориальных единиц.

Ключевые слова: экологическое состояние, деградация земель, устойчивое развитие, математическое моделирование, анализ данных дистанционного зондирования Земли, вегетационный индекс, оценка рисков.

Введение

В условиях конечности земельных ресурсов и усиливающейся их эксплуатации, приводящей к деградации, мониторинг и контроль состояния земель становятся все более актуальными задачами, решение которых позволит создать условия и для обеспечения продовольственной безопасности, и для устойчивого развития [1] . Применительно к задачам исследования экологического состояния земель целых стран традиционные подходы биодиагностики [2, 3, 4, 5] приходится модифицировать и использовать в качестве отклика живого показатели состояния и функционирования экосистем и экосистемных сервисов, определяемые по результатам съёмки земной поверхности с орбиты искусственных спутников Земли.

Единственно адекватными масштабам наблюдаемой глобальной деградации земель являются методы дистанционного зондирования Земли из космоса с использованием вегетационных индексов, получаемых в результате обработки материалов мультиспектральной съёмки земной поверхности с искусственных спутников Земли [6, 7]. Наиболее широко при этом применяется нормализованный вегетационный индекс NDVI [8].

Анализ внутригодовой динамики NDVI позволяет вскрыть фенологические фазы растительного покрова, идентифицировать растительность [9] и оценить фитомассу [10], а анализ межгодовой динамики позволяет выявить наличие воздействий, изменяющих направление эволюционирования наземных экосистем, установить их механизмы, оценить последствия их влияния и разработать меры по снижению и устранению их негативного влияния [11]. Оценка состояния земель в масштабах всей Земли включает использование глобальной базы данных по запасам углерода, запасённого в почве [12].

Налаживание глобального мониторинга состояния земель на основе дистанционных методов является необходимым условием их сохранения. В этом деле большая роль принадлежит ООН, которая разработала программу достижения целей устойчивого развития, ключевым элементом которой является нейтрализация агентов деградации земель [13].

Цель исследования: дать пространственно распределённую оценку экологического состояния земель европейской части России на объективной основе детальной космической съёмки всей её территории в качестве эталона для дальнейшего мониторинга земель и контроля эффективности национальных мероприятий по устойчивому землепользованию.

В задачи исследования входило:

1) обоснование применимости к природным условиям европейской части России методики оценки экологического состояния земель по индикаторам состояния растительности и почв, получаемым обработкой материалов дистанционного зондирования Земли из космоса (аппаратами AVHRR и MODIS) с использованием облачной технологии

Таблица 1

Административные единицы ЕЧР, их площадь и населённость [15]

Регион	*Площадь региона, км²*	*Население, чел.*	*Плотность населения, чел. / км²*
Архангельская обл.	393146	1087543	3
Астраханская обл.	44228	1001780	23
Белгородская обл.	27583	1545205	56
Брянская обл.	35155	1187587	34
Владимирская обл.	29321	1350257	46
Волгоградская обл.	109098	2482796	23
Вологодская обл.	139907	1155744	8
Воронежская обл.	52049	2314906	44
Ивановская обл.	22714	992083	44
Калининградская обл.	12705	1015568	80
Калужская обл.	29344	1001777	34
Кировская обл.	119706	1256287	10
Костромская обл.	59528	630904	11
Курская обл.	29963	1100248	37
Ленинградская обл.	71352	1884292	26
Липецкая обл.	24200	1133782	47
Москва	2831	12666565	4475
Московская обл.	43460	7699681	177
Мурманская обл.	132438	737134	6
Ненецкий АО	165319	44250	0,3
Нижегородская обл.	73921	3189749	43
Новгородская обл.	53396	594461	11
Оренбургская обл.	124575	1949875	16
Орловская обл.	24722	729092	29
Пензенская обл.	43225	1298230	30
Псковская обл.	52699	623182	12
Республика Башкирия	142045	4025968	28
Республика Калмыкия	72300	270560	4
Республика Карелия	139315	611567	4
Республика Коми	413385	817032	2
Республика Крым	24303	1907100	78
Республика Марий Эл	22692	677375	30
Республика Мордовия	25883	784581	30
Республика Татарстан	64125	3898504	61
Ростовская обл.	99396	4189653	42
Рязанская обл.	39241	1103552	28
Самарская обл.	51519	3166848	61
Санкт-Петербург	1898	5391203	2841
Саратовская обл.	99668	2408503	24
Севастополь	688	479565	697
Смоленская обл.	49936	928008	19
Тамбовская обл.	34355	1000584	29
Тверская обл.	82847	1252999	15
Тульская обл.	25435	1457621	57
Удмуртская Республика	41742	1497156	36
Ульяновская обл.	35072	1224071	35
Чувашская Республика	18030	1212847	67
Ярославская обл.	32377	1247407	39
Итого:	3 590 688	92 814 943	9 569

на основе платформы Google Earth Engine, для целей обеспечения устойчивого развития на основе нейтрализации процессов деградации;

2) выявление закономерностей пространственной изменчивости индикатора деградации земель SDG 15.3.1. Indicator of Land Degradation европейской части России (ЕЧР);

3) оценить риски усиления потенциальной деградации земель ЕЧР на уровне административных единиц.

Объекты и методы исследований

Индикатор деградированности земель. В качестве целевого показателя оценки состояния земель использовали индикатор степени деградированности земель (SDG Indicator 15.3.1) [14], который представляет собой отношение площади деградированных земель к их общей площади, исключая земли под водой, для каждого пикселя на снимках территории. Один пиксель на снимке соответствует квадрату на местности со стороной 8 км (в случае аппарата AVHRR) и 250 м (в случае аппарата MODIS). Этот показатель вычислили для каждого пикселя каждой административной единицы ЕЧР. Общая площадь территории, охваченной съёмкой, составила 3 590 688 кв. км. В дальнейших расчетах не учитывали отдельные города в составе административных единиц ЕЧР — Москву, Санкт-Петербург и Севастополь.

Антропогенная нагрузка охарактеризована плотностью населения субъекта Российской Федерации по состоянию на 01.01.2021 г. (*табл. 1*).

Индикатор степени деградированности земель, SDG Indicator 15.3.1, выражаемый в долях площади (или процентах), вычисляется (*рис. 1*) путём обобщения трёх независимых показателей, которые выступают в качестве его составляющих (субиндикаторов):

1) показателя продуктивности земель (Productivity);

2) показателя оценки последствий от смены типа покрова земной поверхности (Land cover);

3) показателя оценки изменения запасов углерода органического вещества почвы (Soil carbon).

Поскольку специальными исследованиями установлено [11], что показатель продуктивности земель (Productivity) тесно связан с чистой первичной продукцией фотосинтеза (NPP), измеряемой в кг/га/год, в качестве его замены использовали нормализованный вегетационный индекс (NDVI).

Величины NDVI определяли по материалам спутниковой съёмки аппаратами MODIS (спектрорадиометр для получения изображений умеренного разрешения) и AVHRR (усовершенствованный радиометр для получения изображений очень высокого разрешения). По снимкам с 2001 по 2020 г. для каждого года и каждого пикселя вычисляли среднюю за вегетационный сезон величину NDVI, которую и использовали в качестве замены показателя чистой первичной продукции фотосинтеза (NPP), поскольку вычисление более тесно связанной с NPP величины интеграла дифференциальной кривой NDVI за вегетационный период, которая обычно аппроксимируется колоколообразной кривой, связано с повышенными вычислительными трудностями, преодоление которых не даёт существенного увеличения точности. Полученные таким образом значения NDVI служили основой для вычисления трёх величин: 1) показателя скорости изменения NPP со временем (Trajectory=Trend of Productivity); 2) показателя текущего состояния производительной способности земель, представляющего собой меру отклонения текущей производительной способности от средней (Perfomance of Productivity) за опорный период (в данном случае с 2001 по 2020); 3) показателя эффективности

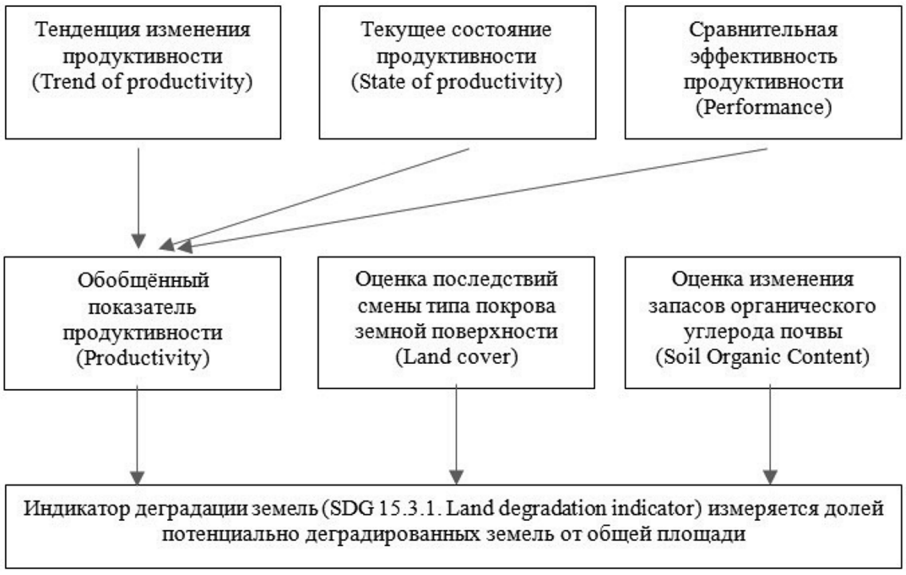

Рис. 1. **Схема вычисления индикатора потенциальной деградированности земель**

производительной способности земель (State of Productivity). По этим трём показателям и вычисляли значения показателя производительной способности земель (Productivity). Рассмотрим эти три показателя, характеризующие производительную способность земель, более детально. Вычисление показателя тенденции (тренда) в изменении продуктивности земель со временем (Tragectory=Trend of Productivity) проведено на основе анализа внутригодовой и межгодовой динамики NDVI.

Тенденции изменения продуктивности. Тенденцию в изменении показателя скорости (межгодовой разницы нормированной) изменения чистой первичной продукции фотосинтеза (NPP) со временем (Tragectory of Productivity) для каждого пикселя вычисляли методом линейной регрессии усреднённых за вегетационный период величин NDVI по времени для всего опорного периода (в данном случае с 2001 по 2020). Полученные результаты оценивали следующим образом: если угловой коэффициент теоретической прямой (Mann-Kendal significance test) значимо превышал ноль, делался вывод об улучшении состояния земель по этому показателю, если он равнялся нулю, то делался вывод об отсутствии изменений в состоянии земель по этому показателю, а если он оказывался значимо меньше нуля, делался вывод об ухудшении состояния земель по этому показателю, то есть, о деградации земель.

Существенной для повышения точности оценки деградации земель является корректировка показателя скорости изменения NDVI со временем (Trajectory of Productivity) на основе учёта влияния эффективности использования растительностью атмосферных осадков.

Текущее состояние продуктивности. Показатель состояния производительной способности земли (State of Productivity) вычисляли по следующей схеме:

1. Назначили базовый период (промежуток с 2001 по 2017 гг.) оценки учёта NDVI.

2. Назначили целевой период оценки (промежуток с 2018 по 2020 гг.). Период продолжительностью в три года использовали в качестве целевого для того, чтобы сгладить (в результате осреднения за три года) возможные выбросы годовых значений NDVI, связанные с возможными выбросами значений метеорологических величин.

3. Построили гистограммы распределения среднегодовых значений NDVI для базового периода для каждого пикселя. Если в гистограмме базового периода отсутствовали экстремальные значения NDVI, отмеченные в целевом периоде, гистограмму корректировали путём добавления по 5% на краях распределения. По этой расширенной гистограмме затем определяли границы классов с шагом в 10% (всего выделено 10 классов, с номерами от 1 до 10).

4. Для каждого пикселя вычисляли среднее для базового периода значение усреднённых по вегетационным сезонам значений (заменителей сезонных интегралов) NDVI и определяли номер класса перцентилей, к которому оно (среднее) относится. Этот номер использовали в качестве количественной меры для дальнейших вычислений (следовательно, возможны следующие значения этой меры: от 1 до 10 с шагом в 1).

5. Для каждого пикселя вычисляли среднее для трёхлетнего целевого периода значение усреднённых по вегетационным сезонам целевого периода величин NDVI и определяли номер класса перцентилей базового периода, к которому оно (среднее за трёхлетний период) относится. Это число (номер перцентиля) использовали в качестве основы для последующей количественной оценки качества земли на основе его сравнения с аналогичным показателем для базового периода (следовательно, возможны следующие значения этой меры: от 1 до 10 с шагом в 1).

6. Для каждого пикселя вычисляли разность между мерой для базового периода и мерой для целевого трёхлетнего периода, которую и использовали в качестве основы для количественного выражения оценки качества изменения чистой первичной продукции фотосинтеза (NPP) в целевом периоде по сравнению с опорным периодом.

7. Если разность оказывалась $\leqslant$ -2, земли, соответствующие этому пикселю, оценивали, как потенциально деградированные в отношении обеспечения чистой первичной продукции фотосинтеза (NPP), если разность оказывалась $\geqslant$+ 2, земли, соответствующие этому пикселю, оценивали, как потенциально улучшающиеся в отношении обеспечения чистой первичной продукции фотосинтеза (NPP), если разность оказывалась равной -1, 0 или +1, то земли, соответствующие этому пикселю, оценивали, как потенциально стабильные.

Для расчётов использовали базы данных дистанционного зондирования Земли (*табл. 2*).

Сравнительная эффективность продуктивности. Показатель отклонения местного (для данного пикселя) значения NDVI от среднего по ареалам пикселей, относящихся к ареалам с одинаковым типом растительного покрова в одном и том же биоклиматическом регионе или с одинаковым типом покрова земной поверхности, характеризует степень отклонения производительной способности земель пикселя (Perfomance of Productivity) от средней. При расчётах

Таблица 2

Источники данных NDVI [14]

Переменная	*Сенсор / база данных*	*Интервал*	*Размер пикселя*	*Единица измерения*
NDVI	AVHRR/GIMMS	1982—2015	8 км	10000*NDVI
NDVI	MOD13Q1-coll6	2001—2016	250 м	10000*NDVI

Таблица 3

Просмотровая таблица для перехода от сочетания индивидуальных оценок к обобщающей оценке показателя продуктивности земель (Productivity) [14]

Класс	*Trend*	*State*	*Perfomance*	*Деградация*
1	Да	Да	Да	Да
2	Да	Да	Нет	Да
3	Да	Нет	Да	Да
4	Да	Нет	Нет	Да
5	Нет	Да	Да	Да
6	Нет	Да	Нет	Нет
7	Нет	Нет	Да	Нет
8	Нет	Нет	Нет	Нет

Таблица 4

Критериальная таблица для перехода от сочетания индивидуальных оценок к обобщающей оценке показателя продуктивности земель (Productivity) [14]

Trajectory	*State*	*Performance*	*3 класса*	*5 классов*
Улучшение	Улучшение	Стабильность	Улучшение	Улучшение
Улучшение	Улучшение	Деградация	Улучшение	Улучшение
Улучшение	Стабильность	Стабильность	Улучшение	Улучшение
Улучшение	Стабильность	Деградация	Улучшение	Улучшение
Улучшение	Деградация	Стабильность	Улучшение	Улучшение
Улучшение	Деградация	Деградация	Деградация	Стабильность
Стабильность	Улучшение	Стабильность	Стабильность	Стабильность
Стабильность	Улучшение	Деградация	Стабильность	Стабильность
Стабильность	Стабильность	Стабильность	Стабильность	Стабильность
Стабильность	Стабильность	Деградация	Деградация	Стабильность под стрессом
Стабильность	Деградация	Стабильность	Деградация	Признаки деградации
Стабильность	Деградация	Деградация	Деградация	Деградация
Деградация	Улучшение	Стабильность	Деградация	Деградация
Деградация	Улучшение	Деградация	Деградация	Деградация
Деградация	Стабильность	Стабильность	Деградация	Деградация
Деградация	Стабильность	Деградация	Деградация	Деградация
Деградация	Деградация	Стабильность	Деградация	Деградация
Деградация	Деградация	Деградация	Деградация	Деградация

используется уникальная комбинация почвенных таксономических выделов (по классификации США) из базы данных SoilGrids (разрешающая способность 250 м) и типов земной поверхности (37 типов) из базы данных ESA CCI (разрешающая способность 300 м). Алгоритм расчётов был следующим:

1. Определили целевой период анализа и, используя временные ряды NDVI, для каждого пикселя вычислили средние значения NDVI за вегетационный период.

2. Для каждого пикселя определили его принадлежность к ареалу с экологически сходными условиями (одинаковым сочетанием типа почвы и типа растительного покрова).

3. Для каждого ареала с экологически сходными условиями построили гистограммы распределения средних (для каждого пикселя) значений NDVI, вычисленных на первом шаге анализа по временным рядам для каждого пикселя. Средние значения величин NDVI, соответствующие обеспеченности в 90% из этих гистограмм распределения, были назначены показателями максимальной NPP для ареалов с экологически сходными условиями (истинные максимальные значение NDVI не использовали, чтобы избежать возможных ошибок из-за наличия выбросов во временных рядах).

4. Для каждого пикселя из каждого ареала вычислили отношение его средней NDVI к максимальной для ареала.

5. Каждому пикселю присвоили оценку в зависимости от величины отношения, полученного на этапе 4: если это отношение меньше 0,5 (меньше 50% от максимальной для ареала), земли, соответствующие этому пикселю, считаются потенциально деградированным (относительно данного показателя).

Обобщение трёх независимых показателей (Trajectory, State, Performance) с получением показателя продуктивности земель (Productivity). Если показатели, включая показатель скорости изменения NPP со временем (Trajectory of Productivity=Trend), показатель состояния производительной способности земли (State of Productivity) и показатель относительной эффективности продуктивности земель (Performance of Productivity), по результатам анализа принимают значения, указывающие на деградацию земель, им присваивается значение «Да», в противном случае — зна-

чение «Нет» (*табл. 3*). Эта критериальная таблица (lookup table) обеспечивает возможность автоматического обобщения перечисленных показателей с получением оценки показателя производительности земель (Productivity) любого пикселя. Как следует из *табл. 4* первые пять классов земель относятся к категории деградированных.

Оценка показателя продуктивности земель (Productivity) становится более содержательной в случае введения в критериальную таблицу дополнительного значения, заполняющего промежуток между оценками «Да» и «Нет». Это значение получило обозначение «Стабильность», а значение «Нет» получило обозначение «Улучшение», тогда как значение «Да» — получило обозначение «Деградация» (*табл. 4*).

Показатель характеристик трансформации покровов земной поверхности (Land cover). Алгоритм получения оценки деградации по критерию перехода земель из одной категории в другую включает попиксельное определение принадлежности земель в течение целевого и опорного периодов и присвоение оценки последнему для земель пикселя наблюдённому переходу на основе критериальной таблицы (*табл. 5*). Для учёта изменений типа земной поверхности при оценке состояния и деградации земель использовали базы данных ESA и CCI. Все возможные типы земель предварительно сведены по методике TrendsEarth к 7 классам растительного покрова (лес, пастбища, пахотные земли, водно-болотные угодья, искусственные территории, голые земли и земли под водой). В данной работе использовали критерии по умолчанию (табл. 5).

Показатель содержания углерода органического вещества почвы (Soil carbon). Показатель содержания органического вещества почвы (Soil carbon) рассчитывали по методике TrendsEarth [14] следующим образом:

1. Исходные значения содержания углерода органического вещества в поверхностном 30-сантиметровом слое почвы (SOC) брали из базы данных по запасам углерода SoilGrids (разрешение 250 м). (Примечание: SoilGrids основана на информации из различных источников разных годов и масштабов определения, поэтому назначение даты для целей расчётов может привести к неточностям в расчётах изменения запасов).

2. Множество типов растительного покрова свели по методике TrendsEarth к 7 классам растительного покрова (лес, пастбища, пахотные земли, водно-болотные угодья, искусственные территории, голые земли и землями под водой) и воспользовались нижерасположенной критериальной

Таблица 5

Таблица оценки изменения принадлежности земель к типам земной поверхности на основе критериальных таблиц и классификаций земель [14]

		Тип покрова земной поверхности в целевом году						
		лес	*пастбища*	*пахотные земли*	*водно-болотные угодья*	*искусственные территории*	*голые земли*	*земли под водой*
Тип покрова земной поверхности в базовом году	лес	0	-	-	-	-	-	0
	пастбища	+	0	-	-	-	-	0
	пахотные земли	+	-	0	-	-	-	0
	водно-болотные угодья	-	-	-	0	-	-	0
	искусственные территории	+	+	+	+	0	+	0
	голые земли	+	+	+	+	-	0	0
	земли под водой	0	0	0	0	0	0	0

Легенда: 0 — стабильность, + — улучшение, — -деградация.

Таблица 6

Материалы для оценки показателя содержания углерода органического вещества почвы (Soil carbon) на основе учёта переходов от одного типа земной поверхности к другому [14]

		Тип покрова земной поверхности в целевом году						
		лес	*пастбища*	*пахотные земли*	*водно-болотные угодья*	*искусственные территории*	*голые земли*	*земли под водой*
Тип покрова земной поверхности в базовом году	лес	1	1	f	1	0.1	0.1	1
	пастбища	1	1	f	1	0.1	0.1	1
	пахотные земли	1/f	1/f	1	1/0,71	0.1	0.1	1
	водно-болотные угодья	1	1	0,71	1	0.1	0.1	1
	искусственные территории	2	2	2	2	1	1	1
	голые земли	2	2	2	2	1	1	1
	земли под водой	1	1	1	1	1	1	1

Таблица 7

Критериальная таблица для перехода от сочетания индивидуальных оценок (на основе субиндикаторов) к обобщающей оценке — индикатору деградации земель (SDG 15.3.1) [14]

Productivity	*Land cover*	*SOC*	*SDG 15.3.1*
Улучшение	Улучшение	Улучшение	Улучшение
Улучшение	Улучшение	Стабильность	Улучшение
Улучшение	Улучшение	Деградация	Деградация
Улучшение	Стабильность	Улучшение	Улучшение
Улучшение	Стабильность	Стабильность	Улучшение
Улучшение	Стабильность	Деградация	Деградация
Улучшение	Деградация	Улучшение	Деградация
Улучшение	Деградация	Стабильность	Деградация
Улучшение	Деградация	Деградация	Деградация
Стабильность	Улучшение	Улучшение	Улучшение
Стабильность	Улучшение	Стабильность	Улучшение
Стабильность	Улучшение	Деградация	Деградация
Стабильность	Стабильность	Улучшение	Улучшение
Стабильность	Стабильность	Стабильность	Стабильность
Стабильность	Стабильность	Деградация	Деградация
Стабильность	Деградация	Улучшение	Деградация
Стабильность	Деградация	Стабильность	Деградация
Стабильность	Деградация	Деградация	Деградация
Деградация	Улучшение	Улучшение	Деградация
Деградация	Улучшение	Стабильность	Деградация
Деградация	Улучшение	Деградация	Деградация
Деградация	Стабильность	Улучшение	Деградация
Деградация	Стабильность	Стабильность	Деградация
Деградация	Стабильность	Деградация	Деградация
Деградация	Деградация	Улучшение	Деградация
Деградация	Деградация	Стабильность	Деградация
Деградация	Деградация	Деградация	Деградация

таблицей (*табл. 6*) для присвоения оценок в соответствии с легендой.

3. Для оценки изменений в запасах почвенного углерода в зависимости от измерений в характере использования земель применили экспертные значения коэффициентов пересчета концентрации углерода в почве, которые представляют собой величины, пропорциональные изменению запасов углерода за 20 лет после трансформации (табл. 6).

Значения коэффициента f определяются принадлежностью к крупным климатическим регионам. В умеренном сухом климате f = 0,80, в умеренном влажном f = 0,69, в тропическом сухом f = 0,58, в тропическом влажном f = 0,48 и в тропическом горном f = 0,64.

По результатам вычисления относительных различий в запасах почвенного органического углерода в почвах между базовым и целевым периодами производится оценка качества земель по этому показателю следующим образом, если потеря составила 10% или более, земли относятся к потенциально деградированным, а если наблюдался прирост на 10% или более, земли относятся к потенциально улучшившимися, в остальных случаях земли относятся к стабильным.

Получение результирующей оценки состояния земель. Обобщение частных оценок (на основе трёх субиндикаторов — Productivity, Land cover и SOC) для нахождения значения целевого индикатора деградации земель (SDG 15.3.1) проводили на основе критериальной таблицы (*табл. 7*).

Аппаратно-программное обеспечение. Вычислительную часть работы осуществляли, преимущественно, на ПЭВМ с использованием офисного пакета Microsoft Office 365 и географической информационной системы QGIS 3.22. Основная часть работы выполнена с использованием плагина TrendsEarth, который обеспечивает интерфейс доступа к облачным вычислениям на серверах Google Earth Engine, по методикам, изложенным в руководстве пользователя [14].

Результаты и обсуждение

Основным результатом являются карта целевого индикатора для всей территории Европейской части России (*рис. 2*) и таблицы значений целевого индикатора по административным единицам и всей территории европейской части России к концу периода с 2001 по 2020 годы (*табл. 8*).

Полученные данные свидетельствуют о том, что 17% территории европейской части России занято землями из категории потенциально деградированных. В то же время около половины территории занято землями из категории стабильных, не изменившихся в течение последних 19 лет, и примерно 35% территории относится к землям улучшившимся.

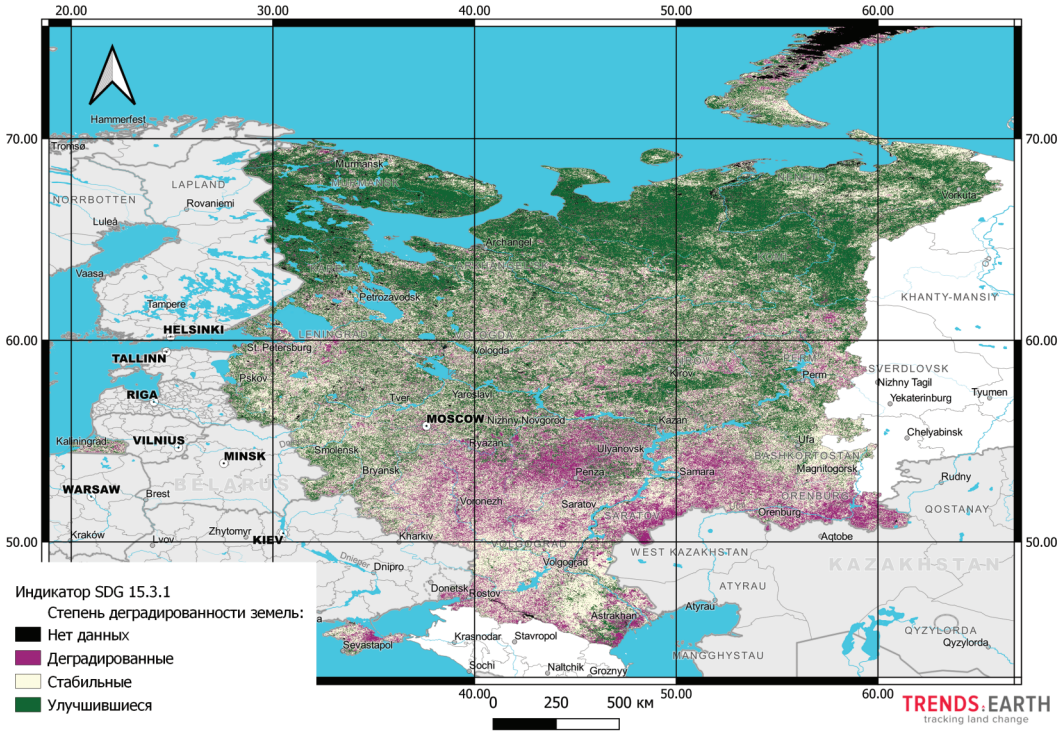

Рис. 2. **Карта земель Европейской части России разной степени потенциальной деградированности по индикатору деградации SDG 15.3.1**

Обращает на себя внимание то, что крупные ареалы деградированных земель тяготеют к южной границе европейской части России, что является следствием развития эрозионных процессов, характерных для данных территорий [16]. Кроме того, улучшающиеся земли, преобладающие в северной части, в центральной части распределены в комплексе со стабильными практически равномерно, но с малой плотностью.

Экологическая оценка состояния земель европейской части России. При прочих равных условиях экологическое состояние земель зависит от интенсивности антропогенной нагрузки, которая в самом первом приближении может быть количественно охарактеризована плотностью населения. В данном случае рассматривали плотность населения по областям, краям и республикам европейской части России. В состав европейской части России входят все административные единицы Центрального и Северо-Западного федеральных округов, а также большая часть Приволжского и Южного федеральных округов. Считается, что увеличение плотности населения сопровождается усилением напряжённости экологического состояния земель, а с ним — и увеличением доли деградированных земель в составе земельного фонда страны. Однако реальная картина оказалась сложнее.

Поскольку величинами, получаемыми при вычислении показателя состояния земель SDG 15.3.1, являются доли земель деградированных, стабильных, улучшающихся и не определённых дистанционными методами, в сумме составляющие единицу, результативным показателем может быть доля земель не деградированных (*рис. 3*). Предположительно с ростом численности населения доля не деградированных земель в составе земельного фонда сначала растет, достигая некой пороговой величины, а затем закономерно убывает.

Эту величину для каждой административной единицы получали вычитанием из единицы доли деградированных земель и доли земель, не определённых дистанционными методами. Точно определить пороговую величину по графику зависимости этого показателя от плотности населения проблематично по причине разброса точек в окрестностях максимума. В то же время, имея в виду работу [17, 18], в которой в рамках теоретического подхода удалось успешно описать макроскопическую кинетику и закономерность пространственной изменчивости NDVI в зависимости от химического состава почв, представляется возможным испытать эту методику и в применении к значениям, связанным с индексом деградации SDG 15.3.1, в основе которого — анализ пространственных и временных закономерностей изменения NDVI. Уравнение решения модели имеет вид:

$$y = A * x^{-B} \exp\left(-\frac{K}{x}\right), \quad (1)$$

где x — плотность населения в административной единице, независимая переменная (человек/км^2), характеризующая интенсивность воздействия на экосистемы; y — мера отклика экосистем в форме показателя экологического состояния земель,

Таблица 8

Площади земель ЕЧР разной степени потенциальной деградированности по индикатору деградации SDG 15.3.1

Регион	Площадь земель, км²				
	всего	улучшившихся	стабильных	деградированных	нет данных
Архангельская обл.	393146	192542	125820	30707	44077
Астраханская обл.	44228	5634	26543	11616	435
Белгородская обл.	27583	2358	18618	6579	29
Брянская обл.	35155	11274	19911	3952	18
Владимирская обл.	29321	11215	13956	4122	28
Волгоградская обл.	109098	7759	75577	25571	191
Вологодская обл.	139907	47854	75418	16415	219
Воронежская обл.	52049	1684	31570	18729	66
Ивановская обл.	22714	10291	9773	2610	41
Калининградская обл.	12705	3715	6485	2481	25
Калужская обл.	29344	10088	16709	2532	15
Кировская обл.	119706	50246	51702	17635	122
Костромская обл.	59528	21507	29726	8237	58
Курская обл.	29963	3900	19953	6087	24
Ленинградская обл.	71352	21752	38557	10827	216
Липецкая обл.	24200	1061	13427	9694	18
Москва	2831	748	1533	540	9
Московская обл.	43460	11090	24865	7417	89
Мурманская обл.	132438	96324	26277	9008	829
Ненецкий АО	165319	102649	57214	3627	1828
Нижегородская обл.	73921	21640	32581	19590	109
Новгородская обл.	53396	14138	34085	5060	113
Оренбургская обл.	124575	5777	55183	63428	187
Орловская обл.	24722	2921	16544	5252	5
Пензенская обл.	43225	5994	14329	22879	22
Пермский край	157853	54113	78019	25556	165
Псковская обл.	52699	18478	30680	3384	157
Республика Башкирия	142045	29064	91027	21794	160
Республика Калмыкия	72300	11738	46036	14410	116
Республика Карелия	139315	83323	42248	12528	1216
Республика Коми	413385	261182	126637	24760	805
Республика Крым	24303	2901	13317	7932	153
Республика Марий Эл	22692	8642	11077	2922	51
Республика Мордовия	25883	4010	7555	14301	17
Республика Татарстан	64125	14804	33481	15672	168
Ростовская обл.	99396	6015	67064	26105	212
Рязанская обл.	39241	7008	16543	15637	54
Самарская обл.	51519	3496	26976	20963	84
Санкт-Петербург	1898	338	1010	535	15
Саратовская обл.	99668	4979	54327	40234	129
Севастополь	688	229	326	129	4
Смоленская обл.	49936	15219	31254	3420	43
Тамбовская обл.	34355	1980	18439	13912	24
Тверская обл.	82847	27295	46934	8465	153
Тульская обл.	25435	4571	14104	6735	25
Удмуртская Республика	41742	15394	20418	5903	27
Ульяновская обл.	35072	7941	16300	10790	41
Чувашская Республика	18030	5199	6615	6177	39
Ярославская обл.	32377	13241	16070	3016	50
Итого:	3590688	1265323	1652810	619874	52682

зависимая переменная (км²/км²); *A* — коэффициент масштаба; *B* — коэффициент, характеризующий возрастание зависимой переменной с увеличением независимой переменной; *K* — коэффициент, характеризующий убывание зависимой переменной с увеличением независимой переменной. Согласно модели и рост и убывание меры экологического состояния земель происходят одновременно. Решение модели имеет указанную форму при усло-

вии фиксированного времени. В данном случае зафиксирован промежуток с 2001 по 2020 гг.

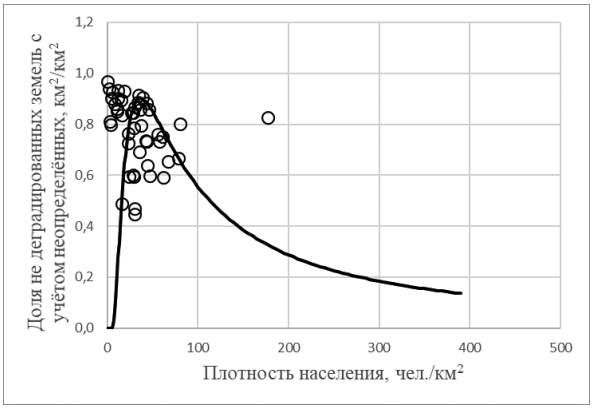

Рис. 3. **Зависимость доли не деградированных земель (по показателю SDG 15.3.1) в составе земельного фонда административных единиц ЕЧР с учётом доли земель, не определённых дистанционными методами** (точки — экспериментальные данные, линия — расчет по модели (1))

Как следует из вида графика (рис. 3) указанная модель адекватна экспериментальным данным, а абсцисса точки максимума равна 36 человек на квадратный километр. Это и есть пороговая величина, превышение которой сопровождается увеличением показателей деградации земель с ростом плотности населения.

Имея пороговую величину плотности населения, равную 36 человек на квадратный километр, можно оценить риски усиления потенциальной деградации земель на территории европейской части России на уровне административных единиц (рис. 4), связанные с возможным ростом плотности населения.

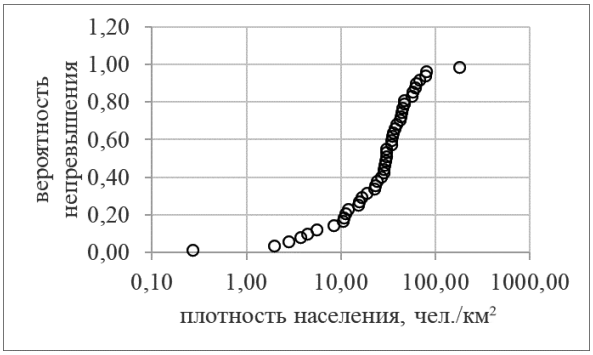

Рис. 4. **Оценка рисков деградации земель для административных единиц европейской части России**

Как следует из графика, вероятность не превышения пороговой величины плотности населения, которая для европейской части России равна 36 человек на квадратный километр, равна 64%. Отсюда следует, что риск роста деградации земель с ростом численности населения характерен для 35% территориальных единиц. В то же время, для 65% территориальных единиц вероятно уменьшение потенциальной деградации земель в связи с ростом в них численности населения.

Заключение

По результатам исследования за опорный период с 2001 по 2020 гг. впервые построена электронная растровая карта оценки состояния земель территории европейской части России на основе характеристик первичной продукции фотосинтеза, выведенных из материалов дистанционного зондирования Земли из космоса аппаратами AVHRR и MODIS в форме показателей «продуктивности», трансформации земель и динамики содержания органического вещества в почве и обобщающего их индикатора SDG 15.3.1. Indicator of Land Degradation.

В качестве конечного продукта, полученного анализом данных дистанционного зондирования за длительный промежуток времени (с 2001 по 2020 гг.), получены таблицы попиксельных геопривязанных значений целевых и вспомогательных индикаторов состояния земель административных единиц Европейской части России, их картографическое обобщение и результирующие таблицы площадей земель:

1) улучшающихся с течением времени;
2) не изменяющихся с течением времени;
3) ухудшающихся с течением времени;
4) не установленного качества.

По результатам обобщения этого материала установлено, что в составе земель европейской части России, общей площадью 3 590 688 км², к категории потенциально деградированных по индикатору SDG 15.3.1 на конец 2020 года относятся 619 874 км², что составляет 17% территории. В то же время 46% территории заняты землями из категории стабильных, не изменившихся в течение последних 19 лет. Примерно 35% территории относится к землям улучшившимся.

Установлена статистически достоверная нелинейная закономерная связь индикатора экологического состояния земель ЕЧР (в форме показателя доли не деградированных земель с учётом доли не установленных земель, определяемых в рамках процедуры оценки SDG 15.3.1) с плотностью населения в административной единице, имеющая вид:

$$y = 330 * x^{-1,3} * e^{\left(\frac{-46,6}{x}\right)}.$$

Математическим анализом этого уравнения установлена пороговая величина плотности населения, 36 человек/км².

Пороговая величина делит фазовую плоскость зависимости показателя деградации от плотности населения на две области, в первой рост плотности населения сопровождается уменьшением деградации земель, во второй — закономерным увеличением.

Вероятность не превышения пороговой величины плотности населения, которая для ЕЧР равна 36 человек/км², равна 64%. Риск роста деградации земель с ростом численности населения характерен для 35% территориальных единиц. В то же время, для 65% территориальных единиц вероятно уменьшение потенциальной деградации земель в связи с ростом в них численности населения.

Создана основа для оценки будущего состояния земель Европейской части России по данным космического мониторинга в виде базы попиксельных данных начальных значений индикаторов SDG 15.3.1 за базовый период с 2001 по 2020 г.г.

Финансирование работы

Исследование выполнено частично при поддержке Междисциплинарной научно-образовательной школы Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова «Будущее планеты и глобальные изменения окружающей среды», а также в рамках госзадания Минобрнауки России «Почвенные информационные системы и оптимизация использования почвенных ресурсов» (Номер ЦИТИС: 121040800147—0).

Литература

1. Резолюция, принятая Генассамблеей ООН 25.09.2015 г. A/RES/70/1 «Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 г.». 2020. URL: https://www.unfpa.org/sites/default/files/resource-pdf/Resolution_A_RES_70_1_RU.pdf (дата обращения: 01.04.2020 г.).
2. Андреева О.В., Куст Г.С. Оценка состояния земель в России на основе концепции нейтрального баланса их деградации // Известия РАН. Серия географ., 2020. Т. 84, №5. — С. 737—749.
3. Яковлев А.С., Гендугов В.М., Глазунов Г.П., Евдокимова М.В., Шулакова Е.А. Методика экологической оценки состояния почвы и нормирования ее качества // Почвоведение, 2009. №8. — С. 984—995.
4. Яковлев А.С., Макаров О.А., Киселев С.В., Молчанов Э.Н., Белугин А.Ю., Богданова Т.В., Бондаренко Е.В., Буйволова А.Ю., Булгаков Д.С., Гиоргадзе С.Р., Глазунов Г.П., Дубровина И.А., Евдокимова М.В., Ермияев Я.Р., Заболотнева К.М., Красильников П.В., Красильникова В.С., Мирзабаев А.М., Огородников С.С., Пасикова А.С., Савин И.Ю., Сидорова В.А., Сорокин А.С., Строков А.С., Цветнов Е.В., Шишконакова Е.А., Юркевич М.Г., Яхтанигова Т.Б. Эколого-экономическая оценка деградации земель. — М.: МАКС Пресс, 2016. — 256 с.
5. Яковлев А.С., Макаров О.А., Рыбальский Н.Г., Барсегян А.Г., Вавилова В.М., Гендугов В.М., Гладкова М.М., Глазунов Г.П., Долгинова В.А., Евдокимова М.В., Ковалева Е.И., Медведева О.Е., Муравьева Е.В., Плеханова И.О., Рыбальский Н.Н., Самотесов Е.Д., Сизов А.П., Сладкопевцев С.А., Сорокин А.С., Терехова В.А., Титарев Р.П., Шестакова М.В. Охрана почв и земель: коллективная монография. — М.: НИА-Природа, 2015. — 550 с.
6. Gomez C., Adeline K., Bacha S., Driessen B., Gorretta N., Lagacherie P., Roger J.M., Briottet X. Sensitivity of clay content prediction to spectral configuration of VNIR/SWIR imaging data, from multispectral to hyperspectral scenarios // Remote Sensing of Environment, 2018. V. 204. — P. 18—30.
7. Verhoef W., van der Tol C., Middleton E. Hyperspectral radiative transfer modeling to explore the combined retrieval of biophysical parameters and canopy fluorescence from FLEX — Sentinel-3 tandem mission multi-sensor data // Remote Sensing of Environment, 2018. V. 204. — P. 942—963.
8. Tucker C.J. Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation // Remote Sensing of Environment, 1979. V. 8. Iss. 2. — P. 127—150.
9. Griffiths P., Nendel C., Hostert, P. Intra-annual reflectance composites from Sentinel-2 and Landsat for national-scale crop and land cover mapping // Remote Sensing of Environment, 2019. V. 220. — P. 135—151.
10. Nouri H., Beecham S., Anderson Sh., Nagler P., High Spatial Resolution WorldView-2 Imagery for mapping NDVI and its relationship to temporal urban landscape evapotranspiration factors // Remote Sensing, 2013. V. 6. — P. 580—602.
11. Arevalo P., Bullock E., Woodcock C., Olofsson P. A Suite of Tools for Continuous Land Change Monitoring in Google Earth Engine // Frontiers in Climate. 2020. URL: https://www.researchgate.net/publication/346954801_A_Suite_of_Tools_for_Continuous_Land_Change_Monitoring_in_Google_Earth_Engine (дата обращения: 09.04.2021 г.).
12. Minasny B., Mcbratney A., Mendonça Santos M., Odeh I., Guyon B. Prediction and digital mapping of soil carbon storage in the Lower Namoi Valley // Australian J. of Soil Research, 2006. V. 44. — P. 233—244.
13. Sims N., England J., Newnham G., Alexander S., Green C., Minelli S., Held A. Developing good practice guidance for estimating land degradation in the context of the United Nations Sustainable Development Goals // Environmental Science & Policy, 2019. V. 92. — P. 349—355.
14. Trends.Earth. Conservation International. 2018. URL: http://trends.earth/docs/en/ (дата обращения: 15.04.2021 г.).
15. Численность населения Российской Федерации по муниципальным образованиям. 2021. URL: https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13282 (дата обращения: 23.11.2021 г.).
16. Беляева М.В., Андреева О.В., Куст Г.С., Лобковский В.А. Опыт оценки динамики деградации земель юга Европейской части России с использованием методологии нейтрального баланса деградации земель // Экосистемы: экология и динамика, 2020. Т. 4. №3. — С. 145—165.
17. Глазунов Г. П., Гендугов В.М., Евдокимова М.В., Титарев Р.П., Шестакова М.В. Макроскопическая кинетика временной и пространственной изменчивости вегетационного индекса NDVI на территории заповедника «Ямская степь» в условиях загрязнения почвы тяжёлыми металлами // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2019. Т. 16. №2. — С. 111—127.
18. Евдокимова М.В, Глазунов Г.П. Яковлев А.С., Плеханова И.О., Аймалетдинов Р.А., Шестакова М.В. Оценка экологического состояния земель, загрязнённых комплексом тяжёлых металлов, в окрестностях города Норильска за период с 2004 по 2019 г. по материалам NDVI Modis с сервера Вега-science // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2021. Т. 18. №4. — С. 149—165.

Сведения об авторе:

Евдокимова Мария Витальевна, к.б.н., старший научный сотрудник лаборатории экологического нормирования и оценки почв факультета почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова; e-mail: mawkae@gmail.com.

Картография

УДК 502.7

Россия в Красном списке Международного союза охраны природы

А.А. Присяжная[1], к.б.н., С.А. Круглова[1], В.Р. Хрисанов[1], к.г.н., В.В. Снакин[1,2], д.б.н.
[1]Институт фундаментальных проблем биологии РАН
[2]Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова (Музей землеведения)

Проведён аналитический обзор Красного списка Международного союза охраны природы (МСОП). Показана неравномерность представленности различных групп организмов в Красном списке МСОП: 76% расчётного количества описанных в мире видов позвоночных животных включены в Красный список МСОП, беспозвоночных — 2%, растений — 13%, грибов и протистов — 0,4%. Показано, что в целом 40% всех оценённых по категориям видов растений находятся под угрозой исчезновения, для животных этот показатель в два раза меньше. Проведено ранжирование мировых стран по количеству оценённых в Красном списке МСОП видов и построены соответствующие карты. Проведён анализ данных Красного списка МСОП для территории России. 80% обитающих в России организмов вызывают наименьшие опасение, 9,5% видов находятся под угрозой исчезновения, 5,2% — в состоянии, близком к угрожаемому. По общему количеству внесённых в Красный список МСОП и относительному числу находящихся под угрозой исчезновения видов Россия среди стран мира занимает средние позиции.

Ключевые слова: Красный список МСОП, видовое разнообразие, категории Красного списка МСОП, Красные книги Российской Федерации

Введение

Красный список находящихся под угрозой исчезновения видов МСОП (The Red List of Threatened Species) является логической платформой «Барометра жизни» (The Barometer of Life) [1]. Однако, по мнению авторов, Красный список смещён в сторону высших позвоночных. Большинство видов, включая некоторые таксономические группы растений, беспозвоночных и низших позвоночных, а также почти все грибы, всё ещё крайне мало представлены.

С каждым годом Красный список МСОП увеличивается за счёт новых описанных видов и расширения числа таксономических групп, благодаря чему становится более репрезентативным для оценки видового разнообразия планеты. На сегодняшний день расчётное число описанных в мире видов составляет 2 130 023, из них в Красный список МСОП внесено 142 577 видов. Цель Глобальной программы МСОП — оценить не менее 160 000 видов. Достижение этой цели ещё больше улучшит способность Красного списка МСОП предоставлять самую последнюю информацию о состоянии биоразнообразия в мире и тем самым направлять важнейшие действия по сохранению [2].

История создания красных книг (красных списков) мира, отдельных стран и регионов, а также предложения к использованию различных подходов к классификации редких видов, выделения определенных их категорий и критериев, по которым идентифицируется редкий вид и степень угрозы его утраты на разных пространственных уровнях освещена в многочисленных публикациях [3—6 и др.]. Анализ Красных книг субъектов Российской Федерации, изданных в период с 1990 по 2016 гг. показал, что в них использовано 163 варианта определения статуса редкости и угрозы исчезновения, занесенных в них объектов [6]. В работе [7] кратко изложена история создания Красных книг мирового, федерального и регионального значения, проанализировано состояние учёта редких и находящихся под угрозой исчезновения видов животных, растений и грибов в субъектах Российской Федерации, а также приведена сравнительная оценка российского перечня редких видов с Красным списком МСОП.

Необходимо отметить, что, в отличие от федеральной и региональных Красных книг России, Красный список МСОП не определяет юридические права и обязанности государств, организаций и лиц, хотя их публикация и стимулирует научные исследования и поиск эффективных мер, в том числе законодательных, по охране редких и находящихся под угрозой исчезновения видов.

В настоящей работе проанализировано современное состояние Красного списка МСОП, проведено ранжирование мировых стран по количеству оценённых в Красном списке МСОП видов и построены соответствующие карты, а также проведён анализ данных Красного списка МСОП для территории России. Весь демонстрационный материал, в т.ч. карты, был разработан нами на основе открытых данных сайта «The IUCN Red List of Threatened Species» [2] по состоянию на сентябрь 2021 г.

Количественный состав видов, оценённых в Красном списке МСОП

По состоянию на сентябрь 2021 г. число описанных в мире видов составляло 2 128 687, в Красном списке МСОП — 138 374, в том числе растений — 56 245, животных — 81 569 видов.

Распределение описанных видов в мире и оценённых в Красном списке МСОП по основным группам организмов демонстрирует *рис. 1.* По расчётному количеству описанных видов почти 74% составляют животные, 20% — растения и около 7% — грибы и протисты. Позвоночные животные насчитывают всего 3,5%, а беспозвоночные — 70%. При этом почти половина (49,5%) всего мирового видового многообразия — это насекомые. Самая многочисленная по видовому составу группа растений — покрытосеменные (17%).

Представленность видового состава в Красном списке МСОП иная: 59% составляют животные (40% позвоночные и всего 19% беспозвоночные), 41% — растения (из них 39% покрытосеменные) и 0,4% грибы и протисты.

Такое распределение видового состава свидетельствует о том, что различные группы организмов оценены в Красном списке МСОП в разной степени (*рис. 2*). Так, всё видовое многообразие птиц в мире (100%) оценено по категориям редкости. В целом позвоночные животные на 76% представлены в Красном списке МСОП, и напротив, беспозвоночные — менее 2%. Среди растений выделяется малочисленная группа голосеменных: 91% внесено в список. В то же время многочисленная группа покрытосеменных растений представлена всего на 15%. В общем, 13% видового состава описанных видов растений уже внесены в Красный список МСОП. Грибы и протисты в наименьшей степени оценены в Красном списке МСОП — 0,4%.

Фактически, Красный список МСОП является мировым аннотированным списком описанных видов, для которых определён статус их уязвимости на основании принятых критериев. Данные, содержащиеся в Красном списке МСОП, включают как виды, не находящиеся под угрозой исчезновения, так и виды, находящиеся под угрозой исчезновения. Некоторые таксономические группы были полностью или почти полностью оценены, включая млекопитающих, птиц, амфибий, пресно-

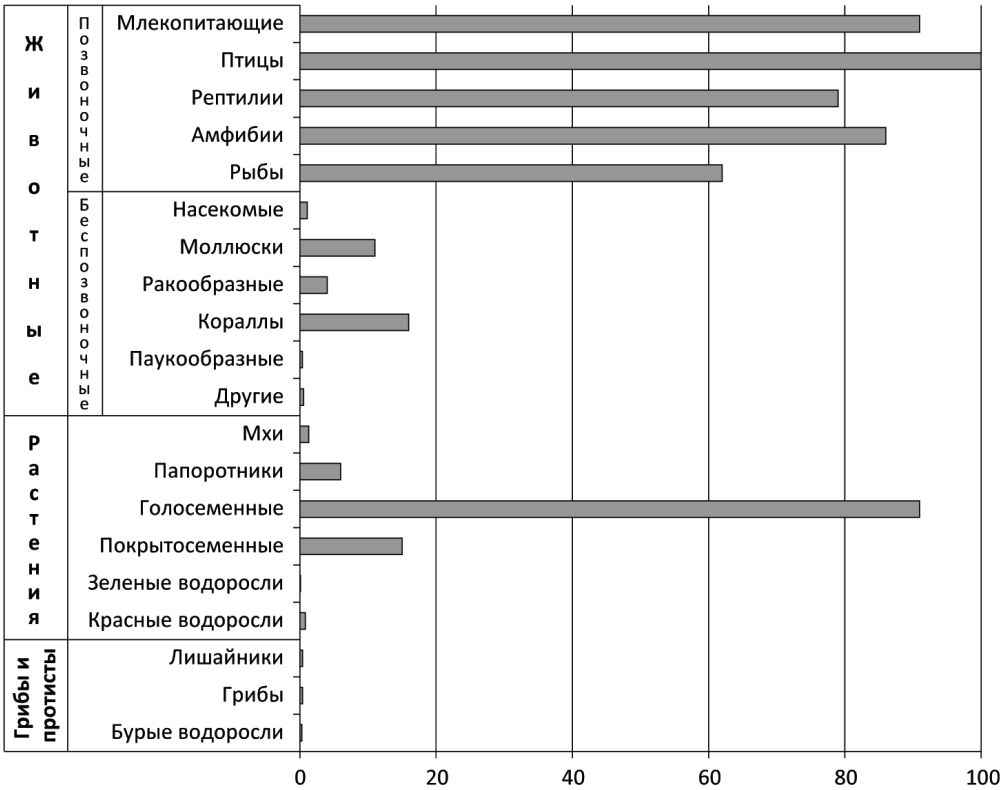

Рис. 2. **Представленность описанных видов в Красном списке МСОП**, %

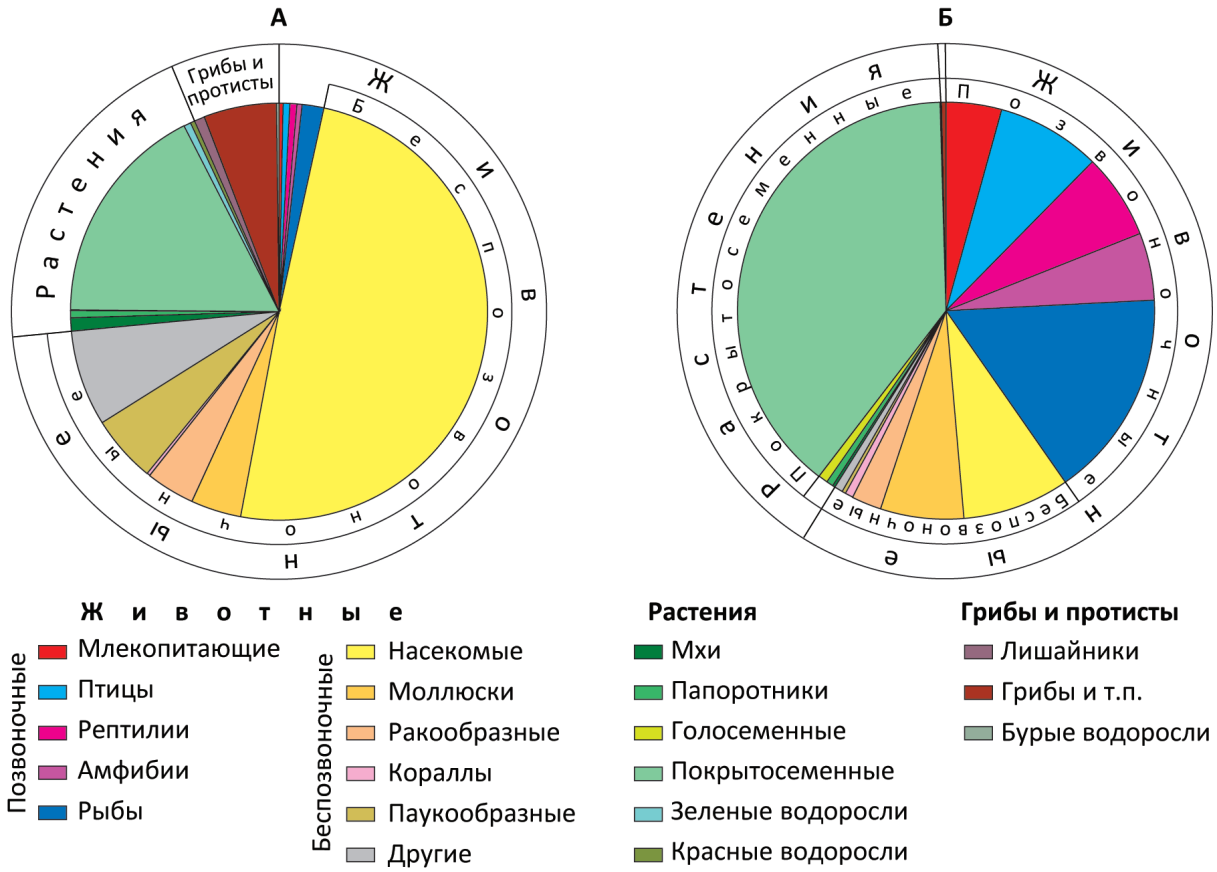

Рис. 1. **Распределение описанных в мире видов (А) и оценённых в Красном списке МСОП (Б) по основным группам организмов**

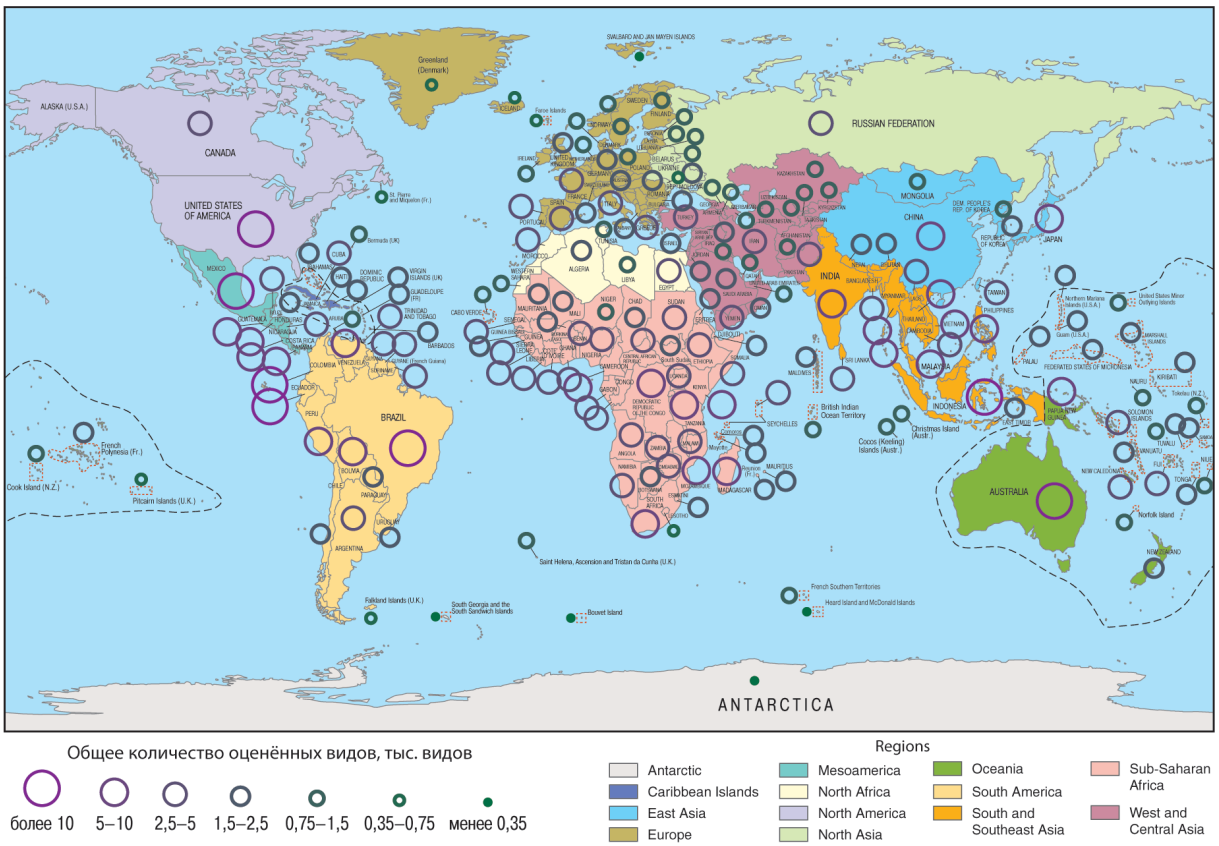

Рис. 4. **Общее количество оценённых в Красном списке МСОП видов (животные, растения и грибы) в странах мира**

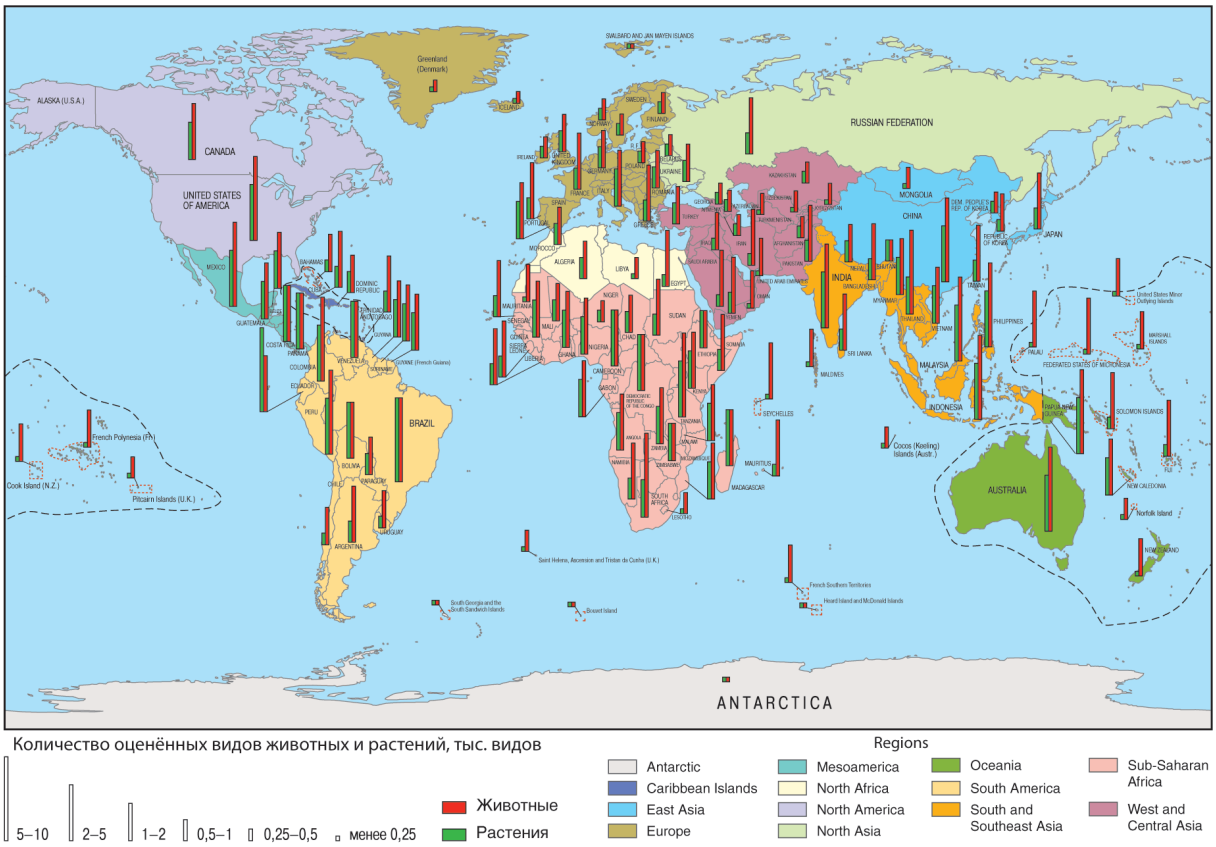

Рис. 5. **Количество оценённых в Красном списке МСОП видов животных и растений в странах мира**

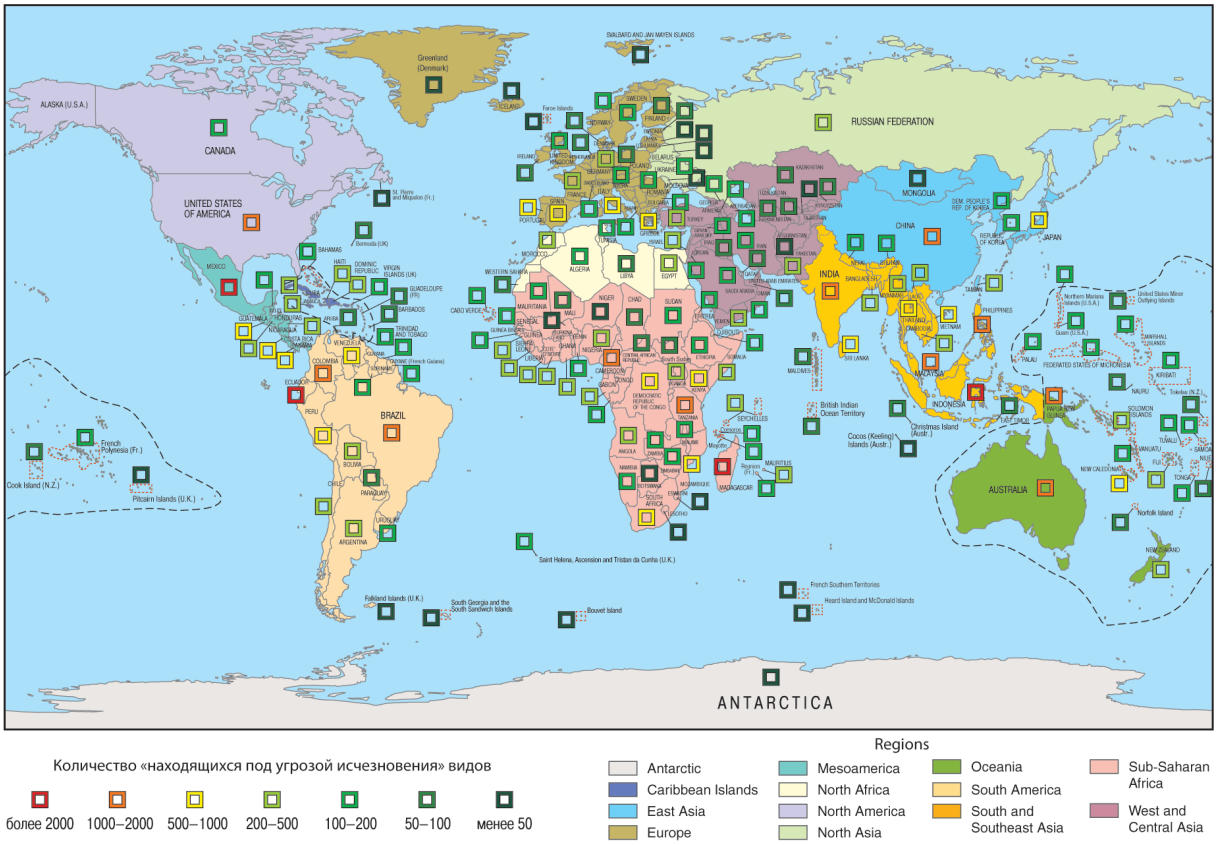

Рис. 6. **Общее количество «находящихся под угрозой исчезновения» видов в странах мира**

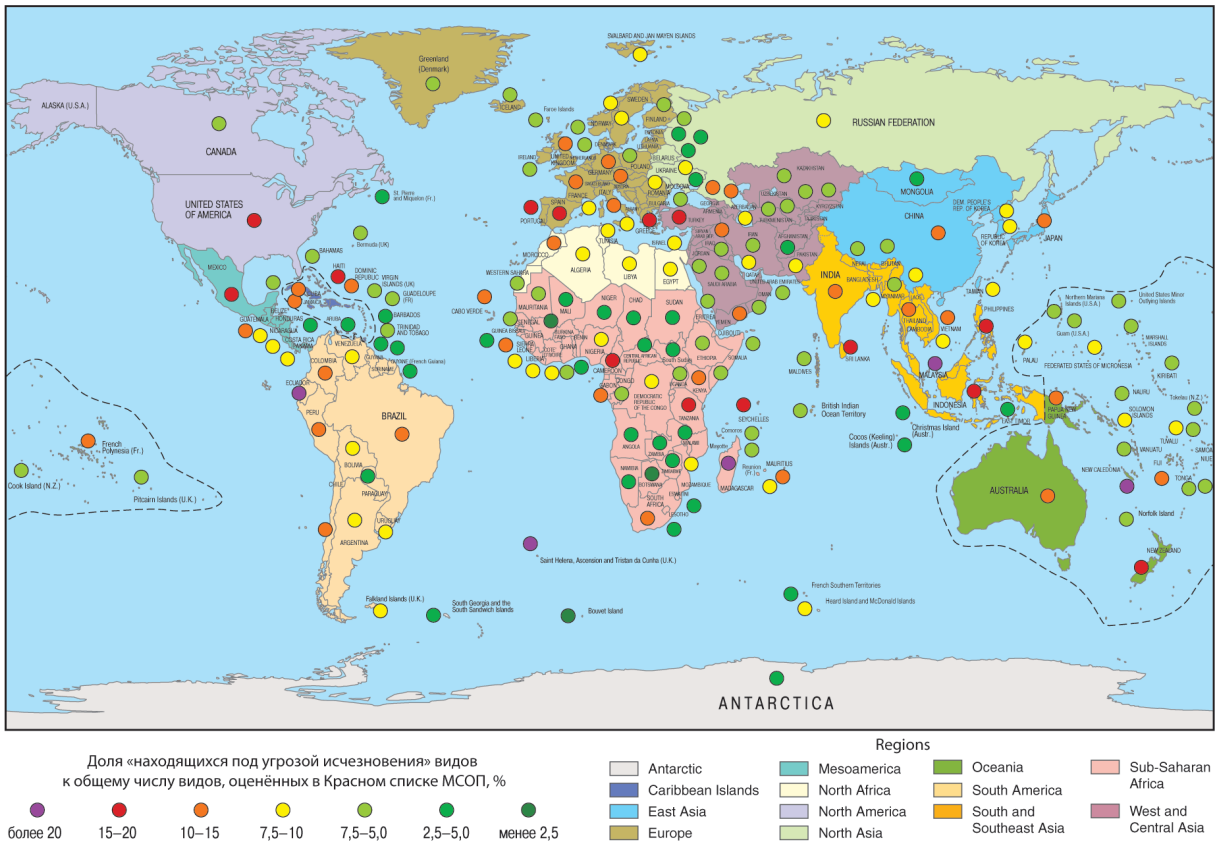

Рис. 7. **Доля «находящихся под угрозой исчезновения» видов к общему числу видов, оценённых в Красном списке МСОП, в странах мира**

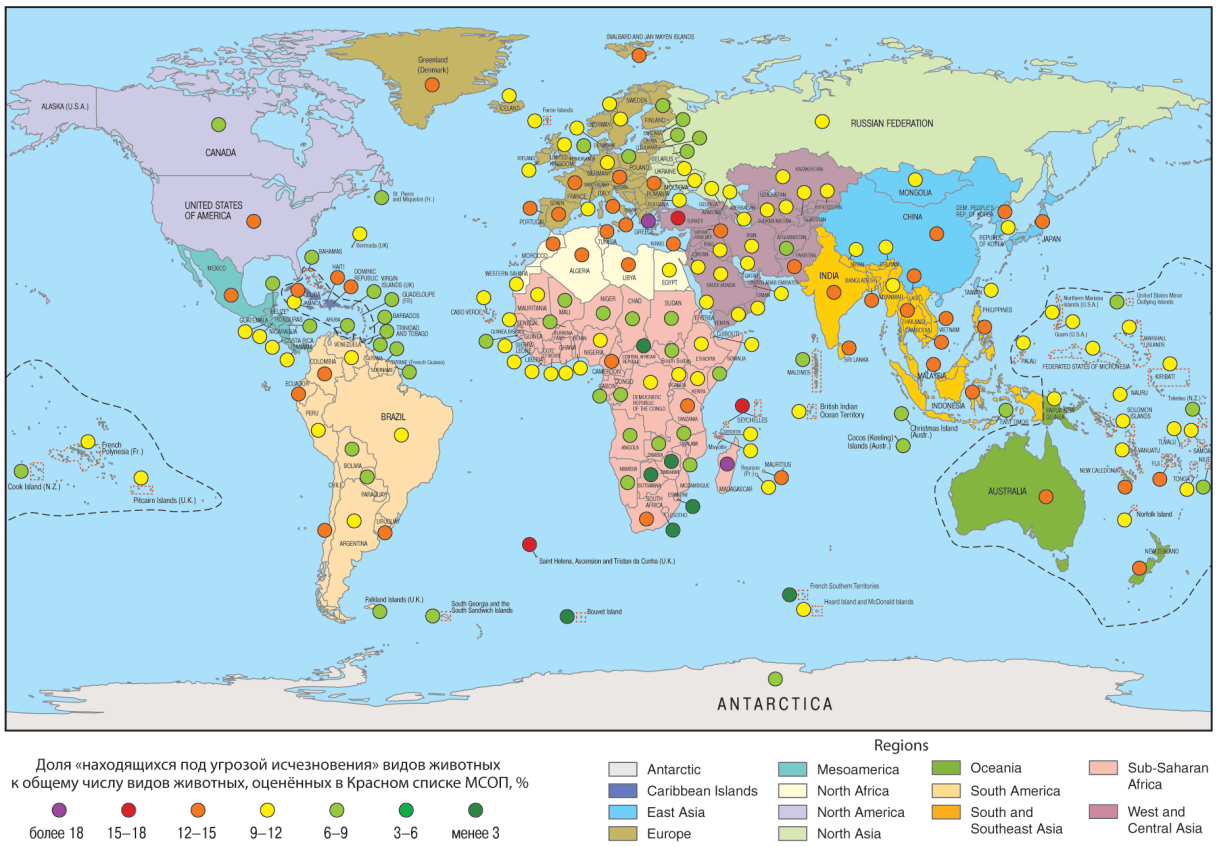

Рис. 9. **Уязвимость представителей животного мира в различных странах**

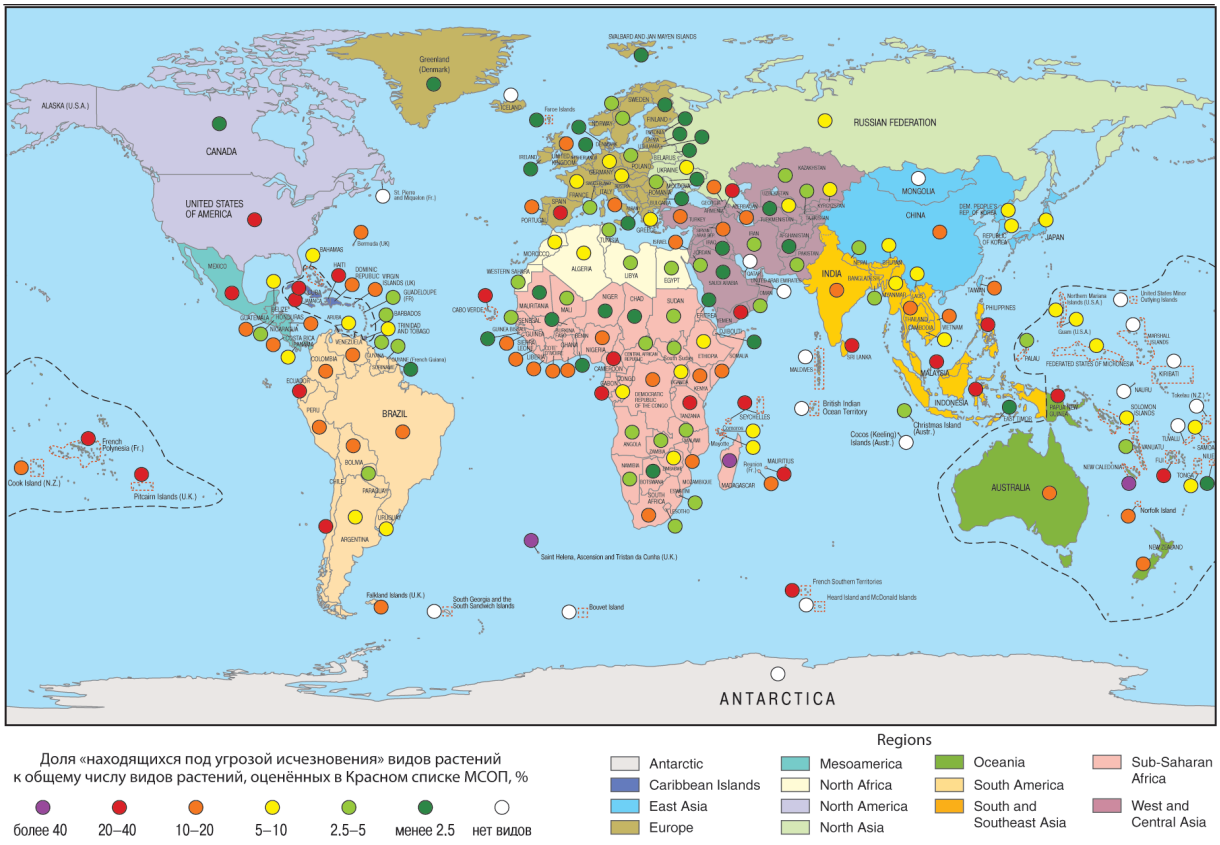

Рис. 10. **Уязвимость представителей растительного мира в различных странах**

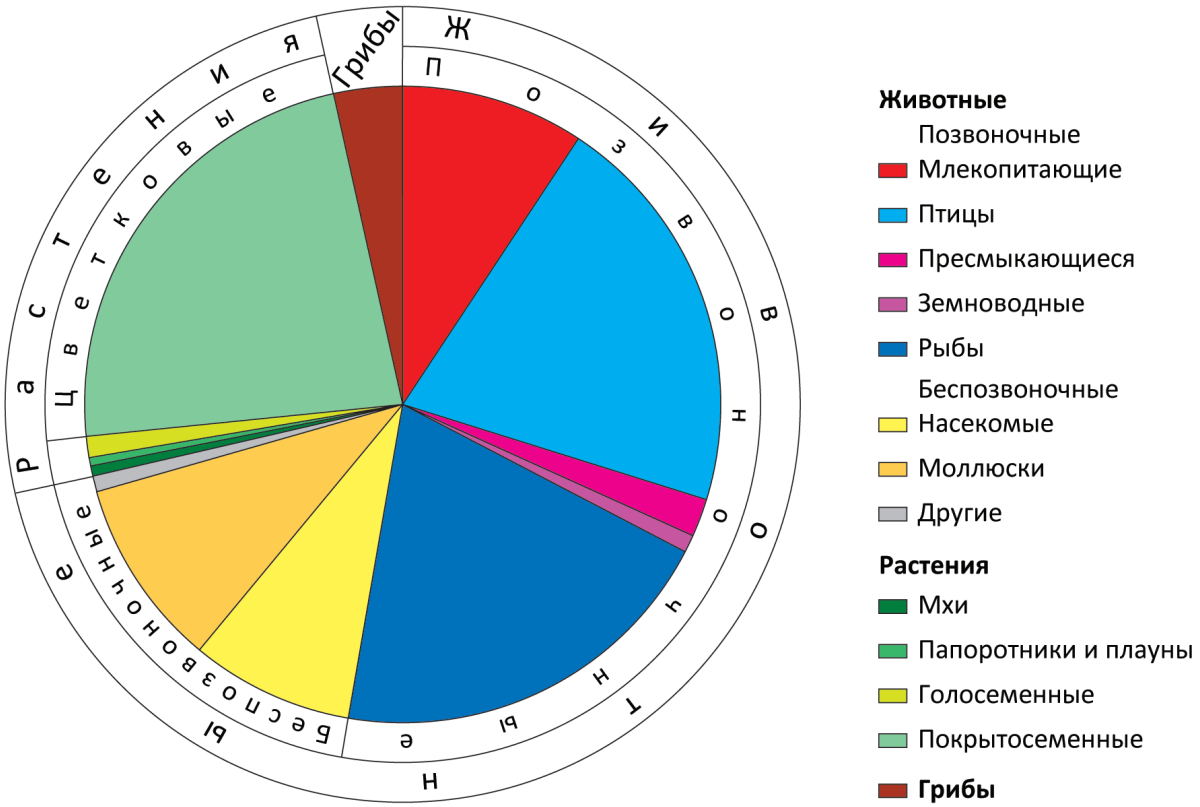

Рис. 13. **Распределение по основным группам организмов, оценённых в Красном списке МСОП, для территории России**

водных крабов, кораллов, образующих рифы в тёплой воде, акул и скатов, морских окуней, губанов, омаров, хвойных и саговников [2].

Количество видов, занесённых в Красный список МСОП, меняется с течением времени: появляются новые описанные виды, виды постоянно оцениваются и включаются в список; некоторые виды подвергаются переоценке по шкале категорий Красного списка и перемещаются в другие категории; таксономические изменения приводят к изменению общего числа видов внутри группы.

Категории Красного списка МСОП

Для классификации видов по степени рисков их исчезновения в мире принята система категорий Красного списка МСОП, состоящая из 9 категорий [8].

Основу данной системы составляют две группы: таксоны, находящиеся под угрозой исчезновения, и таксоны с низкой или минимальной угрозой вымирания. Первая группа подразделяется на три категории: таксоны в критическом состоянии (CR), таксоны в опасном состоянии (EN), таксоны в уязвимости (VU). Эти три категории являются основными, предупреждающими о серьёзности утраты представителей таксона в недалёком будущем, и составляют основной массив объектов, заносимых в Красные книги различного ранга. Вторая группа состоит из следующих категорий: таксоны, находящиеся в состоянии близком к угрожаемому (NT), таксоны вызывающие наименьшие опасения (LC). Две категории — таксоны, полностью исчезнувшие (EX), и таксоны, исчезнувшие в дикой природе, но сохранившиеся только в неволе (EW) — не имеют непосредственного отношения к проблемам охраны. Несколько особняком стоит категория «Недостаток данных» (DD), которая не является категорией угрозы исчезновения, но очень важная при оценке степени риска. Таксон включается в эту категорию, если имеющаяся в настоящее время информация недостаточна для прямой или косвенной оценки риска исчезновения. Дальнейшие исследования и более длительные наблюдения дадут основания для отнесения таксона к одной из категорий угрозы исчезновения. Чем больше видов в категории (DD) той или иной таксономической группы, тем больше неопределённости в оценке степени риска исчезновения видов этой группы организмов.

Распределение числа видов животных и растений различных классов по категориям Красного списка МСОП демонстрирует *рис. 3*.

Категории «Исчезнувшие» (EX) и «Исчезнувшие в дикой природе» (EW). К категориям (EX+EW) отнесены 982 вида растений и животных, что составляет 0,7 % всего числа видов, внесённых в Красный список МСОП.

Исчезнувшие животные (EX+EW) составляют 1 % видов животных, включённых в Красный список МСОП (817 видов), причём, к категории «Исчезнувшие в дикой природе» отнесены 37 видов животных. Доля животных данных категорий позвоночных животных варьирует от 0,3% у пресмыкающихся до 1,4% у млекопитающих и птиц. Доля животных данных категорий у беспозвоночных животных тоже невелика и варьирует от 0 (коралловые полипы) и 0,4% (ракообразные) до 3,5% (моллюски).

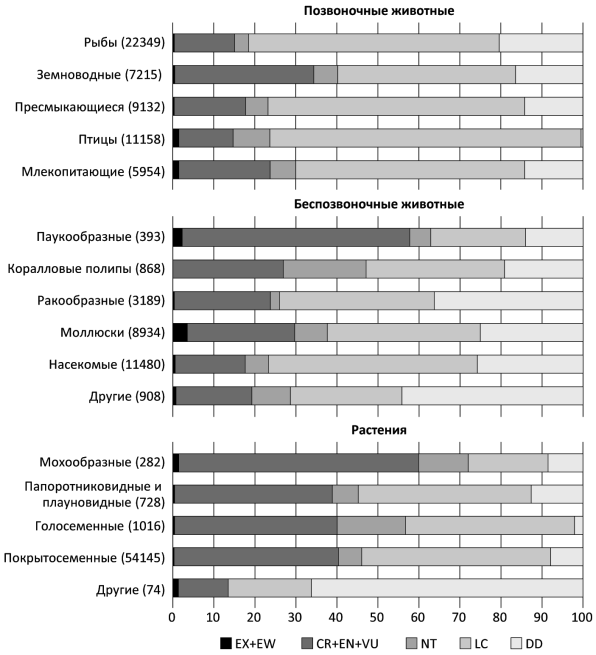

Рис. 3. **Распределение числа видов животных и растений различных классов по категориям Красного списка МСОП**, % (в скобках указано общее число видов в таксономической группе)

Всего 0,3% Красного списка составляют исчезнувшие растения — 165 видов (153 — покрытосеменные), из них в категорию «Исчезнувшие в дикой природе» включены 43 вида. По доле видов растений категории «Исчезнувшие» в различных классах выделяются красные водоросли (1,7%) и мохообразные (1,4%).

Категория «Находящиеся под угрозой исчезновения» (CR+EN+VU). К этой группе категорий отнесены 38543 вида растений и животных, что составляет 28 % всего числа видов, внесённых в Красный список МСОП.

Животные, находящиеся под угрозой исчезновения (CR+EN+VU), составляют 17 % видов животных, включённых в Красный список МСОП. У позвоночных животных высокая доля находящихся под угрозой исчезновения видов среди земноводных — 33,9%, немного ниже у млекопитающих — 22,3%, а среди пресмыкающихся, рыб и птиц — 17,4%, 14,7% и 13,3% соответственно. У беспозвоночных доля «находящихся под угрозой исчезновения» видов составляет в целом 22%, а по классам: 55% для паукообразных, 27% — коралловых полипов, 26% — моллюсков, 23% —ракообразных, 17% — насекомых.

Растения, находящиеся под угрозой исчезновения (CR+EN+VU), составляют 40% видов растений, включённых в Красный список МСОП. Этот показатель определяется данными по покрытосеменным растениям, поскольку 96% видов составляют эту группу. Самая большая доля нахо-

дящихся под угрозой исчезновения видов — почти 60% — у мохообразных.

Категория «Находящимся в состоянии близком к угрожаемому» (NT). К этой категории отнесены 4759 видов животных, что составляет почти 6% всего числа видов животных, внесённых в Красный список МСОП. Доля видов позвоночных животных, находящихся в состоянии, близком к угрожаемому, изменяется от 3% у рыб до 9% у птиц, беспозвоночных животных — от 2% у ракообразных до 20% у коралловых полипов.

Для растений доля видов категории (NT) изменяется от 6% (покрытосеменные) до почти 17% (голосеменные). В целом, растения, оценённые как «находящихся в состоянии близком к угрожаемому», составляют почти 6% видов растений, включённых в Красный список МСОП. Этот показатель определяется данными по покрытосеменным растениям, поскольку 92% видов – это покрытосеменные.

Категория «Вызывающие наименьшие опасения» (LC). Это самая многочисленная группа, в неё включено 51% всего числа видов растений и животных, внесённых в Красный список МСОП.

К этой категории отнесены 45291 вид животных (55%). Доля видов позвоночных животных, вызывающих наименьшие опасения, довольно высока в каждом классе: от 43% у земноводных до 76% у птиц, беспозвоночных от 23% у паукообразных до 51% у насекомых.

46% видов растений, включённых в Красный список МСОП, оценены как «вызывающие наименьшие опасения». 97% видов этой категории — покрытосеменные. Доля видов растений, вызывающих наименьшие опасения, изменяется от 19% у мохообразных до почти 46% у покрытосеменных.

Категория «Недостаток данных» (DD). В категорию (DD) отнесено 14% всего числа видов растений и животных, внесённых в Красный список МСОП.

Для животных этот показатель составляет 18%. Доля видов позвоночных животных, отнесённых к категории «Недостаток данных», различается довольно значительно: 0,5% у птиц, по 14% у млекопитающих и пресмыкающихся, 16% у земноводных и 20% у рыб. Для беспозвоночных этот показатель составляет: паукообразные — 14%, коралловые полипы — 19%, моллюски — 25%, насекомые — 26%, ракообразные — 36%. Необходимо отметить, что для других таксономических групп беспозвоночных (суммарное число видов 893) относительное количество видов этой категории достигает 45%.

Для растений определяющую роль в оценке относительного количества видов этой категории (как и для предыдущих категорий) играют покрытосеменные, составляющие 96%. 8% растений отнесено к категории (DD). Наименее изучены красные водоросли — 76%. Для более многочисленных оценённых таксономических групп доля видов категории (DD) составляет: голосеменные — 2%, покрытосеменные — 8%, мохообразные — 9%, папоротниковидные и плауновидные — 13%.

Проведённый анализ показал, что пятая часть всех оценённых видов животных находится под угрозой исчезновения, при этом риски исчезновения видов у беспозвоночных несколько выше, чем у позвоночных животных. По доле находящихся под угрозой исчезновения видов среди позвоночных животных выделяется класс земноводных (1/3 часть оценённых видов), среди беспозвоночных — паукообразные (больше половины оценённых видов). В целом, относительное количество находящихся под угрозой исчезновения видов растений в два раза больше, чем животных. Особенно выделяется класс мохообразных — почти 2/3 оценённых видов.

Необходимо подчеркнуть, что данная оценка правомерна только для видов, внесённых в Красный список МСОП. При этом некоторую неопределённость вносит тот факт, что для значительной части видов имеющейся на данный момент информации недостаточно, чтобы определить степень риска исчезновения (14% позвоночных, 27% беспозвоночных, 8% растений). Более того, поскольку, как было отмечено выше, представленность в Красном списке МСОП различных таксономических групп очень различается, реальное состояние уязвимости видов можно оценить только для позвоночных животных и голосеменных растений, для других таксономических групп такие оценки носят самый общий и приблизительный характер.

Количество оценённых в Красном списке МСОП видов по странам мира

В базе данных МСОП страны сгруппированы условно по биогеографическим регионам, выделенные на картах (*рис. 4–7, 9, 10*) цветом. Распределение на карте мира общего количества внесённых в список МСОП видов зависит, прежде всего, от месторасположения страны и занимаемой ею площади: максимальное разнообразие наблюдается на территории стран в Южной, Юго-Восточной и Восточной Азии, Океании, Мезоамерике, южной от Сахары Африке, Южной Америке; минимальное — в Антарктике и близлежащих к ней островных государств, в северных странах, а также в министранах Европы. Больше 10 000 видов из Красного списка обитают в семи странах: Бразилия, Индонезия, Австралия, Колумбия, Мексика, Соединенные Штаты, Эквадор (*рис. 4*).

Количество оценённых в Красном списке МСОП видов животных в различных странах мира (*рис. 5*) изменяется от нескольких десятков (маленькие государства Европы) до более 9 тыс. в Индонезии, что составляет 12% всех видов животных из Красного списка. Выделяются по этому показателю такие страны, как Австралия и Соединенные Штаты, в которых обитают по 10% видового состава животного мира из Красного списка МСОП.

Разброс данных по числу видов растительного мира в различных странах уже (см. *рис. 5*): от 0 (Антар-

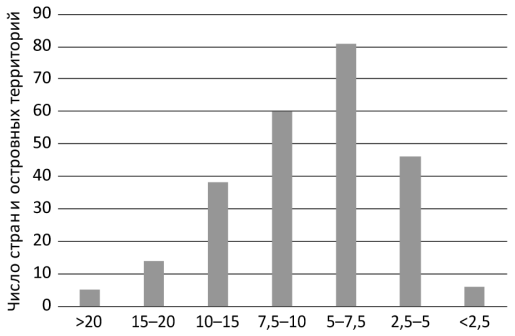

Рис. 8. **Распределение числа стран по градациям показателя уязвимости видов**

ктида) и менее 100 видов (почти 50 стран — островные государства Океании, Антарктиды, маленькие государства Европы, Западная Сахара и др.) до 6,5 тыс. в Бразилии (почти 12% видового состава растений из Красного списка). Также выделяются Эквадор, Колумбия и Мадагаскар, в которых произрастает по 8–9% видового состава растений из Красного списка.

Распределение общего количества «находящихся под угрозой исчезновения» видов (категории редкости CR+EN+VU) по странам в мире демонстрирует *рис. 6*. По этому показателю выделяются такие страны, как Мадагаскар, Эквадор и Мексика (более 2000 видов).

Для оценки уязвимости видов более информативным является такой показатель, как доля «находящихся под угрозой исчезновения» видов к общему числу видов, оценённых в Красном списке МСОП. По этому показателю выделяется Мадагаскар, где доля уязвимых видов достигает 50%. Высокие показатели (20–26%) отмечены в Эквадоре, Новой Каледонии, Малайзии и на островах Святой Елены, Вознесения и Тристан-да-Кунья (заморская территория Великобритании, включающая несколько отдалённых островных групп в южной части Атлантики) (*рис. 7*). В то же время, в 33 странах, на территориях которых обитает более 1000 внесённых в Красный список МСОП видов, доля «находящихся под угрозой исчезновения» видов составляет менее 5%.

Распределение числа стран по градациям показателя уязвимости видов показано на *рис. 8*. Для большинства стран (72%) доля «находящихся под угрозой исчезновения» видов к общему числу видов, оценённых в Красном списке МСОП, составляет 5–15%; для 19 стран — 20–50% и для 52 стран — менее 5%.

Рис. 9 и 10 позволяют сравнить уязвимость представителей животного и растительного мира. Доступные к настоящему времени данные свидетельствуют о большей доле находящихся под угрозой исчезновения видов растений в сравнении с животными, возможно в силу большей миграционной способности последних.

О большей угрозе исчезновения для растений по сравнению с животными свидетельствуют также данные о распределении числа стран по градациям показателя уязвимости, представленные на *рис. 11 и 12*.

Разброс данных по доле «находящихся под угрозой исчезновения» видов для животных менее значителен (0–20%), чем для растений (0–60%). Относительное количество уязвимых видов животных больше всего в Мадагаскаре и Греции (20 и 19%). Необходимо отметить также Сейшельские острова (при общем числе видов животных в Красном списке — 2310), острова Святой Елены, Вознесения и Тристан-да-Кунья (853), Турцию (1931) и Новую Зеландию (1627), где показатель уязвимости составляет 15–17%. Среди стран, в которых общее количество видов животных в Красном списке составляет более 1000 видов (при этом доля угрожаемых видов — менее 3%), выделяются Зимбабве, Центрально-Африканская Республика, Эсватини и Ботсвана.

Доля уязвимых видов растений в Мадагаскаре достигает 60%, на островах Святой Елены, Вознесения и Тристан-да-Кунья (при общем числе видов растений в Красном списке – 87) и в Новой Каледонии — 52 и 44%, соответственно. 30–40% «находящихся под угрозой исчезновения» видов растений отмечено в таких странах, как Филиппины, Эквадор, Маврикий, Малайзия и Кабо-Верде. Страны, в которых виды растений не оценены как «находящихся под угрозой исчезновения», — это, в основном, небольшие территории или страны с малым общем числом видов растений в Красном списке, в том числе Исландия и Монголия.

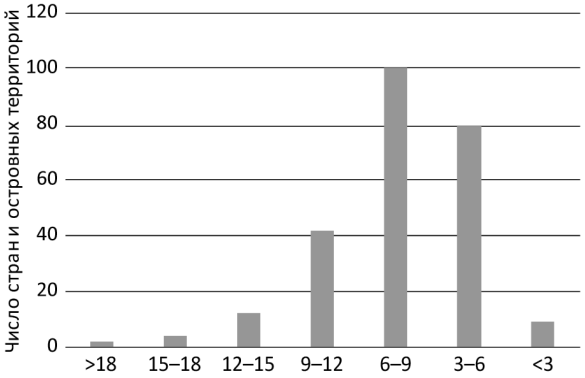

Рис. 11. **Распределение числа стран по градациям показателя уязвимости видов животных**

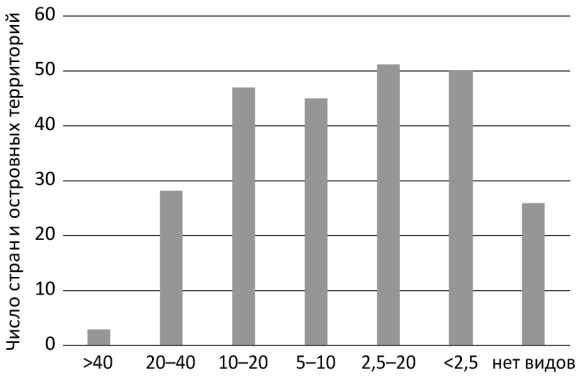

Рис. 12. **Распределение числа стран по градациям показателя уязвимости видов растений**

Таблица.

Количество внесённых в Красный список МСОП видов по странам

Страна	*Число видов, внесённых в Красный список МСОП*			*Доля «находящихся под угрозой исчезновения» видов, %*		
	Всего	*Животные*	*Растения*	*Всего*	*Животные*	*Растения*
Бразилия	13481	6932	6510	14,3	8,8	19,9
Индонезия	13468	9732	3734	15,1	12,3	22,5
Австралия	12130	8168	3930	14,6	12,4	19,1
Колумбия	11998	7150	4827	12,5	10,4	15,6
Мексика	11179	6820	4317	19,7	13,6	29,4
США	11143	8112	2780	16,6	13,6	23,9
Эквадор	10023	4840	5175	25,9	12,0	38,9
Китай	9877	6401	3441	13,5	10,2	19,6
Малайзия	9517	5943	3568	20,9	12,5	34,9
Перу	8859	5196	3659	10,8	8,3	14,3
Мадагаскар	8766	4072	4693	41,9	20,4	60,5
Индия	8756	6353	2383	14,1	11,9	19,9
Япония	5698	4798	848	10,2	10,7	6,7
Испания	4813	3427	1273	16,5	13,5	22,3
Франция	3762	2685	947	10,6	10,2	6,9
Италия	3602	2435	1054	14,0	13,9	11,5
Португалия	3427	2554	826	15,3	14,4	17,4
Канада	3420	2237	1045	5,4	5,9	2,0
Российская Федерация	**3296**	**2344**	**833**	**9,3**	**8,4**	**7,9**
Греция	3250	2430	791	16,5	18,6	9,7
Респ. Корея	2019	1590	403	8,4	8,1	9,2
Германия	1936	1236	575	11,1	8,9	8,9
Великобритания	1823	1223	504	10,3	7,8	10,5
Украина	1704	1140	522	8,0	8,2	5,6
Швеция	1390	831	439	8,1	6,3	2,7
Норвегия	1329	810	407	9,7	7,5	4,9
Казахстан	1314	950	355	6,9	8,1	3,7
Грузия	1181	734	431	10,8	7,5	15,5
Азербайджан	1097	732	360	9,2	7,4	12,8
Финляндия	1060	628	346	5,9	4,6	1,2
Армения	958	573	380	12,1	7,0	20,0
Монголия	877	632	233	4,9	6,2	0,0
Беларусь	834	558	260	4,0	4,8	0,8

Россия в Красном списке МСОП

По всем показателям, рассмотренным выше, Россия занимает средние позиции. Это демонстрирует таблица, в которой представлены данные по общему количеству внесённых в Красный список МСОП и доле «находящихся под угрозой исчезновения» видов для стран с максимальными показателями, а также для России и сопредельных к ней странам и некоторым европейским странам.

Данные по количеству оценённых в Красном списке МСОП видов для России соизмеримы с Канадой, расположенной в близких географических широтах (Канада занимает северные просторы Северной Америки между 41-м и 71-м градусами северной широты, Россия — северные и центральные районы Евразии между 41-м и 77-м градусами северной широты). Однако относительное количество «находящихся под угрозой исчезновения» видов значительно выше в России, особенно по растениям.

Среди сопредельных к России стран выделяются кавказские государства, особенно Армения, где отмечается высокое относительное количество уязвимых видов растений.

Распределение для территории России оценённой в Красном списке МСОП общей численности видов по основным группам организмов демонстрирует рис. 13. Животные составляют 71% (позвоночные — 53%, беспозвоночные — 19%). Растения составляют 25%, при этом почти всё это количество (23%) представлено цветковыми растениями. Наименьшая группа — грибы (3%).

По оценке МСОП, 80% обитающих в России организмов вызывают наименьшие опасение (категория редкости LC), 9,5% видов находятся под угрозой исчезновения (CR+EN+VU), 5,2% — в состоянии, близком к угрожаемому (NT), 9,3% видов отнесены в группу «Недостаток данных» (DD) и всего 0,1% это исчезнувшие виды. Необходимо отметить также то, что 1,2% видов находятся в критическом состоянии (CR).

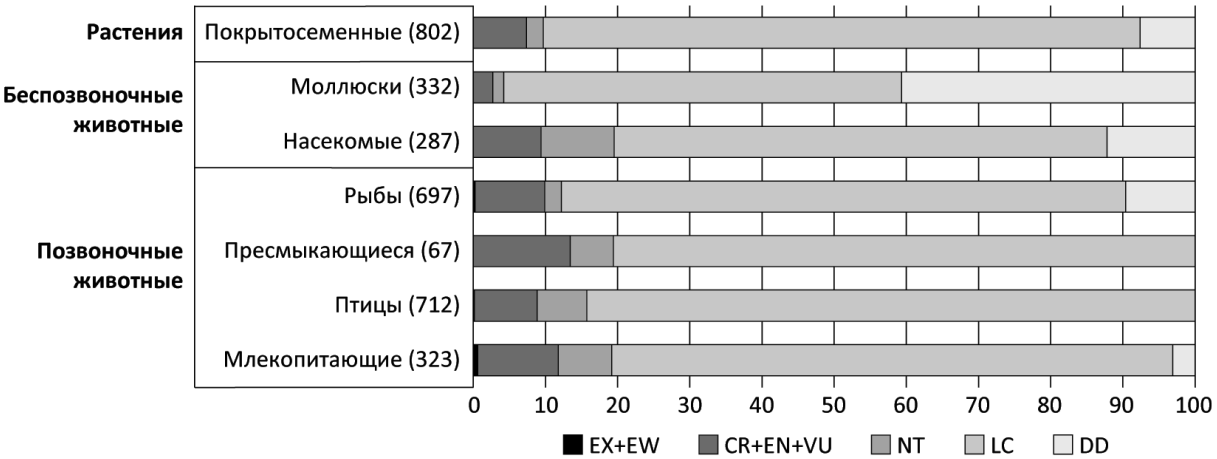

Рис. 14. **Распределение по категориям редкости основных групп организмов, оценённых в Красном списке МСОП, для территории России**, % (в скобках указано общее число видов в таксономической группе)

Распределение по категориям редкости наиболее многочисленных групп организмов, оценённых в Красном списке МСОП, показано на *рис. 14.*

В России, по оценке МСОП, исчезнувших видов (категории редкости EX+EW) всего 5 единиц, при этом «Исчезнувшие» — это 2 вида млекопитающих (японский морской лев — *Zalophus japonicus* и морская корова — *Hydrodamalis gigas*), 1 вид птиц (очковый баклан — *Urile perspicillatus*) и 1 вид рыб (эудонтомизон или минога мигрирующая — *Eudontomyzon sp. nov. migratory*), а также 1 вид рыб — «Исчезнувшие в дикой природе» (белорыбица — *Stenodus leucichthys*).

Видов, «находящихся под угрозой исчезновения» (CR+EN+VU), больше всего среди немногочисленной группы пресмыкающихся (13,4%) и млекопитающих (11%). По количеству видов, оценённых как «находящихся в состоянии близком к угрожаемому» (NT), выделяется группа насекомых. В целом можно отметить, что относительное количество видов, для которых существует в той или иной степени риски (по сумме числа видов категорий редкости «находящихся под угрозой исчезновения» и «находящиеся в состоянии близком к угрожаемому»), больше всего (почти по 20%) среди насекомых, пресмыкающихся и млекопитающих.

Некоторые виды имеют настолько мало доступной информации, что их можно оценить только как «недостаточные данные» — (DD). Часть групп организмов имеет большую долю видов DD, что вносит неопределённость в оценке угрозы исчезновения. Так, для моллюсков, обитающих на территории России и оценённых в Красном списке МСОП, доля видов, находящихся под угрозой исчезновения, является недостоверной, поскольку категория редкости (DD) составляет 41%.

Заключение

Проведён анализ состава внесённых в Красный список МСОП биологических видов.

По общему числу описанных к настоящему времени видов почти 74% составляют животные (позвоночные — 3,5%, беспозвоночные — 70%), 20% — растения и около 7% — грибы и протисты. Почти половина (49,5%) всего мирового видового многообразия — это насекомые. Самая многочисленная по видовому составу группа растений — покрытосеменные (17%).

Представленность видового состава в Красном списке МСОП иная: 59% составляют животные (40% позвоночные и всего 19% беспозвоночные), 41% — растения (из них 39% покрытосеменные) и 0,4% грибы и протисты.

Показана неравномерность представленности различных групп организмов в Красном списке МСОП: 76% расчётного количества описанных в мире видов позвоночных животных включены в Красный список МСОП, беспозвоночных — 2%, растений — 13%, грибов и протистов — 0,4%.

Проведённый количественный анализ Красного списка МСОП по категориям показал, что пятая часть всех оценённых видов животных находится под угрозой исчезновения, при этом риски исчезновения видов у беспозвоночных несколько выше, чем у позвоночных животных. По доле находящихся под угрозой исчезновения видов среди позвоночных животных выделяется класс земноводных (1/3 часть оценённых видов), среди беспозвоночных — паукообразные (больше половины оценённых видов). В целом 40% всех оценённых по категориям видов растений находится под угрозой исчезновения, для животных этот показатель в два раза меньше. Особенно выделяется класс мохообразных — почти 2/3 оценённых видов. Для значительной части видов (14% позвоночных, 27% беспозвоночных, 8% растений) имеющейся на данный момент информации недостаточно, чтобы определить степень уязвимости. Кроме того, достоверная оценка степени риска исчезновения возможна только для позвоночных животных (млекопитающих, птиц,

амфибий) и голосеменных растений, представленность которых в Красном списке составляет более 80%.

Проведено ранжирование мировых стран по количеству оценённых в Красном списке МСОП видов. Максимальное разнообразие видов (>10 000) отмечено в семи странах: Бразилия, Индонезия, Австралия, Колумбия, Мексика, Соединенные Штаты, Эквадор. По числу видов животных выделяется Индонезия, где обитает 12% всех видов животных из Красного списка, а также Австралия и США (по 10%). Почти 12% видового состава растений из Красного списка произрастает в Бразилии, по 8–9% в Эквадоре, Колумбии и Мадагаскаре.

Проведено ранжирование мировых стран по показателю уязвимости видов — доле «находящихся под угрозой исчезновения» видов к общему числу внесённых в Красный список МСОП видов для каждой страны. В Мадагаскаре этот показатель достигает 50%; в Эквадоре, Новая Каледонии, Малайзии и на островах Святой Елены, Вознесения и Тристан-да-Кунья — 20–26%. Разброс данных по показателю уязвимости видов для животных менее значителен (0–20%), чем для растений (0–60%). Относительное число находящихся под угрозой исчезновения видов животных больше всего в Мадагаскаре и Греции (20 и 19%); растений — в Мадагаскаре (60%), на островах Святой Елены, Вознесения и Тристан-да-Кунья (52%) и в Новой Каледонии (44%).

Проведён анализ данных Красного списка МСОП для территории России. По состоянию на сентябрь 2021 г. в Российской Федерации обитают 3296 внесённых в Красный список МСОП видов: животные составляют 71% (53% — позвоночные и 19% — беспозвоночные), растения — 25% (23% –цветковые), грибы — 3%.

По оценке МСОП для России 80% общего списка видов вызывают наименьшие опасения (категория LC), 9,5% видов находятся под угрозой исчезновения (CR+EN+VU), 5,2% — в состоянии близком к угрожаемому (NT), 9,3% видов отнесены в категорию «Недостаток данных» (DD) и всего 0,1% — это исчезнувшие виды. Видов, категории «находящиеся под угрозой исчезновения» (CR+EN+VU), больше всего среди пресмыкающихся (13,4%) и млекопитающих (11%). По количеству видов, оценённых как «находящихся в состоянии близком к угрожаемому» (NT), выделяется группа насекомых. Для моллюсков категория (DD) составляет 41%, что вносит неопределённость при оценке доли видов, находящихся под угрозой исчезновения.

По общему количеству внесённых в Красный список МСОП и относительному числу находящихся под угрозой исчезновения видов Россия среди стран мира занимает средние позиции. Данные по числу оценённых в Красном списке МСОП видов для России соизмеримы с Канадой, расположенной почти в одних географических широтах. Однако относительное число находящихся под угрозой исчезновения видов значительно выше в России. Среди сопредельных с Россией стран выделяются кавказские государства, особенно Армения, где отмечается более высокое относительное число исчезающих видов растений.

Исследование выполнено в рамках государственного задания № FMRM-2022-0029 в Плане НИР ИФПБ РАН.

Литература

1. Stuart S.N., Wilson E.O., McNeely J.A., Mittermeier R.A., Rodríguez J.P. The barometer of life // Science, 2010. V. 328(5975). — Pp. 177. doi: 10.1126/science.1188606.
2. The IUCN Red List of Threatened Species. URL: https://www.iucnredlist.org
3. Трепет С.А., Акатов В.В. Редкие виды и их сохранение. Учебно-методическое пособие. — Майкоп: ИП Войнов Д.В, 2010. — 178 с.
4. Болотова Н.Л. Биологическое разнообразие и проблемы его сохранения / НАУКА — ШКОЛЕ. Вып. VI. — СПб.: СПб НЦ РАН, Изд-во «Арт-Экспресс», 2017. — С. 119-174.
5. Гельтман Д.В. Категории статуса редкости в Красных книгах // Ботанический журнал, 2017. Т. 102. № 7. — С. 875-888
6. Ильяшенко В.Ю., Шаталкин А.И., Куваев А.В. и др. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения животные России Материалы к Красной книге Российской Федерации. — М.: Товарищество научных изданий КМК, 2018. — 112 с.
7. Присяжная А.А., Снакин В.В., Хрисанов В.Р., Митенко Г.В. Современное состояние учёта охраняемых видов растений и животных // Использование и охрана природных ресурсов в России, 2015. №2, 3. — С. 31-37, 38-42.
8. IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1. Second edition. — Gland, Switzerland and Cambridge, 2012. — 32pp. URL: https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/RL-2001-001-2nd.pdf

Сведения об авторах:

Присяжная Алла Александровна, к.б.н., с.н.с. Института фундаментальных проблем биологии РАН (ИФПБ РАН), e-mail: alla_pris@rambler.ru.

Круглова Светлана Александровна, н.с. ИФПБ РАН, e-mail: krugsa@rambler.ru

Хрисанов Владислав Радомирович, к.г.н., с.н.с. ИФПБ РАН, e-mail: hvr14@yandex.ru

Снакин Валерий Викторович, д.б.н., проф., руководитель сектора Музея землеведения МГУ им. М.В. Ломоносова, заведующий лабораторией ИФПБ РАН, e-mail: snakin@mail.ru.

АГРОРЕСУРСЫ И ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

ЕЦПБ

Продовольственная безопасность

УДК 631.15

Продовольственная безопасность и сельское хозяйство (прогноз глобальной ситуации на ближайшее десятилетие)

Д.М. Хомяков, к.б.н., д.т.н., проф.
Факультет почвоведения МГУ им. М.В.Ломоносова

Рассмотрен глобальный тренд на достижение целей устойчивого развития (ЦУР) в области продовольственной безопасности. Сделан вывод, что сегодня недоедают и голодают 10% человечества, а почти 30% испытывают трудности с едой должного объёма и качества. Эти проблемы — главная угроза здоровью людей во всем мире. К 2030 г. искоренить на планете голод не удастся. Мир — открытый и глобальный — постепенно трансформируется в фрагментированный и «компартментальный». Объём мировой торговли может в ближайшее время сократиться, не исключена глобальная рецессия. Уже имеющиеся и постоянно вводимые новые ограничения и санкции затрудняют выполнение достигнутых торговых соглашений, в том числе, в области сельского хозяйства. Объемы рынка и цены на нем деформируются. Во время повышающейся волатильности на рынках, говорить об адекватности десятилетнего прогноза следует только для основных трендов. При условии дальнейшего прогресса в селекции растений и переходе к более наукоемким инновационным производственным систем, прогнозируется, что увеличение урожайности составит 80% мирового роста валовых сборов сельскохозяйственных культур. Введение в оборот новых площадей пахотных почв — только 15%, а традиционное увеличение интенсивности агротехнологий возделывания — лишь 5%.

Ключевые слова: сельское хозяйство, факторы интенсификации, цели устойчивого развития, голод, продовольственная безопасность, мировая торговля.

Введение

В докладе Департамента ООН по экономическим и социальным вопросам [1] прогнозируется, что в ноябре 2022 г. численность населения Земли станет равной 8 млрд человек. Предшествующие 24 года темпы роста достигали 1 млрд за 12 лет, однако они постепенно снижаются уже с 1950 г., что связано с заметным падением рождаемости во многих странах. Считается, что к 2050 г. на планете будет жить 9,7 млрд, после чего будет пик на отметке в 10,4 млрд в 2080-е гг., а дальше рост практически прекратиться до 2100 г.

В ближайшее 10 лет к концу 2031 г. население Земли будет составлять по расчетам 8,63 млрд человек. Его рост связан с высокой рождаемостью в развивающихся странах. Больше половины от общего прироста придется на восемь стран мира — Индию, Египет, Пакистан, Демократическую Республику Конго, Эфиопию, Нигерию, Филиппины и Танзанию. В 2023 г. Индия станет страной с самым большим населением.

В то же время в период с 2022 по 2050 гг. население 61 страны мира сократится как минимум на 1% из-за устойчиво низкого уровня рождаемости и, в некоторых случаях, повышенного уровня эмиграции.

Кумулятивный эффект низкой рождаемости в течение нескольких десятилетий, может привести к более существенному замедлению увеличения населения во второй половине века и отразится на темпах экономического роста, как на региональном, так и на глобальном уровнях.

Выделяемой тенденцией является увеличение ожидаемой продолжительности жизни. Этот показатель в мире в 2019 г. достиг 72,8 года, что почти на 9 лет больше, чем в 1990 г., но уже в 2021 г. упал до 71,0 года, как считается, в результате воздействия пандемии. Но все же в целом прогнозируется, что дальнейшее снижение смертности к 2050 г. приведет к росту средней продолжительность жизни до 77,2 лет.

Доля населения мира в возрасте 65 лет и старше увеличится с 10% в 2022 г. до 16% в 2050 г. Страны со стареющим населением должны принять меры по адаптации госпрограмм к растущему числу пожилых людей, в т.ч., путем создания систем всеобщего медицинского обслуживания, а также повышения устойчивости систем социального и пенсионного обеспечения.

Взаимосвязь между ростом населения и устойчивым развитием сложна и многогранна. Достижение Целей в области устойчивого развития (ЦУР) предусматривает искоренение голода на Земле к 2030 г. (ЦУР-2) [2]. Это налагает определенные требования на производство, распределение и потребление продуктов питания. Следует учитывать возможности людей приобрести необходимое количество еды должного состава и качества, что связано с ценами на основные группы товаров (зерновые, растительные масла, молочную продукцию, мясо) и уровнем финансового обеспечения населения, его благосостоянием. Значение имеют: создание условий для опережающего развития и стабильного функционирования АПК, свобода торговли, иные рыночные и нерыночные факторы (природные, агрометеорологические, геополитические и административно-регуляторные).

Методология проведения работы заключалась в сборе, обобщении, анализе и оценке практических и теоретических исследований, а также документов, обзоров и прогнозов развития ситуации, подготовленных группами экспертов высокого уровня и международными организациями.

Результаты исследований

Динамика индекса продовольственных цен ФАО. В условиях глобального рынка, цены меняются практически постоянно в зависимости от текущей конъюнктуры и возможностей торговли. Индекс продовольственных цен ФАО (ИПЦФ) отражает ежемесячное движение международных цен корзины продовольственных товаров. Он формируется на основе средних значений индексов цен на пять товарных групп, скорректированных с учетом средней доли каждой такой группы в объеме экспорта в период 2014–2016 годов. Показатели учитываются и рассчитываются с 1991 года, но периодически пересматривается базисный период расчета ИПЦФ и расширения охватываемого им диапазона цен, последняя редакция действует с июля 2020 г. [3, 4].

Текущие международные цены на большинство сельскохозяйственных товаров уже и так высоки из-за восстановления спроса после вспышки пандемии COVID-19 и вызванных перебоях в первичном производстве, поставках и торговле. Численное среднегодовое значение индекса меняется. Например, в 2006 году оно оставляло 72,6 пункта, а в 2012 г. уже 122,8, затем уменьшалось к 2016 г. до 91,9, и вновь росло к 2021 г. — до 125,7. Для сравнения за 2020 г. — он был 98,1. В текущем году мы прогнозируем для него коридор в 140—160 пунктов, что является пока самым высоким численным значением за историю его измерений. Кроме того, за эти два последних года, индекс растет максимальными темпами за весь период наблюдения — 24—28% ежегодно.

В течение года также есть существенная, зачастую разнонаправленная, динамика показателей по месяцам, товарным группам и отдельным позициям [3]. В мае 2022 г. среднее значение ИПЦФ составило 157,4 пункта, что на 0,9 пункта (0,6%) ниже показателя апреля. В июне третий месяц подряд отмечено его снижение — до 154,2 пункта, что на 3,7 пункта (2,3%) ниже показателя мая. Однако этот показатель все еще на 29,0 пункта (23,1%) выше, чем год назад. Произошедшее в июне снижение объясняется отрицательной динамикой мировых цен на растительные масла, зерновые и сахар, при этом молочная продукция и мясо дорожают.

Среднее значение Индекса цен на зерновые ФАО в июне составило 166,3 пункта, что на 7,2 пункта (4,1%) ниже майского показателя, но на 36,0 пункта (27,6 %) выше уровня июня 2021 г. Мировые цены на пшеницу, которые в мае были близки к рекордно высокому уровню, в июне упали на 5,7%, однако по-прежнему более чем на 48,5% превышали прошлогодний показатель. Причинами июньского снижения следует считать сезонное увеличение в Северном полушарии объемов доступного зерна нового урожая, сложившиеся в ряде крупнейших стран-производителей, включая Канаду, благоприятные условия для выращивания пшеницы и ожидаемый рост производства в РФ, а также сокращение спроса со стороны мировых импортеров.

Мировые цены на фуражное зерно снизились в июне на 4,1%, но все же были на 18,4% выше уровня прошлого года. Сезонное увеличение объемов доступного зерна в Аргентине и Бразилии, где его производство растет быстрыми темпами, и благоприятные для роста кукурузы условия в США, обусловило снижение мировых цен на неё на 3,5%.

На фоне удешевления кукурузы и пшеницы в июне цены на сорго снизились на 4,1%, на ячмень — на 6,1% (фуражное зерно).

Среднее значение Индекса цен на растительные масла ФАО в июне составило 211,8 пункта, что на 17,4 пункта (7,6%) ниже по сравнению с предыдущим месяцем. Снизились цены на пальмовое, подсолнечное, соевое и рапсовое масла. Цена на пальмовое масло снижается третий месяц подряд на фоне сезонного увеличения производства, совпавшего с прогнозируемым наращиванием экспортных поставок из Индонезии, где образовались значительные запасы этого продукта. Мировые цены на подсолнечное и соевое масла также заметно сни-

зились в результате сокращения спроса со стороны импортеров на фоне отмеченного в последние месяцы увеличения издержек. Удешевление рапсового масла было обусловлено не только нормированием спроса, но и снижением мировых цен в ожидании поставок масла из зерна нового урожая.

Среднее значение Индекса цен на молочную продукцию ФАО составило в июне 149,8 пункта, что на 5,9 пункта (4,1%) выше майского показателя и на целых 29,9 пункта (24,9%) выше уровня июня 2021 г. Наиболее существенно выросли цены на сыр, что стало следствием резкого роста спроса со стороны импортеров на спотовые поставки на фоне опасений столкнуться с дефицитом сыра к концу года. Кроме того, продолжающаяся аномальная жара в ЕС, установившаяся с начала месяца, привела к сокращению и без того низких объемов производимого молока. Мировые цены на сухое молоко выросли под воздействием активного спроса со стороны импортеров, ограниченного предложения и низких запасов. Повышение цен на сливочное масло произошло на фоне роста внутреннего спроса в Европе и увеличения импортных закупок для преодоления рисков недостатков объемов молока в ближайшие месяцы.

Среднее значение Индекса цен на мясо ФАО достигло в июне рекордного уровня 124,7 пункта, что на 2,1 пункта (1,7%) выше майского показателя и на целых 14,0 пункта (12,7%) выше уровня июня 2021 г. Выросли мировые цены на мясо всех видов, но больше других, до рекордного уровня, подорожало мясо птицы. Предложение на мировом рынке все пока ограничено вследствие положения на Украине и вспышек птичьего гриппа в Северном полушарии. Цены на говядину выросли вследствие отмены Китаем запрета на ввоз мяса из Бразилии. Небольшой рост цен на свинину объясняется увеличением закупок со стороны ряда ведущих импортеров, хотя Китай до сих пор закупает свинину в ограниченных объемах. Повышение мировых цен на баранину было обусловлено сокращением предназначенных для экспорта запасов в Новой Зеландии, несмотря на вялый спрос со стороны стран Северной Азии.

Среднее значение Индекса цен на сахар ФАО в июне составило 117,3 пункта, что на 3,1 пункта (2,6%) ниже майского значения [3]. На спросе и ценах на сахар на мировых рынках сказалось глобальное замедление экономического роста. Одним из факторов стали положительные прогнозы по запасам сахара. Ослабление обменного курса бразильского реала к доллару США и снижение цен на этанол подтолкнули производителей к наращиванию производства сахара. (для справки: среднегодовое значение индекса цен на сахар: 2011 г. — 160,9; 2020 — 79,5; 2021 — 109,3 пункта, соответственно.)

Торговля и глобальный рынок — необходимая составляющая продовольственной безопасности. Торговля, которая изначально рассматривалась как чисто экономический обмен, сегодня становится важным инструментом достижения экономических, социальных и экологических результатов.

На сельское хозяйство оказывают влияние нерыночные факторы, а именно: наличие пригодных для эффективного производства территорий, почвенных, агроклиматических и водных ресурсов, вероятность экстремальных природных явлений, эпизоотии и эпифитотии и т.д. Сейчас большая часть продуктов питания или кормов для животных потребляется на расстоянии десятков, сотен или даже тысяч километров от места их производства. Нет ни одной станы миры, даже обладающей большой площадью и благоприятными условия для развития АПК, население которой потребляло бы только национальную продукцию, произведенную внутри государства, даже без учета поставляемых зарубежных технологий, техники, комплектующих, семян, агрохимикатов, средств защиты растений и т.д.

Ряд стран, в силу своих природных особенностей и географического расположения, изначально имеют сравнительные преимуществ в области ведения сельского хозяйства и производства определенной номенклатуры продовольственных товаров.

Торговля — это инструмент перемещения продовольствия оттуда, где оно может быть произведено при относительно малых издержках, туда, где оно необходимо. Она способствует обеспечению всемирной продовольственной безопасности и здорового питания, помогая многим странам удовлетворять свои потребности в продовольствии, как по количеству, так и по разнообразию ассортимента, на уровнях, превышающих возможности внутреннего производства. Это также может быть способом распространения знаний и научных достижений во всем мире. Глобальные производственно-сбытовые цепочки создают возможности для передачи технологий, способствуют повышению продуктивности и эффективности сельского хозяйства [5].

Торговля может содействовать повышению эффективности использования природных ресурсов. Почвенные и водные ресурсы в мире уже дефицитны [6].

ЮНЕП выдвинула концепцию «безопасного рабочего пространства» (БРП). Предлагается к 2030 г. использовать для нужд потребления не более 0,2 га пахотных почв на человека. Превышение данного показателя вызовет риск неприемлемого уровня: приведет к необратимому ущербу в виде сокращения биоразнообразия, высвобождения двуокиси углерода, нарушения круговорота воды и питательных веществ, вовлечения в сельскохозяйственный оборот новых участков и сокращения площадей почв в естественных биогеоценозах [7].

В ЕС сейчас в среднем индекс БРП составляет 0,35 га/чел. с колебанием по странам: от 0,06 — в Нидерландах и Бельгии, 0,15 — в Австрии и Германии до 0,44 — в Венгрии и Болгарии. В США — 0,45 га/чел., Китае — 0, 088 га/чел., Индии — 0,124 га/чел. В России с населением — 145,6 млн человек реальный индекс БРП, учитывающий площадь, вовлеченную в агропроизводство, — 0,64 га/чел.

Согласно оценкам ЮНЕП, мировая площадь пашни может безопасно увеличиться лишь до 1640 млн га, что согласно БРП соответствует численности населения в 8,2 млрд человек. По нашей оценке ожидаемый глобальный спрос на почвенные ресурсы в ближайшее десятилетие выйдет за пределы БРП, а попытки увеличения площади вовлеченной в сельскохозяйственное производство пашни могут серьезно осложнить глобальную экологическую ситуацию.

Торговля помогает решить проблемы недостатка продовольствия для регионов с низким уровнем обеспеченности ресурсами. Поскольку его потребление все чаще происходит вдали от места производства, она косвенно оказывает воздействие на состояние компонентов окружающей среды во всем мире. В странах потенциальных экспортерах существует соблазн увеличить производство продукции на экспорт за счет деградации агроландшафтов, почв и водных ресурсов, расширить площадь пашни за счет сведения лесов и т.д.

Примером являются масштабные лесные пожары в Южной Америке летом и осенью 2019 г., где освобождались участки под посевы ГМ-сои. Она экспортируется в Европу и используется в животноводстве. Для получения дополнительных 32 млн т сои в год нужно распахать порядка 16 млн га почв — площадь четырех небольших европейских стран. Таких ресурсов в ЕС нет: 25% общей площади занято пашней и многолетними насаждениями, 17% — пастбищами, а 34% — лесами.

С потрясениями, оказывающими влияние на внутреннее производство продовольствия в отдельных государствах или регионах, вызванными экстремальными погодными явлениями или геополитическими кризисами, можно справиться, скорректировав объемы торговли; с помощью мер, принимаемых на глобальном уровне, обеспечить продовольственную безопасность и нейтрализовать последствия кризисов на любой территории.

Торговля может быть мощным механизмом, позволяющим сгладить колебания предложений в мире и, соответственно, уменьшить волатильность цен. По сравнению с 1995 годом мировой рынок продовольствия и сельскохозяйственной продукции существенно расширился. Практически все страны нарастили участие в нем. Более активную роль сейчас стали играть государства с формирующейся рыночной экономикой и развивающиеся страны.

В Повестке дня на период до 2030 г. международная торговля названа локомотивом инклюзивного экономического роста, инструментом сокращения масштабов нищеты, важным средством достижения целей в области устойчивого развития (ЦУР-17). Торговля может способствовать построению лучшего мира, свободного от голода и неполноценного питания (ЦУР-2) [2, 4, 5 и др.].

Для обеспечения национальной безопасности и для нивелирования внезапных скачков цен на продовольствие, страны, как правило, вводят новые или ужесточают существующие экспортные ограничения и/или снижают импортные барьеры. Тогда в моменте внутренние цены растут меньше, чем цены на мировом рынке.

На глобальных рынках товаров становится меньше, а неопределенность и неустойчивость цен возрастают. Экспортные ограничения, тарифное и нетарифное регулирование, особенно если они применяются странами-крупными экспортерами, могут нанести значительный ущерб их торговым партнерам, в частности, развивающимся странам, являющимся нетто-импортерами продовольствия. Например, экспортные ограничения, введенные в период с 2020 по 2022 гг., внесли свой вклад в увеличение волатильности мировых цен.

Число объявленных и введенных экспортных ограничений в торговле продовольствием и удобрениями с января по май 2022 г. достигло 74 (или 98 с учетом истекших в этот период). Ограничения на фоне кризиса на Украине ввели 34 страны — почти столько же, сколько сделали это во время куда более продолжительного продовольственного кризиса 2008—2012 гг. (36 стран).

К началу июня т.г. уже около 25 стран ввели экспортные ограничения на продовольствие, которые затронули более 8% торговли продуктами питания в мире [8, 9]. Цены на удобрения за последний год в среднем выросли вдвое, в текущем году — ожидается очередной скачек цен еще на 50—70%. В течение двух лет их стоимость возрастет в 3,0—3,5 раза.

Фактически вклад экспортных ограничений в волатильность цен оказался того же порядка, что и вклад ключевых макроэкономических переменных. Таким образом, фрагментация мировой торговли продовольствием может угрожать продовольственной безопасности во многих регионах.

Пандемия и геополитические риски способствовали к интенсивному накоплению, формированию и пополнению странами стратегических запасов продовольствия, что так же отразилось на наличии свободных объемов товаров на рынке и ценах на них. Предпринимаются попытки создания альянсов государств по обеспечению глобальной продовольственной безопасности.

Чтобы избежать дальнейших сбоев в достижении ЦУР, необходимы краткосрочные и долгосрочные действия в четырех ключевых областях:

оказание немедленной поддержки уязвимым слоям населения, содействие свободной торговле и международным поставкам продовольствия, увеличение производства, инвестирование в климатически нейтральное сельское хозяйство [8, 9].

Перспективы развития сельского хозяйства в ближайшее десятилетие. Этому посвящен очередной ежегодный совместный документ ОЭСР ФАО: «Сельскохозяйственная перспектива на 2022—2031 годы» [10]. Он содержит консенсус-оценку десятилетних трендов на национальном, региональном и глобальном уровнях. Обзор освещает фундаментальные экономические и социальные тенденции, определяющие глобальный агропродовольственный сектор при условии отсутствия серьезных изменений в условиях окружающей среды, в том числе агроклиматических, а так же или политико-экономической обстановке. Учитываются прогнозы численности населении, региональные и глобальные продовольственные балансы и т.д. Основной сценарий предусматривал необходимость достижения ЦУР-2 по нулевому голоду, а также значительному сокращению выбросов парниковых газов в сельском хозяйстве к 2030 году. Внимания заслуживает именно представление экспертного сообщества об имеющихся трендах и их вкладе в общую динамику.

Прогнозы цен на сельскохозяйственную продукцию являются результатом взаимодействия фундаментальных факторов спроса и предложения при нормальных погодных условиях, макроэкономических и политических предположениях. Считается, что текущее повышение цен на сельскохозяйственные товары будет временным, хотя цены могут оставаться высокими в 2022/23 маркетинговом году. Ожидается, что впоследствии они возобновят свою долгосрочную тенденцию к снижению в реальном выражении. Прогноз основан на последней доступной информации, содержит допущения и неизбежно высокую степень неопределенности.

Геополитические процессы уже оказывают значительное влияние на сельскохозяйственные и сырьевые рынки, особенно на зерновые и масличные культуры, ключевыми экспортерами которых являются Россия и Украина. Прогнозы учитывают снижение перспектив производства в Украине и сокращение экспортных возможностей этих стран в 2022/23 маркетинговом году.

Макроэкономические условия в течение следующих 10 лет также представляются особенно неопределенными. В апреле 2022 г. Международный валютный фонд (МВФ) прогнозировал, что мировой ВВП будет расти в среднем на 2,7% в год в течение следующего десятилетия, что ниже докризисных прогнозов [8, 10].

Значительный рост цен на сельскохозяйственную продукцию усугубляет отсутствие продовольственной безопасности и крайнюю бедность во многих развивающихся странах с формирующимся рынком. Ненадежное восстановление под ударом: возможна устойчиво высокая глобальная инфляция, сопровождаемая вялым ростом, напоминающим стагфляцию 70-х годов. Это может привести к резкому ужесточению денежно-кредитной политики в странах с развитой экономикой, возрастет стоимость заимствований, а некоторых странах возможен финансовый стресс [8, 9].

В прогнозе [10] предполагается, что произойдет коррекция текущих высоких цен на энергоносители в сторону понижения к 2023 г., они останутся фиксированными в реальном выражении до конца десятилетия, ведь высокая вероятности начала рецессии с конца текущего года отразится на котировках всех биржевых товаров.

Мировое потребление продовольствия, а это основной вид использования сельскохозяйственной продукции, по прогнозам, увеличится на 1,4% в год в течение следующего десятилетия и будет, в основном, обусловлено ростом населения. Дополнительный спрос по-прежнему будет возникать в странах с низким и средним уровнем дохода. В то время как в странах с высоким уровнем дохода, он будет сдерживаться медленным ростом и насыщением потребления на душу населения по нескольким группам продуктов питания.

В значительной степени эволюция рациона питания будет определяться именно уровнем доходов людей. Это представляется устойчивым трендом. Ожидается, что в странах с высоким уровнем дохода повышенное внимание к состоянию здоровья и окружающей среды приведет к снижению потребления сахара на душу населения и незначительному росте потребления животного белка. Напротив, в странах со средним уровнем дохода, население увеличит потребление продуктов питания и разнообразие своего рациона. В них в течение следующих десяти лет будет расти доля продуктов животного происхождения и жиров.

Рацион питания в странах с низким уровнем дохода по-прежнему будет ограничен и состоять из минимального набора основных продуктов. Их потребление не увеличится в достаточной степени для достижения ЦУР-2 к 2030 году.

В странах с низким и средним уровнем дохода будет очевидный рост спроса на корма в течение следующего десятилетия, учитывая быстрое расширение и интенсификацию национального животноводства. Он обусловит и мировой тренд, несмотря на то, что в странах с высоким уровнем дохода и некоторых странах с доходом выше среднего более низкие темпы роста производства животноводческой продукции и повышение эффективности кормления должно привести к более медленному увеличению объемов использования кормов по сравнению с прошлым десятилетием.

В Китае будет восстанавливаться поголовье после вспышки африканской чумы свиней (АЧС). Современные интенсивные кормоемкие технологии и расшире-

ние производственных мощностей обусловят резкий рост потребления и необходимых объемов кормов, учитывая численность населения страны.

Ожидается, что спрос на сырье для производства биотоплива первого поколения будет незначительно расти в течение следующих десяти лет. Биотопливо первого поколения производится из традиционных сельскохозяйственных культур с высоким содержанием жиров, крахмала, сахаров посредством применения технологий, близких к естественным биологическим и термохимическим процессам (например, брожение). Однако это сырьё используется в пище людей и животных. Для его производства нужны плодородные почвы, а, следовательно, и технологии и агрохимикаты, их восстанавливающие. Для увеличения маржинальности производства сырья, не исключено применение агроприемов, использующих накопленное плодородие, возможно истощение почв, их деградация и дегумификация (декарбонизация). Недостатком является изъятие этих товаров с рынка, что прямо влияет на цену пищевых продуктов. При этом эффективность производства его из биомассы составляет примерно 35—45%.

Снижение потребления топлива и ослабление политических стимулов на ключевых рынках, таких как ЕС, будет сопровождаться дополнительным спросом на сырье в Индии и Индонезии. Это обусловлено ростом объемов производства биотоплива и его доли в используемых в автотранспорте смесях. Тем самым, увеличивая потребление, правительства поддерживают внутреннее производство и национальных фермеров, используя для этого государственные субсидии.

Доля биотоплива в мировом потреблении сахарного тростника, по прогнозам, увеличится до 23% к 2031 г., в то время как доля кукурузы, как ожидается, сократится.

Мощности по производству этанола на основе пшеницы широко распространены в Европе и Канаде. В Бразилии большая часть биотоплива производится из сахарного тростника, а в последнее время в стране для этих целей стали использовать кукурузу. Компания BSBios, крупнейший производитель биотоплива в Бразилии, построит первый в стране завод, на котором будет делать этанол из пшеницы и запустит его в 2022 году.

Фермеры будут увеличивать посевные площади под эту культуру, а производство пшеницы в стране будет расти. Зависимость Бразилии от ее импорта уменьшиться. В текущем году страна прогнозирует рекордный валовый сбор — 9 млн т пшеницы, урожаи зерна которой с 1970 г. выросли в пять раз до 3,0 т/га.

Считается, что в течение следующего десятилетия мировое сельскохозяйственное производство будет увеличиваться на 1,1% в год. Дополнительная продукция будет производиться преимущественно в странах со средним и низким уровнем дохода. Для этого нужно обеспечить более широкий доступ к ресурсам, а также увеличение инвестиций в технологии, инфраструктуру и обучение, повышающих производительность. Продолжающийся рост цены на энергоносители и сельскохозяйственные ресурсы (например, удобрения) приведет к увеличению производственных издержек, а отказ от интенсивных агротехнологий может обусловить снижение производительности и объемов продукции в ближайшие годы.

Предполагается, что инвестиции в повышение урожайности и улучшение управления хозяйствами будут способствовать увеличению мирового производства продукции растениеводства. При условии дальнейшего прогресса в селекции растений и переходе к более наукоемким инновационным производственным системам, прогнозируется, что увеличение урожайности составит 80% мирового роста валовых сборов сельскохозяйственных культур. Введение в оборот новых площадей пахотных почв — только 15%, а традиционное увеличение интенсивности агротехнологий возделывания — лишь 5%.

Основной вывод совместного доклада ОЭСР и ФАО: если следовать по обычному пути ведения агробизнеса, ЦУР-2 по «нулевому голоду» не будет достигнута к 2030 г., а выбросы парниковых газов в сельском хозяйстве будут продолжать увеличиваться.

Необходимо, чтобы средняя глобальная производительность мирового АПК увеличилась на 28% в течение следующего десятилетия. Это более чем в три раза превышает рост, зафиксированный за период 2012—2021 гг. Повышение средней мировой урожайности сельскохозяйственных культур должно составлять не менее 24%, что почти вдвое превышает прирост продуктивности, достигнутый за последнее десятилетие (13%), а продуктивность животноводства ускоренными темпами увеличиться на 31%.

В 2021 г. с голодом столкнулись 828 млн человек — на 46 млн больше, чем годом ранее, и на 150 млн больше, чем в 2019 г. С 2015 года доля голодающих оставалась относительно неизменной, но в 2020 г. она выросла и продолжила расти в 2021 г., достигнув 9,8% мирового населения. Для сравнения, в 2019 г. эта доля составляла 8%, а в 2020 г. — 9,3%.

Порядка 2,3 млрд человек в мире (29,3%) столкнулись в прошлом году с умеренной или тяжелой формой отсутствия продовольственной безопасности — это на 350 млн больше, чем до начала пандемии COVID-19. Почти 924 млн человек (11,7%) испытывают отсутствие продовольственной безопасности в тяжелых формах — это на 207 млн больше, чем двумя годами ранее [11]. Эти проблемы являются главной угрозой здоровья людей во всем мире, опережая по опасности такие страшные заболевания как COVID-19, СПИД, малярия и туберкулез.

Выводы

1. Осенью 2022 г. численность населения Земли станет равной 8,0 млрд человек, а в ближайшее 10 лет увеличится еще на 630 млн человек. Его рост связан с высокой рождаемостью в развивающихся странах.

2. Взаимосвязь между ростом населения и устойчивым развитием сложна и многогранна. Достижение Целей в области устойчивого развития ООН (ЦУР) предусматривает искоренение голода на Земле к 2030 г. (ЦУР-2). Это налагает определенные требования на производство, распределение и потребление продуктов питания.

3. Сейчас, как минимум, каждый десятый человек в мире недоедает и голодает, а каждый четвёртый испытывает трудности с обеспечением едой должного объёма и качества. Количество этих людей в последние три года растет.

В следующем десятилетии мировое сельхозпроизводство будет расти на 1,1% ежегодно при росте потребления продовольствия на 1,4%. Следовательно, искоренить голод к 2030 году, реализовать ЦУР-2 не удастся.

4. Прогнозируется, что в ближайшие 10 лет при условии дальнейшего прогресса в селекции растений и переходе к более наукоемким инновационным производственным системам, на увеличение урожайности придется 80% мирового роста валовых сборов сельскохозяйственных культур. Введение в оборот новых площадей пахотных почв — только 15%, а традиционное увеличение интенсивности агротехнологий возделывания — лишь 5%.

5. В ближайшие 10 лет резко обострится проблема наличия участков пахотных почв для расширения посевов сельскохозяйственных культур, площадь которых превысит 1,6 млрд га. Не исключено, что придется пересмотреть программы увеличения производства биотоплива из продуктов растениеводства.

6. Открытые, предсказуемые, хорошо функционирующие и действующие по установленным правилам глобальные рынки повышают эффективность сельского хозяйства и обеспечивают потребителям более широкий выбор продуктов питания по более доступным ценам. За два предшествующих года Индекс продовольственных цен ФАО рос максимальными темпами за весь период наблюдения с 1991 г. — 24—28% ежегодно. По текущему году вероятен коридор его численных значений в 140—160 пунктов.

7. Целью политики в области торговли продовольствием и сельскохозяйственной продукцией должно быть обеспечение всемирной продовольственной безопасности, содействие поиску баланса для экономических и экологических аспектов, повышение устойчивости глобальной агропродовольственной системы к потрясениям.

8. При конфликтах, пандемиях, экстремальных погодных явлениях и т.д. страдают, прежде всего, малообеспеченные и бедные слои населения. Во времена кризисов экспортные ограничения могут дополнительно существенно стимулировать волатильность цен. В первую очередь пострадают те страны, чья продовольственная безопасность зависит от глобальных рынков. Такие ограничения могут так же привести к неблагоприятным последствиям на национальном и глобальном уровнях в среднесрочной перспективе.

Исследование выполнено в рамках Программы развития Междисциплинарной научно-образовательной школы Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова «Будущее планеты и глобальные изменения окружающей среды».

Литература

1. United Nations Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2022). World Population Prospects 2022: Summary of Results. UN DESA/POP/2022/TR/NO. 3. — New York: United Nations, 2022. — 54p. URL: https://www.un.org/development/desa/pd/sites/www.un.org.development.desa.pd/files/wpp2022_summary_of_results.pdf.
2. Цели и задачи (из Повестки дня в области устойчивого развития на период до 2030 года). Нью-Йорк: ООН, 2022. — 29 с. URL: https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/about/development-agenda/.
3. Индекс продовольственных цен ФАО. Дата публикации: 08.07.2022. URL: https://www.fao.org/worldfoodsituation/foodpricesindex/ru/.
4. FAO. 2020 Food Outlook — Biannual Report on Global Food Markets: June 2020. Food Outlook,1. — Rome: FAO, 2020. — 169 p. — DOI: https://doi.org/10.4060/ca9509en.
5. FAO. 2022. The State of Agricultural Commodity Markets 2022. The geography of food and agricultural trade: Policy approaches for sustainable development. — Rome: FAO, 2022. — 128 p. — DOI: https://doi.org/10.4060/cc0471en.
6. ФАО. 2021. Состояние мировых земельных и водных ресурсов для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства: системы на пределе. Сводный доклад 2021. — Рим: ФАО, 2021. — 99 с. — DOI: https://doi.org/10.4060/cb7654ru.
7. UNEP. 2014 Assessing Global Land Use: Balancing Consumption with Sustainable Supply. A Report of the Working Group on Land and Soils of the International Resource Panel / Bringezu S., Schütz H., Pengue W., O´Brien M., Garcia F., Sims R., Howarth R., Kauppi L., Swilling M., and Herrick J. — Nairobi: UNEP, 2014. — 132 p.
8. World Bank. 2022. Global Economic Prospects, June 2022. — Washington, DC: World Bank, 2022. — 176 p. — DOI: 10.1596/978—1-4648—1843—1.
9. Joint Statement by the Heads of the Food and Agriculture Organization, International Monetary Fund, World Bank Group, World Food Programme, and World Trade Organization on the Global Food Security Crisis // STATEMENT, JULY 15, 2022. URL: https://www.worldbank.org/en/news/statement/2022/07/15/

joint-statement-by-the-heads-of-the-food-and-agriculture-organization-international-monetary-fund-world-bank-group-world.
10. OECD/FAO. 2022. OECD-FAO Agricultural Outlook 2022—2031. — Paris: OECD Publ., 2022. — 363 p. — DOI: https://doi.org/10.1787/f1b0b29c-en.
11. FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO. 2022. The State of Food Security and Nutrition in the World 2022. Repurposing food and agricultural policies to make healthy diets more affordable. — Rome: FAO, 2022. — 260 p. — DOI: https://doi.org/10.4060/cc0639en.

Сведения об авторе:

Хомяков Дмитрий Михайлович, к.б.н., д.т.н., проф., профессор кафедры общего земледелия и агроэкологии Факультета почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова, замдиректора Аграрного центра МГУ, 119991, Москва, ГСП-1, Ленинские горы, д. 1, стр. 12; e-mail: khom@soil.msu.ru

Короткие сообщения

Ассамблея ГПП

23 мая в штаб-квартире ФАО состоялось открытие в виртуальном формате 10-й сессии Пленарной ассамблеи Глобального почвенного партнерства (ГПП).

В заседании приняли участие более 500 членов ФАО, партнёров ГПП и координаторов ГПП. В своём выступлении Гендиректор ФАО Цюй Дунъюй заявил: «Роль почв и их плодородия важнее, чем когда-либо, для обеспечения продовольственной безопасности. ...Наша цель на будущее — улучшить и сохранить здоровье не менее 50% почв мира к 2030 г.». Как сказал секретарь ГПП Рональд Варгас: «Здоровые почвы обеспечивают безопасную и питательную пищу и поддерживают здоровое население и экосистемы» и добавил, что нездоровые почвы не только утратили свой естественный уровень биоразнообразия и продуктивности, но и стали менее устойчивыми, поэтому подвержены дальнейшей деградации. На открытии так же выступили Элизабет Мрема — исп. секретарь Конвенции о биоразнообразии и Ибрагим Тиав — исп. секретарь Конвенции ООН по борьбе с опустыниванием, указав на широкую и межсекторальную поддержку повестки дня ГПП. Изюминкой первого дня стал запуск Глобальной карты распределения черноземов, результат многолетних усилий под руководством ГПП. Несмотря на то, что чернозёмы представляют собой небольшую долю мировых почв, почти половина из которых находится в России, они производят около двух третей мировых семян подсолнечника, 30% пшеницы и 26% картофеля. Черноземы, богатые углеродом, а также основными необходимыми питательными веществами, занимают площадь около 725 млн га. «Учитывая фундаментальную роль черноземов для продовольственной безопасности и борьбы с изменением климата, а также их растущую уязвимость к деградации почв, крайне важно изучить свойства и состояние черноземов в местном и глобальном масштабе», — отметил Юсин Тонг, координатор Международной сети черноземов. В рамках Ассамблеи, помимо принятия Рамочной программы действий ГПП на 2022-2030 гг., рассмотрели такие инициативы, как: Добровольное руководство по устойчивому управлению почвой и SoiLEX; Международный кодекс поведения по устойчивому использованию и управлению удобрениями; RECSOIL: рекарбонизация глобальных почв; кампанию Всемирного дня почв 2022; программу «Soil Doctors».

Аграрный центр МГУ

Доклад ООН по продбезопасности

6 июня опубликован доклад ФАО, Международного фонда сельскохозяйственного развития, Детского фонда ООН, Всемирной продовольственной программой ООН и ВОЗ под названием «Положение дел в области продовольственной безопасности и питания в мире» (СОФИ).

По данным Доклада ООН число людей, страдающих от голода в мире, в 2021 г. достигло 828 млн, что примерно на 46 млн больше, чем в 2020 г., и на 150 млн больше, чем до начала пандемии COVID-19. В 2021 г. около 2,3 млрд человек (29,3% мирового населения) столкнулись с умеренной или тяжелой формой отсутствия продовольственной безопасности — это на 350 млн больше, чем до пандемии COVID-19. Почти 924 млн человек (11,7%) столкнулись с отсутствием продовольственной безопасности в тяжелых формах — это на 207 млн больше, чем двумя годами ранее. С умеренной или тяжелой формой отсутствия продовольственной безопасности столкнулись 31,9% женщин по сравнению с 27,6% мужчин — разрыв превышает 4 процентных пункта, в то время как в 2020 г. он составлял 3 процентных пункта. В 2020 г. здоровое питание не могли позволить себе почти 3,1 млрд человек, что на 112 млн больше, чем в 2019 г.

ФАО

Кормовые ресурсы

УДК 631/635; 574; 502/504; 911

Природные кормовые угодья России

И.А. Трофимов, д.г.н., Л.С. Трофимова, к.с.-х.н., Е.П. Яковлева
Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии им. В.Р. Вильямса

Разработано агроландшафтно-экологическое районирование природных кормовых угодий по природно-экономическим районам России. Дана их характеристика (площади, продуктивность, кормовые ресурсы). Природные кормовые угодья (луга, сенокосы и пастбища) распространены во всех природных зонах России. Луга широко представлены в лесной зоне. На севере они переходят в оленьи пастбища, на юге — в аридные пастбища. Они занимают значительные площади — ¼ часть территории России и являются ее важнейшим стратегическим ресурсом. Это колоссальный источник накопления органического вещества, аккумулированной солнечной энергии. Продуктивный потенциал их огромен, во многом еще не использован и может быть увеличен в несколько раз простыми и эффективными приемами рационального использования и ухода.

Ключевые слова: луга, сенокосы, пастбища, природные зоны, площади, продуктивность, кормовые ресурсы.

Введение. Среди природных богатств России природные кормовые угодья занимают важное место и являются важнейшим стратегическим ресурсом. Издавна славятся обширные просторы кормовых угодий нашей страны, богатейшие пастбища и сенокосы Центральной России, Северо-Запада, Поволжья, Донских и Уральских степей, Западной и Восточной Сибири. Сотни миллионов центнеров зеленой травяной массы лугов служат кормом для многомиллионного поголовья наших стад крупного и мелкого скота [1—5].

Все необходимые корма для животноводства мы можем и должны произвести только на своей Российской земле. И сделать это мы можем, только вложив в нее свой интеллект и свой труд. Обширность территории России и большое разнообразие природно-климатических условий, ландшафтов, почв являются важнейшими стратегическими ресурсами. Умение наилучшим образом использовать это преимущество, управлять этими возобновляемыми ресурсами, опираясь на их природные особенности, создавать ландшафтно-дифференцированные сорта, технологии и системы кормопроизводства — необходимые условия создания сильного и устойчивого сельского хозяйства.

Огромный ресурсный потенциал заключен в пастбищном содержании травоядных животных. Это их естественный, созданный миллионами лет эволюции способ питания. Огромные площади природных кормовых угодий являются природными источниками корма, возобновляемыми дармовыми кормовыми ресурсами. Продуктивный потенциал их значителен и может быть увеличен в несколько раз простыми и эффективными приемами рационального использования и ухода.

Природные кормовые угодья по сравнению с сеяными сенокосами и пастбищами обычно расположены в более экстремальных природных условиях (переувлажненные или затопляемые земли, засушливые территории, эродируемые или дефлируемые земли и др.). Во многих районах на севере и юге России природные кормовые угодья (луга, сенокосы и пастбища) составляют основу кормовой базы, дают наибольшее количество пастбищных кормов и сена.

На лугах и пастбищах России сформировались генетически приспособленные к ним многие отечественные породы крупного рогатого скота: холмогорская, ярославская, костромская, истебенская, сычевская и уральская черно-пестрая — на севере, красная степная — на юге, кавказская — в горах. На пастбищах сформировались многие отечественные породы овец: каракульская овца — на аридных южных пастбищах, романовская шубная овца — на севере.

Русское сливочное масло «Вологодское» и топленое сибирское «Белый лебедь» заслуженно

приобрело большую славу на мировом рынке. Оно отличается изысканным букетом, специфическим ароматом и вкусом благодаря тому, что молочные стада содержались на лугах с разнообразным луговым злаково-разнотравным травостоем высокого качества.

Наши природные кормовые угодья, луга, луговые земли с травянистой растительностью — это зеленые недра. Это колоссальный источник накопления органического вещества, аккумулированной солнечной энергии. Их потенциал огромен и во многом еще не использован. И остается в виде экономически мертвых для человека запасов и залежей.

В долинах крупнейших рек и их притоков, по берегам морей и озер, в бесчисленных низменностях и понижениях, на равнинах и в горах расположены десятки миллионов гектаров природных лугов. Луга представляют собой травяные сообщества, образованные многолетними мезофильными травами — растениями среднего водного довольствия. Луговые травы, благодаря значительному плодородию почв природных кормовых угодий, под воздействием солнечного света, умеренного количества тепла и влаги, ежегодно растут и развиваются. Луговая растительность создает постоянно воспроизводимые биологические ресурсы.

Природные кормовые угодья распространены во всех природных зонах России — от тундровой до пустынной. Но наибольшие площади луга занимают в лесной зоне с умеренным климатом (в центральной части страны). С возрастанием увлажнения почв, луга переходят либо в травяные болота (в условиях недостатка кислорода), либо в «плавни» (в условиях богатства вод кислородом и элементами минерального питания). Переходы от лугов к лесам представлены разреженными «парковыми лесами» и опушечными травяными экосистемами, находящимися под сильным влиянием прилегающего к ним леса.

На севере России луга переходят в оленьи пастбища. При уменьшении количества тепла, снижении обеспеченности элементами минерального питания и увеличении кислотности почв, травяной покров разреживается, возрастает значение холодостойких кустарничков, мхов, лишайников. Вовлечение в хозяйственный оборот обширных оленьих пастбищ позволяет развивать традиционный уклад коренных малочисленных народов Севера.

На юге России луга переходят в засушливые (аридные) пастбища. При увеличении количества тепла и сухости климата, если почвы достаточно насыщены основаниями, луга переходят в степи, для которых характерна засухоустойчивая растительность. Увеличение сухости, солонцеватости и засоленности почв ведет к разреживанию травяного покрова, преобладанию солеустойчивых полукустарничков и полукустарников.

Возможность образования и существование лугов определяется в первую очередь обеспеченностью растений водой и элементами минерального питания. В результате деятельности человека значительно расширился диапазон экологических условий, при которых могут существовать луга. При внесении удобрений луга можно создавать на севере, на месте тундр. При орошении луга можно создавать на юге, на месте степей, полупустынь и пустынь.

Часть природных кормовых угодий формировалась естественным путем. Но с ростом численности населения, человеку для удовлетворения потребностей в корме возрастающего поголовья домашнего скота приходилось самому расширять площади кормовых угодий, создавая новые пастбища и сенокосы.

Значение и функции природных кормовых угодий в биосфере, агроландшафтах, сельском хозяйстве очень значительно. Луга и культура многолетних трав обеспечивают аккумуляцию солнечной энергии и накопление биомассы в биосфере и агроландшафтах. Они обеспечивают накопление углерода и накопление гумуса, многообразие и биоразнообразие ландшафтов. Они занимают значительные площади — ¼ часть территории России (с учетом площади оленьих пастбищ). Обладают большой устойчивостью к внешней среде, изменению климата и погоды. Они соединяют в себе экономику, экологию и эстетику сельского хозяйства.

Природные кормовые угодья России играют важнейшую роль не только в кормопроизводстве, но и в рациональном природопользовании. Являясь одним из основных компонентов биосферы, они выполняют важнейшие продукционные, средостабилизирующие и природоохранные функции в агроландшафтах и оказывают значительное влияние на экологическое состояние территории страны. Природные кормовые угодья или кормовые экосистемы способствуют сохранению и накоплению органического вещества в биосфере [6—10].

Объекты и методы исследований. Кормовые угодья, имеющие природный травостой и используемые для производства кормов, представляют собой вид земельных ресурсов, являющихся объектом землепользования и средством производства в сельском хозяйстве. В составе земельного фонда РФ они относятся к категории земель сельскохозяйственного назначения и являются особой учетной категорией в системе земельного кадастра, которая содержит необходимые сведения для организации рационального использования, улучшения и охраны земель [4, 5].

С целью изучения пространственного распределения биологических, экологических и экономических закономерностей, повышения информационного обеспечения рационального природопользования в ФНЦ ВИК им. В.Р. Вильямса ведется работа по агроландшафтно-экологическому районированию кормовых экосистем природно-экономических районов России. Разработано

агроландшафтно-экологическое районирование Центрального, Центрально-Черноземного, Поволжского, Северо-Кавказского, Волго-Вятского, Северного, Северо-Западного, Уральского, Западно-Сибирского, Восточно-Сибирского природно-экономических районов России. Продолжается работа по районированию Дальневосточного природно-экономического района.

Районирование выполняется на основе разработанных нами методологических основ агроландшафтно-экологического изучения сельскохозяйственных земель [9, 10], которые опираются на концепцию сохранения и повышения плодородия почв (ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса); концепции экологического каркаса агроландшафтов и эколого-хозяйственного баланса (МГУ имени М. В. Ломоносова и Института географии РАН) [11—13]. Агроландшафтно-экологическое районирование разработано с использованием природно-сельскохозяйственного, ландшафтно-экологического и почвенно-экологического районирований территории, эколого-географических и геоботанических карт, данных государственного земельного учета, фондовых, наземных и дистанционных данных [6, 14—19]. Использованы также опубликованные сведения о природных кормовых угодьях страны и их классификации [1—5, 7—10].

На территории России с севера на юг выделены четыре объединенные (сгруппированные) и укрупненные природные зоны: тундровая и лесотундровая, лесная, лесостепная и степная, полупустынная и пустынная. Зоны отличаются одна от другой климатом, почвой и растительностью. Природные особенности зоны накладывают свой отпечаток и на характер использования естественной растительности. На почвы, растительность пойм и горных районов накладывает свой отпечаток та зона, в которой они находятся, но имеются и общие для всех зон условия, в которых они формируются. Ввиду этого растительность пойм и гор описывается в отдельных подразделах с учетом их зональных особенностей.

Природные кормовые угодья России

Природные кормовые угодья России занимают площадь 92 млн га (68 млн га — пастбищ, 24 млн га — сенокосов) и имеют значительное распространение во всех природных зонах Российской Федерации.

В Тундровой и лесотундровой зонах, которые занимают общую площадь 300 млн га (более 17% территории России), имеется 167 млн га (более 51%) всех оленьих пастбищ и 0,4 млн га (менее 1%) всех природных кормовых угодий. Леса и кустарники занимают 5—20% земельных угодий, болота — 2—7%. По доминантам растительного покрова оленьи пастбища подразделены на лишайниковые, кустарниковые и моховые. Преобладают лишайниковые и травяно-кустарничковые угодья с урожайностью 3—4 ц/га СВ, но степень их использования обычно не превышает 20—25%. Использование оленьих пастбищ носит сезонный характер и зависит от наличия корма и его доступности, благоприятности условий выпаса (мощности и плотности снегового покрова, наличию ветров и насекомых). В среднем одному оленю, кочующему в поисках корма на большие расстояния, на год необходимо 70—100 га разных пастбищ. Наряду с выпасом оленей в тундровой и лесотундровой зонах можно выпасать молочный скот и заготавливать для него корма. На пойменных и низинных участках здесь располагаются луга с доминированием трав. Преобладают пойменные луговые сенокосы и пастбища на аллювиальных почвах. Урожайность их составляет 8—12 ц/га сухой поедаемой массы. Общий запас корма на природных кормовых угодьях тундровой и лесотундровой зон составляет 0,12—0,25 млн т сухого вещества (СВ).

В Лесной зоне, которая занимает общую площадь 867 млн га, почти в 3 раза большую, чем тундровая и лесотундровая зоны (около 51% территории России), имеется 25,0 млн га (более 27%) природных кормовых угодий и 95 млн га (более 29%) оленьих пастбищ. Более половины территории лесной зоны занимают леса и кустарники (50—75%). Болота занимают 5—25% всех земельных угодий, сельхозугодья — от 1 до 38%. Природные пастбища и сенокосы на водоразделах лесной зоны образовались на месте бывших когда-то лесов, уничтоженных вырубкой, пожарами и т. п., а также занимают более сухие части болот. Водораздельные (материковые) природные кормовые угодья лесной зоны делятся на суходольные и низинные луга. Суходольные луга расположены в рельефе на возвышенных местах, низинные луга — на пониженных. На природных кормовых угодьях, которые занимают 40—60% в составе сельскохозяйственных угодий, преобладают равнинные суходольно-луговые злаковые и злаково-разнотравные на подзолистых и дерново-подзолистых почвах (50—60%), низинные и западинные злаковые и злаково-осоковые на луговых, болотно-подзолистых, дерново-глеевых почвах (20—30%), пойменные луговые злаковые и злаково-разнотравные на аллювиальных луговых почвах (10—20%) сенокосы и пастбища для крупного рогатого скота, овец и лошадей. Средняя урожайность равнинных угодий 10—11 ц/га СВ, пойменных — в 2 раза выше. Запас корма на природных кормовых угодьях лесной зоны составляет 25—35 млн т СВ.

В Лесостепной и степной зонах, которые занимают общую площадь 165,3 млн га (около 10% территории России), имеется 34,0 млн га (более 37%) природных кормовых угодий, которые занимают 28% в составе сельхозугодий. В лесостепной и степной зонах преобладают склоновые

и равнинные злаковые и злаково-разнотравные сенокосы и пастбища для крупного рогатого скота, овец и лошадей на черноземах, серых лесных, каштановых почвах и солонцах. Средняя урожайность равнинных угодий — 7—8 ц/га СВ, пойменных — в 2—3 раза выше. Запас корма на природных кормовых угодьях лесостепной и степной зон составляет 20—25 млн т СВ.

В Полупустынной и пустынной зонах, которые занимают общую площадь 14,5 млн га (менее 1% территории России), имеется 9,3 млн га (более 10%) природных кормовых угодий, которые занимают 84% в составе сельхозугодий. Природные кормовые угодья полупустынной и пустынной зон занимают небольшой массив шириной 50—300 км и длиной 600 км на юге России в Прикаспийской низменности. В полупустынной и пустынной зонах преобладают равнинные злаково-полынные, полынные и солянковые пастбища для овец, верблюдов, крупного рогатого скота и лошадей на светло-каштановых и бурых почвах, песках и солонцах. Средняя урожайность пастбищ — 2,5—3,5 ц/га СВ. Запас корма на природных кормовых угодьях полупустынной и пустынной зон составляет 2,0—4,0 млн т СВ.

В Горных районах, которые занимают общую площадь 363 млн га (около 21% территории России), имеется 22,3 млн га природных кормовых угодий (более 25% их общей площади) и 63 млн га оленьих пастбищ (более 19% их общей площади). Более половины земельных угодий занимают леса и кустарники. На природных кормовых угодьях гор, которые занимают 65—75% в составе сельхозугодий горных территорий, преобладают мелкосопочные, предгорные (40%) и горные (60%) пастбища для овец, КРС и лошадей на горных почвах. Средняя урожайность горных пастбищ и сенокосов — 7—9 ц/га СВ. Запас корма на природных кормовых угодьях составляет 10—25 млн т СВ.

Пойменные луга. Пойменные луга, расположенные в поймах рек во всех природных зонах России, являются наиболее ценными, высокопродуктивными и устойчивыми кормовыми угодьями. Обычно они используются как сенокосы, дающие высокие и устойчивые по годам урожаи качественного сена.

Хозяйственная характеристика пойменных лугов и перспектива дальнейшего их использования. Пойменные луга являются лучшими высокопродуктивными сенокосами и хорошими пастбищами. Урожайность и качество корма пойменных лугов резко различны по типам и зонам. На мелкодерновинно-злаковых лугах (овсяница овечья, типчак) урожаи сена составляют не выше 5 ц с 1 га. Житняковые и бескильницевые луга, свойственные степной зоне, более урожайны, но урожаи их тоже редко превышают 10 ц с 1 га сена хорошего качества. Солончаковые ажрековые луга пустынных рек дают 6—8 ц с 1 га, но если они смешаны с тростником, то урожай их может дойти до 15—20 ц с 1 га сена среднего качества. Красноовсяничные мелкотравники, типичные для пойм лесной зоны, также малоурожайны — всего 10—12 ц с 1 га. Из трав, скошенных не позже цветения овсяницы, получают сено прекрасного качества. Луговомятликовые луга дают урожай не выше 10—12 ц с 1 га. Полевицевые луга чрезвычайно разнообразны по составу, при преобладании полевицы белой урожай их бывает 12—15 ц с 1 га, но если это полевица гигантская и много крупных злаков, разнотравья (30—40%) и бобовых (10—25%), то урожаи их возрастают до 30 ц с 1 га и выше сена хорошего качества. Чистые луга с травостоями из крупных злаков (пырей, кострец, лисохвост, тимофеевка, овсяница луговая) или с примесью разнотравья (не свыше 30%) и бобовых (10—20%) в лесной зоне могут давать урожай свыше 50 ц с 1 га, в среднем получают только 20—25 ц с 1 га, в пустыне — 15—20 ц с 1 га. Еще более урожайны двукисточниковые луга, с них в среднем можно получить до 40 ц с 1 га сена среднего качества. Крупноосоковые луга (осока острая, водяная) дают урожай до 30 ц с 1 га и более сена среднего и ниже среднего качества. Наиболее урожайны тростниковые заросли. При скашивании перед самым цветением урожай их может достигать 70—80 ц с 1 га. Однако в этой фазе вегетации тростник плохо поедается. Скашивать его следует раньше; когда на стебле разовьется 8—9 листьев, тогда он дает урожай сена удовлетворительного качества 30—40 ц с 1 га.

Бóльшая часть пойменных лугов вследствие неправильного использования (весенняя и позднеосенняя пастьба по отаве, перетравливание пастбищных участков, вольная пастьба и т.п.) деградирует, имеет резко измененный ботанический состав и дает пониженные урожаи. Часто вместо крупнозлаковых лугов развиваются мелкотравные, с большим количеством кочек, нередко засоренные непоедаемыми травами, кустарниками. В силу указанного на пойменных лугах прежде всего необходимо установить правильную систему использования: запретить ранневесеннее и позднеосеннее по отаве стравливание сенокосов, ввести правильный загонный выпас, чередовать на сенокосах поздние сроки скашивания с ранними и на части пастбищ и сенокосов ввести переменное смешанное сенокосно-пастбищное использование.

В целях увеличения полезной площади, улучшения качества травостоя и повышения его урожайности необходимо систематически уничтожать кустарники, кочки, сорные травы. Шире практиковать внесение удобрений, поверхностный подсев бобовых трав. Часть пойменных лугов (высоких

уровней), не размываемых весенними полыми водами, с плохим травостоем следует использовать для создания на них сеяных высокоурожайных пастбищ и сенокосов. Пойменные луга с хорошими кормовыми злаками или с бобово-злаковым травостоем, дающие при первом укосе не менее 20 ц/га сена при правильном их использовании и при применении мер поверхностного улучшения (внесение удобрений, в некоторых случаях подсев бобовых трав и т.д.) могут увеличить свою продуктивность в 2—2,5 раза — до 40—50 ц и выше с 1 га сена хорошего качества.

Общий запас корма на природных кормовых угодьях России составляет 60—80 млн т СВ.

Классификация сенокосов и пастбищ России

Классификация природных кормовых угодий, т. е. группировка пастбищ и сенокосов в соответствии с их общими признаками, представляет собой переработанную в прикладном аспекте классификацию ландшафтов. По сравнению с классификацией ландшафтов она значительно упрощена. Однако, с другой стороны, в тематическом плане, она значительно более детализирована.

Наиболее полно методические основы и принципы классификации природных кормовых угодий были разработаны Л. Г. Раменским [20]. Впоследствии классификация разрабатывалась на всю территорию СССР, претерпевала изменения, детализировалась, но сущность ее оставалась прежней [21]. Нами классификация сенокосов и пастбищ переработана и адаптирована для территории России.

По данной классификации основной классификационной единицей является тип природных кормовых угодий, соответствующий одному типу местообитания с характерными для него ассоциациями растительности. При обследовании и картографировании природных кормовых угодий какой-либо территории, прежде всего, выделяются места произрастания растений с одинаковыми условиями их местообитания (местопроизрастания), хорошо отличимые друг от друга по рельефу (мезо- и микроформам), почве (типу, разности, мощности горизонтов, механическому составу и т. п.), увлажнению и т. д. Если на территории имеются еще подобные условия местообитания растений в различных точках, то объединение их составит тип местообитания.

В пределах одного типа местообитания может быть много растительных ассоциаций, которые могут отличаться видовым составом растительности, урожайностью, кормовой ценностью и др. По Л. Г. Раменскому (1937, 1938) это будут отдельные модификации (переменные состояния) одного и того же типа местообитания растительности (типа земель). Каждый тип земель (природных кормовых угодий) может быть представлен динамической серией модификаций, которые при прекращении антропогенного воздействия возвращаются к своему исходному состоянию. При всех модификациях основные особенности типа природных кормовых угодий (климат, рельеф, подпочва и значительная часть почвы) остаются неизменными и малоизмененными. В то время как для текущего использования каждая модификация имеет свою специфическую хозяйственную оценку, тип природного кормового угодья (местообитания растительности) характеризует близкие потенциальные возможности угодий.

В классификации природных кормовых угодий выделяют крупные единицы (зоны, классы), средние (подклассы, группы типов) и мелкие (типы, модификации пастбищ и сенокосов) в соответствии с их общими признаками.

Принцип построения классификации. Классификация сенокосов и пастбищ включает наиболее крупные подразделения естественных кормовых угодий по природным зонам — классы и подклассы. На основе этой классификации по единому принципу составляют детальные региональные классификации, необходимые для систематизации сведений по качественной и количественной характеристике природных кормовых угодий.

Единый принцип построения региональных классификаций необходим для обобщения материалов геоботанических обследований сенокосов и пастбищ по районам, областям (краям), республикам и в целом по России в целях обеспечения рационального использования природных кормовых угодий, ведения государственного земельного кадастра, мониторинга и проведения землеустройства.

В основу построения классификации сенокосов и пастбищ взят комплекс характеристик местоположения, топоэкологических и хозяйственных показателей (климат, рельеф, гидрологические условия местности, почва, растительность), определяющих качество угодий.

Для целей классификации территория России подразделена на четыре группы природных зон и три группы горных поясов:

— *тундровая и лесотундровая зоны* — соответствуют полярно-тундровой зоне арктических и тундровых глеевых почв.

— *лесная зона* — объединяет 4 зоны: северотаежную зону глеево-подзолистых и мерзлотно-таежных почв, среднетаежную зону подзолистых и мерзлотно-таежных почв, южнотаежную зону дерново-подзолистых почв, буроземно-лесную зону бурых лесных и дерново-подзолистых почв.

— *лесостепная и степная зоны* — объединяют лесостепную зону серых лесных почв, оподзоленных, выщелоченных и типичных черноземов, степную зону обыкновенных и южных черноземов, сухостепную зону темно-каштановых и каштановых почв.

— *полупустынная и пустынная зоны* — соответствуют полупустынной и пустынной зонам светло-каштановых и бурых почв, песков и солончаков.

— *группы горных поясов:* мелкосопочные (низкогорные) и предгорные; горные (среднегорные); высокогорные.

В пределах природных зон и горных поясов выделяют крупные (классы, подклассы) и более мелкие (группы типов, типы, модификации типов) единицы классификации.

Класс кормовых угодий — высшая таксономическая единица классификации сенокосов и пастбищ, выделяемая по наиболее важным, имеющим крупное хозяйственное значение экологическим факторам (климат, рельеф, гидрология, почва) с учетом зональных особенностей растительности. Класс представляет собой совокупность объединяемых им подклассов и характеризуется наиболее широкой амплитудой экологических условий местообитаний растительности. Класс кормовых угодий объединяет в пределах природной зоны или горного пояса сенокосы и пастбища по общности зональных климатических, геоморфологических, почвенных условий, растительного покрова. В каждой природной зоне выделяют классы равнинных, низинных, краткопоемных, долгопоемных и болотных кормовых угодий. В горных областях — классы выделяют по признакам горной поясности (зональности), кроме того, выделяют классы низинных и пойменных местоположений.

Подкласс кормовых угодий — крупная таксономическая единица классификации, объединяющая природные кормовые угодья, сходные по положению в рельефе, степени увлажнения, типу почв и механическому составу, засоленности. Принадлежность орошаемых, осушенных и сеяных сенокосов и пастбищ к соответствующим подклассам определяют по их топоэкологическим (местоположения в рельефе и местообитания — почвы, увлажнение) характеристикам. В тундровой и лесотундровой зонах выделено 5 классов и 16 подклассов, в лесной (лесолуговой) зоне — соответственно 5 и 22, в лесостепной и степной — 7 и 21, в полупустынной и пустынной — 7 и 13, в мелкосопочном и предгорном поясах — 5 и 12, в горных (среднегорных) — 5 и 9, в высокогорных — 5 и 14.

В классификации приняты следующие индексы. Зоны и вертикальные пояса обозначают прописными буквами: Т — тундровая и лесотундровая, Л — лесная, С — лесостепная и степная, П — полупустынная и пустынная; М — мелкосопочные и предгорные, Г — горные (среднегорные), В — высокогорные. Классы в пределах зоны обозначают порядковыми номерами (1, 2, 3 и т.д.), подклассы — строчными буквами (а, б, в и т. д.). Например, индекс Т-Ia означает: сенокосы и пастбища тундровой и лесотундровой зон, класс — тундровые и лесотундровые равнинные на минеральных и торфянистых тундровых почвах, подкласс — мохово-осоковые, арктические. Индекс Л-Ia означает: сенокосы и пастбища лесной зоны, класс — равнинные суходольно-луговые на дерново-подзолистых и других почвах, подкласс — злаково-разнотравные мелкотравные абсолютные суходолы равнин (*табл. 1*).

Таблица 1

Классификация сенокосов и пастбищ России

Индекс класса и подкласса	*Зона, класс, подкласс (характерные виды растений)*
РАВНИННЫЕ ТЕРРИТОРИИ	
Т. Тундровая и лесотундровая зоны	
Т-1	*Тундровые (арктические и субарктические) и лесотундровые равнинные на минеральных и торфянистых тундровых почвах*
Т-1а	Мохово-осоковые арктические
Т-1б	Лишайниково-кустарничковые пятнистые арктические
Т-1в	Кустарничково-мохово-травянистые арктические
Т-1г	Мохово-кустарничково-травянистые субарктические
Т-1д	Пушицево-осоково-кочкарные, субарктические
Т-1е	Лишайниково-кустарничковые субарктические
Т-1ж	Тундровые и лесотундровые кустарничковые, ерниковые и ивняково-травянистые
Т-1з	Тундровые и лесотундровые кустарниково-ерниковые и ивняково-лишайниковые
Т-1и	Лишайниковые еловые редколесья
Т-1к	Лишайниковые лиственничные редколесья
Т-2	*Низинные и западинные на болотно-тундровых почвах, иногда солончаковатых зоны тундры и лесотундры*
Т-2а	Заболоченные осоково-злаковые
Т-2б	Приморские злаково-осоковые

Индекс класса и подкласса	*Зона, класс, подкласс (характерные виды растений)*
Т-3	Краткопоемные луговые тундровые, лесотундровые на пойменных почвах
Т-3а	Злаково-осоково-разнотравные сухие и влажные луга
Т-4	Долгопоемные луговые тундровые, лесотундровые на пойменных почвах
Т-4а	Осоково-злаковые и злаковые влажные и сырые луга
Т-5	Болотные на минеральных, торфянистых и торфяных болотных почвах
Т-5а	Тундровые и лесотундровые травяные болота
Т-5б	Тундровые, комплексные, лишайниковые, бугристые болота
Л. Лесная зона	
Л-1	*Равнинные суходольно-луговые на дерново-подзолистых и других почвах*
Л-1а	Злаково-разнотравные мелкотравные абсолютные суходолы равнин
Л-1б	Злаково-разнотравно-осоковые мелкотравные остепненные луга по равнинам и склонам
Л-1в	Злаково-разнотравные нормально увлажненные суходолы равнин
Л-1г	Злаково-осоково-разнотравные временно избыточно увлажненные суходолы равнин
Л-1д	Злаково-разнотравные суходолы по крутым склонам
Л-1е	Злаково-осоково-разнотравные суходолы азиатской части
Л-1ж	Лишайниковые редкостойные леса и редколесья — потенциальные суходолы, используемые под выпас оленей
Л-2	*Низинные и западинные луговые на болотно-подзолистых и дерново-глеевых, иногда солончаковых, почвах*
Л-2а	Злаково-осоково-мелкотравные влажные и сырые луга выщелоченных понижений
Л-2б	Злаково-осоково-разнотравные сырые луга низин натечно-грунтового питания
Л-2в	Осоково-злаково-разнотравные сырые луга азиатской части
Л-2г	Злаково-разнотравные влажные и сырые луга низин и западин обеспеченного грунтового питания
Л-2д	Разнотравные и злаково-разнотравные влажные и сырые луга по засоленным низинам и приморью
Л-3	*Краткопоемные луговые на пойменных дерновых почвах (заливание полыми водами менее 15 дней)*
Л-3а	Злаково-разнотравные мелкотравные сухие и свежие луга на оподзоленных почвах
Л-3б	Злаковые и злаково-разнотравные мелкотравные, сухие и влажные луга на пойменных почвах
Л-3в	Злаково-разнотравные сухие и влажные луга на пойменных почвах азиатской части
Л-3г	Злаково-разнотравные с примесью осок сыроватые и сырые луга
Л-3д	Злаково-разнотравные с примесью осок сыроватые и сырые луга азиатской части
Л-4	*Долгопоемные луговые на пойменных дерновых почвах (заливание полыми водами более 15 дней)*
Л-4а	Злаково-разнотравные с примесью бобовых свежие и влажные луга
Л-4б	Злаково-разнотравно-осоковые сыроватые и сырые луга
Л-5	*Болотные на минеральных, торфянистых и торфяно-болотных почвах*
Л-5а	Осоковые болотистые луга с примесью злаков и разнотравья на минеральных почвах
Л-5б	Осоково-пушицевые болотные луга с примесью злаков и разнотравья на торфянистых и торфяных почвах
Л-5в	Лишайниково-кустарничковые оленьи пастбища по бугристым торфяным болотам
С. Лесостепная и степная зоны	
С-1	*Равнинные лугово-степные на глинистых и суглинистых оподзоленных, выщелоченных и типичных черноземах, серых лесных почвах и солонцах лесостепной зоны*
С-1а	Злаково-разнотравные луговые степи равнин
С-1б	Разнотравно-злаковые луговые степи по крутым склонам
С-1в	Злаково-разнотравные луговые степи на комплексах солонцов и солонцеватых лугово-черноземных почвах равнин
С-1г	Разнотравно-злаковые луговые степи на маломощных каменистых и щебнистых почвах
С-2	*Равнинные степные и сухостепные на глинистых и суглинистых обыкновенных и южных черноземах, темно-каштановых, каштановых почвах и солонцах степной зоны*
С-2а	Злаковые степные и сухостепные на черноземах, темно-каштановых почвах равнин

Индекс класса и подкласса	*Зона, класс, подкласс (характерные виды растений)*
С-2б	Разнотравно-злаковые степные и сухостепные на черноземах, темно-каштановых, каштановых почвах по крутым склонам
С-2в	Злаково-разнотравные степи на солонцах и солонцеватых черноземах
С-2г	Злаково-разнотравные степи на солонцах и солонцеватых каштановых почвах
С-2д	Разнотравно-злаковые и полынные степи на маломощных каменистых и щебнистых почвах, в Сибири нередко закустаренные
С-3	*Равнинные степные и лугово-степные на песчаных и супесчаных разновидностях почв, серых лесных, черноземных, темно-каштановых и каштановых степной и лесостепной зон*
С-3а	Злаково-разнотравные степи на песчаных и супесчаных почвах
С-3б	Разнотравно-злаковые на среднезаросших разбитых песках
С-4	*Низинные, западинные, лиманные и подовые на солодях, луговых, лугово-черноземных и лугово-каштановых, иногда засоленных почвах степной и лесостепной зон*
С-4а	Злаково-разнотравные остепненные луга
С-4б	Злаково-разнотравные и злаково-осоковые влажные и сырые луга
С-4в	Злаковые и разнотравно-злаковые влажные и сырые луга на засоленных почвах
С-5	*Краткопоемные луговые на пойменных луговых почвах степной и лесостепной зон*
С-5а	Злаковые и разнотравно-злаковые сухие луга на пойменных луговых почвах
С-5б	Злаково-разнотравные влажные и сырые луга на пойменных луговых почвах
С-5в	Разнотравно-злаковые сухие и влажные луга на засоленных почвах
С-6	*Долгопоемные луговые на пойменных луговых почвах степной и лесостепной зон*
С-6а	Злаковые и злаково-разнотравные свежие и влажные луга
С-6б	Злаково-разнотравно-осоковые крупнотравные сыроватые и сырые луга
С-7	*Болотные на минеральных и торфяно-болотных почвах степной и лесостепной зон*
С-7а	Осоково-разнотравно-злаковые на минеральных почвах
С-7б	Осоково-разнотравно-злаковые на торфяных почвах
П. Полупустынная и пустынная зоны	
П-1	*Равнинные полупустынные (пустынно-степные) на суглинистых, глинистых и каменистых, светло-каштановых, бурых почвах и солонцах*
П-1а	Полынно-злаковые полупустынные на незасоленных почвах
П-1б	Полынные, полынно-солянковые и солянковые комплексные полупустыни на солонцах и солонцеватых почвах
П-3	*Равнинные полупустынные (пустынно-степные) на светло-каштановых и бурых супесчаных и песчаных почвах*
П-3а	Полынно-злаковые и злаковые полупустынные на песчаных и супесчаных почвах
П-3б	Полынно-бурьянистые и травяно-кустарниковые полупустынные с эфемерами, солянками и злаками на зарастающих песках
П-5	*Низинные, западинные и лиманные на солодях, лугово-каштановых и лугово-бурых почвах, иногда засоленных, в полупустынной зоне*
П-5а	Типчаково-житняковые, волоснецовые и злаково-разнотравные на незасоленных почвах сухих лиманов и западин полупустыни
П-5б	Пырейные и злаково-осоковые влажные и сырые луга на незасоленных почвах лиманов и низин полупустыни
П-5в	Полынно-злаковые и разнотравно-злаковые засоленные луга на засоленных почвах низин и западин
П-6	*Низинные на солончаках и засоленных такырных почвах полупустынной и пустынной зон, преимущественно с солянковой растительностью*
П-6а	Сочносолянковые на солончаках
П-7	*Краткопоемные луговые на пойменных луговых почвах полупустынной и пустынной зон*
П-7а	Злаково-разнотравные луга на незасоленных почвах
П-7б	Разнотравно-знаковые с солянками луга на засоленных почвах
П-8	*Долгопоемые луговые на пойменных луговых почвах пустынной и полупустынной зон*
П-8а	Злаково-разнотравные луга на незасоленных почвах
П-8б	Разнотравно-злаковые луга на засоленных почвах
П-9	*Болотные на минеральных болотных почвах полупустынной и пустынной зон*
П-9а	Крупноосоковые и тростниковые болотные, включая плавни

Индекс класса и подкласса	*Зона, класс, подкласс (характерные виды растений)*
ГОРНЫЕ ТЕРРИТОРИИ	
М. Мелкосопочные и предгорные пояса (нижние пояса гор)	
М-1	*Мелкосопочные и предгорные луговые на дерново-подзолистых, серых и бурых лесных почвах и лугово-степные на выщелоченных черноземовидных горных почвах*
М-1а	Злаково-разнотравные по равнинам и пологим склонам лесного и лесостепного поясов
М-1б	Злаково-разнотравные по крутым склонам лесного и лесостепного поясов
М-2	*Мелкосопочные и предгорные степные на черноземных и каштановых почвах*
М-2а	Злаковые и злаково-разнотравные по равнинам и пологим склонам степного пояса
М-2б	Злаковые и разнотравно-злаковые по крутым склонам степного пояса
М-2в	Разнотравно-злаковые степного пояса на солонцово-солончаковатых почвах
М-3	*Мелкосопочные и предгорные полупустынные и пустынные на светло-каштановых, бурых и сероземных почвах*
М-3а	Полынно-злаково-эфемеровые по равнинам и пологим склонам полупустынного и пустынного поясов
М-3б	Полынно-злаково-эфемеровые и полынно-солянково-эфемеровые по крутым склонам полупустынного и пустынного поясов
М-3в	Полынно-солянковые и солянковые на засоленных почвах полупустынного и пустынного поясов
М-4	*Низинные (сазовые) луга грунтового увлажнения пояса мелкосопочника и предгорий*
М-4а	Злаково-разнотравные и осоково-злаковые влажные и сырые в комплексе с болотистыми лугами на незасоленных почвах
М-4б	Злаково-разнотравные влажные и сырые луга на солончаковатых почвах
М-5	*Краткопоемные луговые на пойменных луговых почвах пояса мелкосопочника и предгорий*
М-5а	Злаково-разнотравные заливные луга на незасоленных почвах
М-5б	Разнотравно-злаковые заливные луга на солончаковатых почвах
Г. Горные пояса (средние пояса гор)	
Г-1	*Горные луговые на горных дерново-подзолистых, серых и бурых лесных почвах и лугово-степные на выщелоченных и оподзоленных горных черноземах*
Г-1а	Злаково-разнотравные по плоскогорьям и пологим склонам лесного и лесостепного поясов
Г-1б	Злаково-разнотравные и разнотравно-злаковые по крутым склонам лесного и лесостепного поясов
Г-2	*Горные степные на горных черноземах, коричневых и каштановых почвах*
Г-2а	Злаковые и злаково-разнотравные по плоскогорьям и пологим склонам степного пояса
Г-2б	Злаково-разнотравные и разнотравно-злаковые по крутым склонам степного пояса
Г-3	*Горные полупустынные на светло-каштановых, бурых и сероземных горных почвах*
Г-3а	Полынно-злаково-эфемеровые и полынно-солянковые по плоскогорьям и пологим склонам полупустынного пояса
Г-3б	Полынно-солянковые и полынно-злаковые по крутым склонам полупустынного пояса
Г-4	*Низинные (сазовые) луга грунтового увлажнения горного пояса*
Г-4а	Осоково-злаково-разнотравные, влажные и сырые, в комплексе с болотистыми лугами на незасоленных почвах
Г-4б	Злаково-разнотравные луга на солончаковатых почвах
Г-5	*Краткопоемные луговые на пойменных луговых почвах горного пояса*
Г-5а	Злаково-разнотравные заливные луга на незасоленных почвах
В. Высокогорные пояса	
В-1	*Высокогорные луговые (субальпийские и альпийские) на луговых, лугово-торфянистых горных почвах*
В-1а	Злаково-разнотравные и разнотравные субальпийские луга по плоскогорьям и пологим склонам
В-1б	Злаково-разнотравные и разнотравные, иногда крупнотравные, субальпийские луга по крутым склонам
В-1в	Злаково-разнотравные и кобрезиевые мелкотравные альпийские луга по плоскогорьям и пологим склонам
В-1г	Разнотравные мелкотравные альпийские луга по крутым склонам
В-2	*Высокогорные степные на каштановых горных почвах*
В-2а	Злаковые и злаково-разнотравные по плоскогорьям и пологим склонам высокогорного степного пояса
В-2б	Злаковые и разнотравно-злаковые по крутым склонам высокогорного степного пояса

Индекс класса и подкласса	*Зона, класс, подкласс (характерные виды растений)*
В-3	*Высокогорные полупустынные и пустынные на высокогорных бурых и светло-бурых почвах*
В-3а	Полынно-солянковые и крашенинниковые, со злаками по плоскогорьям и пологим склонам высокогорного полупустынного и пустынного поясов
В-3б	Полынные и крашенинниковые по крутым склонам высокогорного полупустынного и пустынного поясов
В-4	*Высокогорные и горные тундровые на каменистых тундровых горных почвах*
В-4а	Травянистые и кустарничковые тундровые
В-4б	Кустарниковые тундры
В-4в	Лишайниковые тундровые
В-4г	Лишайниковые редколесные
В-5	*Низинные (сазовые) грунтового увлажнения высокогорного пояса*
В-5а	Злаково-разнотравные и осоковые луга по выходам грунтовых вод на незасоленных почвах
В-5б	Злаково-разнотравные луга на засоленных почвах

Краткая характеристика основных природных кормовых угодий России

Равнинные территории

ТУНДРОВАЯ И ЛЕСОТУНДРОВАЯ ЗОНЫ

I. Оленьи пастбища на минеральных и торфянистых тундровых почвах

1. Кустарничково-травянисто-моховые, осоково-пушицевые, лишайниковые (зеленые мхи, осоки, пушицы, кладонии, цетрарии, ивы, березки и др.) оленьи пастбища на минеральных и торфянистых тундровых почвах (урожайность 3,0—4,0 ц/га)

2. Лишайниковые редколесья, используемые под выпас оленей (кладонии, цетрарии, березки, осоки, хвощи и др.) на тундровых глеево-мерзлотно-таежных почвах (урожайность 1,0—3,0 ц/га)

3. Тундровые комплексные, лишайниковые, бугристые болота, используемые под выпас оленей (цетрария клобучковая, кладонии, сфагновые и зеленые мхи, пушицы, осоки, багульник, березки, ивы и др.) на болотных торфяных и торфяно-глеевых почвах, бугристых торфяниках (урожайность 2,0—4,0 ц/га)

ЛЕСНАЯ ЗОНА

I. Суходольные пастбища и сенокосы на маломощных автоморфных бедных и небогатых почвах с атмосферным увлажнением

4. Злаковые и разнотравно-злаковые (тонкополевицевые, душистоколосковые, белоусовые, луговомятликовые, луговоовсяницевые, деградированные сеяные злаково-разнотравные, сбитые ползучеклеверные, сбитые разнотравные и др.) суходольные луга нормального увлажнения на подзолистых, дерново-подзолистых, редко дерново-карбонатных почвах (урожайность пастбищ 5,0—7,0 ц/га сухой поедаемой массы (СПМ), сенокосов — 7,0—9,0 ц/га сена)

5. Злаковые и разнотравно-мелкоосоково-злаковые (белоусово-мелкоосоковые, щучково-мелкоосоково-злаковые, разнотравно-злаково-вейниковые, деградированные сеяные злаково-ползучеклеверно-разнотравные, сбитые ползучеклеверные, сбитые разнотравные и др.) суходольные луга временно избыточного увлажнения на подзолисто-глееватых, дерново-подзолистых глееватых, дерново-глееватых почвах (урожайность пастбищ 8,0—9,0 ц/га СПМ, сенокосов — 9,0—11,0 ц/га сена)

6. Злаковые и разнотравно-злаковые высокотравные (вейниковые, ежовые, разнотравно-осоковые, сбитые полынно-злаковые, сбитые щучковые, сбитые ползучеклеверные, сбитые разнотравные и др.) суходольные луга нормального, местами временно избыточного увлажнения на дерново-подзолистых, подзолисто-буроземных, нередко глееватых почвах Азиатской части России (урожайность пастбищ 7,0—9,0 ц/га СПМ, сенокосов — 9,0—11,0 ц/га сена)

7. Злаковые (овсяницевые, мятликовые, полевицевые, пырейные, типчаковые) суходольные луга на палевых мерзлотных дерново-карбонатных, редко таежных мерзлотных почвах Азиатской части России (урожайность пастбищ 8,0—9,0 ц/га СПМ, сенокосов — 15,0—17,0 ц/га сена)

8. Мелкозлаковые (овечьеовсяницевые и красноовсяницевые) суходольные малопродуктивные луга на таежных мерзлотных, редко дерново-карбонатных почвах Азиатской части России (урожайность пастбищ 3,0—5,0 ц/га СПМ)

II. Низинные сенокосы и пастбища на полугидроморфных и гидроморфных небогатых и довольно богатых почвах с натечным, грунтово-натечным и грунтовым увлажнением

9. Злаковые, влажноразнотравно-крупнозлаковые, крупнозлаково-осоковые и влажноразнотравные (щучковые, вейниково-осоковые, вейниково-лисохвостово-осоковые, таволговые, сбитые щучково-разнотравные, сбитые щучково-ползучеклеверные и др.) влажные и сырые луга на болотно-подзолистых, торфяно- и торфянисто-глеевых, редко дерново-глеевых почвах Европейской части России (урожайность пастбищ 9,0—11,0 ц/га СПМ, сенокосов — 12,0—15,0 ц/га сена)

10. Злаковые и злаково-осоковые (вейниково-осоковые, лангсдорфовейниковые, северолюбковые, лисохвостово-двукисточниковые, влажноразнотравные, тростниковые, пырейно-тростниковые и др.) сырые и влажные луга на болотно-подзолистых, дерново-глеевых, торфянисто-подзолисто-глеевых, буротаежных, подзолистых почвах Азиатской части России (урожайность пастбищ 9,0—11,0 ц/га СПМ, сенокосов — 13,0—15,0 ц/га сена)

III. Болотные сенокосы и пастбища на гидроморфных почвах с избыточным, преимущественно грунтовым увлажнением

11. Осоковые и злаково-осоковые (тростниково-осоковые, вейниково-осоковые, лангсдорфовейниковые, пушицево-осоковые, осоковые и др.) болотистые и болотные луга на болотных низинных и пойменных, иловатых, торфяно- и торфянисто-глеевых, лугово-болотных мерзлотных почвах (урожайность пастбищ 9,0—11,0 ц/га СПМ, сенокосов — 13,0—15,0 ц/га сена)

ЛЕСОСТЕПНАЯ И СТЕПНАЯ ЗОНЫ

I. Лугово-степные пастбища и сенокосы на автоморфных почвах лесостепной зоны с атмосферным умеренным, несколько недостаточным увлажнением

12. Злаковые и разнотравные (мятликовые, ползучеклеверно-мятликовые, типчаковые, пырейные, иногда с большим участием разнотравья) остепненные луга на бурых лесных почвах Азиатской части России (урожайность пастбищ 6,0—8,0 ц/га СПМ, сенокосов — 9,0—11,0 ц/га сена)

13. Разнотравно-злаковые (узколистномятликовые, разнотравно-типчаково-ковыльные, вейниково-разнотравные, сбитые типчаково-разнотравные и др.) луговые степи на серых лесных, оподзоленных, выщелоченных и типичных черноземах суглинистых и глинистых равнин, редко луговые степи по крутым склонам и луговые степи на каменистых и щебнистых почвах (урожайность пастбищ 8,0—9,0 ц/га СПМ, сенокосов — 11,0—13,0 ц/га сена)

14. Разнотравно-злаковые (пырейные, вейниковые, разнотравно-житняковые, бескильнецевые, разнотравно-типчаковые, разнотравно-волоснецовые, сбитые типчаково-полынные, сбитые разнотравные и др.) комплексные галофитные луговые степи на солонцах и их комплексах с лугово-черноземными солонцеватыми почвами слабо пониженных равнин и мелких западин преимущественно Азиатской части России (урожайность пастбищ 5,0—6,0 ц/га СПМ, сенокосов — 7,0—9,0 ц/га сена)

II. Степные и сухостепные пастбища и сенокосы на автоморфных почвах степной зоны с атмосферным недостаточным увлажнением

15. Злаковые, разнотравно-злаковые (ковыльно-типчаковые, житняковые, типчаковые, разнотравно-мелкозлаково-осочковые, сбитые типчаково-полынные, сбитые холоднополынные, сбитые разнотравные) степи и сухие степи на обыкновенных и южных черноземах, темно-каштановых и каштановых почвах суглинистых и глинистых равнин, редко степи и сухие степи на каменистых и щебнистых почвах (урожайность пастбищ 5,0—6,0 ц/га СПМ, сенокосов — 7,0—8,0 ц/га сена)

16. Злаковые (типчаковые, пырейные, ковыльные, бескильницевые, чиевые, волоснецовые, сбитые злаково-полынно-осочковые и др.) комплексные галофитные степи и сухие степи на солонцах, солонцеватых черноземах, темнокаштановых и каштановых солонцеватых почвах слабо пониженных равнин и мелких западин (урожайность пастбищ 4,0—5,0 ц/га СПМ, сенокосов — 5,0—7,0 ц/га сена)

III. Степные сенокосы и пастбища на песчаных и супесчаных разновидностях автоморфных почв с атмосферным недостаточным увлажнением

17. Злаково-разнотравные и разнотравно-злаковые (разнотравно-типчаковые, разнотравно-житняковые, ковыльные, пырейные, вейниково-разнотравные, волоснецово-разнотравные, сбитые полынно-разнотравные и др.) псаммофитные степи на супесчаных и песчаных разновиднстях каштановых почв, черноземов, темно-каштановых почв, реже псаммофитные степи на среднезаросших и разбитых песках (урожайность пастбищ 4,0—6,0 ц/га СПМ, сенокосов — 7,0—8,0 ц/га сена)

IV. Низинные, западинные и лиманные сенокосы и пастбища на полугидроморфных и гидроморфных почвах степной и лесостепной зон с грунтово-натечным и грунтовым увлажнением

18. Злаковые и разнотравно-злаковые (на засоленных почвах: бескильнецевые, разнотравно-волоснецовые, пырейные, разнотравно-бекманиевые, разнотравно-ячменевые; на незасоленных почвах: разнотравно-вейниковые, пырейные, свиноройные, типчаковые и др.) преимущественно галофитные луга на луговых, солонцеватых и солончаковатых почвах и солонцах луговых; реже низинные луга на слабозасоленных солонцеватых почвах; низинные луга на лугово-черноземных, лугово-каштановых солонцеватых почвах и солонцах луговых (урожайность пастбищ 10,0—12,0 ц/га СПМ, сенокосов — 12,0—14,0 ц/га сена)

ПОЛУПУСТЫННАЯ И ПУСТЫННАЯ ЗОНЫ

I. Полупустынные пастбища на автоморфных суглинистых и глинистых почвах с атмосферным резко засушливым увлажнением

19. Злаково-полынные (ковыльно-белополынные, житняково-полынные, типчаково-полынковые, сбитые белополынные, сильносбитые полынно-однолетниковые и др.) полупустыни на незасоленных и слабосолонцеватых светло-каштановых и бурых суглинистых почвах (урожайность пастбищ 4,0—6,0 ц/га СПМ)

20. Полынные, солянково-полынные (белополынные, чернополынные, полынно-камфоросмовые, типчаково-полынные, солянково-полынные, сбитые полынно-однолетниковые, сильносбитые однолетниковые и однолетнесолянковые и др.) комплексные галофитные полупустыни на солонцах и сильносолонцеватых светлокаштановых и бурых почвах (урожайность пастбищ 2,0—4,0 ц/га СПМ)

II. Полупустынные пастбища на супесчаных и песчаных разновидностях автоморфных почв с атмосферным резко недостаточным увлажнением

21. Полынно-злаковые и злаковые (ковыльные, житняковые, белополынно-злаковые, белополынно-прутняковые, сбитые белополынно-однолетниковые, сильносбитые однолетниковые и эфемеровые, др.) псаммофитные полупустыни на супесчаных и песчаных светло-каштановых и бурых почвах (урожайность пастбищ 4,0—6,0 ц/га СПМ)

22. Злаково-полынные, разнотравно-полынные (житняково-полынные, полынно-прутняковые, песчанополынные, кистистоволоснецовые, злаково-разнотравные, сбитые полынно-однолетниковые, сбитые разнотравно-однолетниковые, сильносбитые веничнополынные, сильносбитые однолетниковые и эфемеровые, др.) с кустарниками (джузгун, гребенщик) псаммофитные полупустыни на заросших и зарастающих песках (урожайность пастбищ 3,0—5,0 ц/га СПМ)

III. Низинные галофитные пастбища на солончаках и засоленных такырных почвах с недостаточным натечным и грунтово-натечным увлажнением

23. Сочносолянковые, полынно-солянковые (сарсазановые, биюргуновые, солеросовые, обионовые, сведовые, селитряно-полынные, однолетнесолянковые, изреженные солянковые) солончаковые пустыни на солончаках и засоленных такырных почвах (урожайность пастбищ 6,0—8,0 ц/га СПМ)

ПОЙМЕННЫЕ УГОДЬЯ

Бореальные поймы

24а. Краткопоемные разнотравно-осоково-злаковые (красноовсяницевые, тонкополевицевые, мятликовые) луга на пойменных дерновых почвах (урожайность пастбищ 6,0—8,0 ц/га СПМ, сенокосов — 14,0—16,0 ц/га сена)

24б. Долгопоемные крупнозлаковые (лангсдорфовейниковые, луговоовсяницевые, двукисточниковые) луга на пойменных дерновых, местами оторфованных почвах (урожайность пастбищ 13,0—15,0 ц/га СПМ, сенокосов — 23,0—25,0 ц/га сена)

24в. Кратко- и долгопоемные крупнозлаковые и осоковые (вейниковые, осоковые, пушицевые) болотистые луга на пойменных лугово-болотных мерзлотных почвах Азиатской части России (урожайность пастбищ 4,0—6,0 ц/га СПМ, сенокосов — 13,0—15,0 ц/га сена)

24г. Долгопоемные злаковые и осоковые (ячменевые, пырейные, лисохвостовые, бескильницевые, ситниковые) луга на пойменных луговых солонцеватых мерзлотных почвах Азиатской части России (урожайность пастбищ 8,0—10,0 ц/га СПМ, сенокосов — 16,0—18,0 ц/га сена)

Неморальные поймы

25а. Краткопоемные разнотравно-злаковые (красноовсяницевые, мятликовые, арундинелловые, щучковые) луга на пойменных дерновых малоразвитых и пойменных дерново-глееватых почвах (урожайность пастбищ 8,0—9,0 ц/га СПМ, сенокосов — 11,0—13,0 ц/га сена)

25б. Долгопоемные разнотравно-крупнозлаковые и осоково-разнотравно-крупнозлаковые (лисохвостовые, кострецовые, пырейные) луга на пойменных луговых и пойменных дерново-глеевых почвах (урожайность пастбищ 10,0—12,0 ц/га СПМ, сенокосов — 18,0—22,0 ц/га сена)

25в. Долгопоемные злаковые и осоковые (вейниковые, двукисточниковые, северолюбковые) болотистые луга на пойменных болотных и лугово-болотных почвах Азиатской части России (урожайность пастбищ 9,0—11,0 ц/га СПМ, сенокосов — 23,0—25,0 ц/га сена)

Субаридные поймы

26а. Краткопоемные крупнозлаковые (лисохвостовые, кострецовые, бескильницевые) слабогалофитные луга на пойменных луговых слабосолончаковатых почвах (урожайность пастбищ 10,0—11,0 ц/га СПМ, сенокосов — 12,0—14,0 ц/га сена)

26б. Долгопоемные злаковые, разнотравно-злаковые, осоково-разнотравно-злаковые (кострецово-пырейные, луговоовсяницевые, лисохвостовые) луга на пойменных луговых, иногда засоленных почвах (урожайность пастбищ 13,0—15,0 ц/га СПМ, сенокосов — 17,0—20,0 ц/га сена)

26в. Кратко- и долгопоемные злаковые, разнотравно-злаковые и осоково-разнотравные (монгольскополевицевые, вострецовые, мятликово- и осоково-разнотравные) луга на пойменных луговых почвах Азиатской части России (урожайность пастбищ 5,0—7,0 ц/га СПМ, сенокосов — 15,0—17,0 ц/га сена)

Аридные поймы

27а. Краткопоемные разнотравно-злаковые, галофитно-злаковые с солянками (свинороиные, ажрековые, бескильницевые, селитряно-полынные) луга на пойменных луговых, преимущественно засоленных почвах (урожайность пастбищ 9,0—10,0 ц/га СПМ, сенокосов — 11,0—13,0 ц/га сена)

27б. Долгопоемные злаковые и осоково-разнотравно-злаковые (пырейные, разнотравно-пырейные, осоковые, разнотравно-болотницево-осоковые) галофитные луга на пойменных луговых солончаковатых почвах (урожайность пастбищ 6,0—8,0 ц/га СПМ, сенокосов — 10,0—12,0 ц/га сена)

27в. Долгопоемные крупнозлаковые (тростниковые, разнотравно-злаковые в сочетании с крупноосоковыми) болотистые луга (плавни) на пойменных лугово-болотных, болотных и маршевых почвах (урожайность пастбищ 11,0—13,0 ц/га СПМ, сенокосов — 18,0—23,0 ц/га сена)

Горные территории

МЕЛКОСОПОЧНЫЙ И ПРЕДГОРНЫЙ (НИЗКОГОРНЫЙ) ПОЯС

28. Разнотравно-злаковые (ковыльно-типчаковые, разнотравно-бородачевые, вейниковые, разнотравно-ежовые, разнотравно-пырейные, разнотравно-осоково-злаковые и др.) низкогорные луга и луговые степи равнин и склонов лесного и лесостепного пояса на дерново-подзолистых, серых и бурых лесных выщелоченных и оподзоленных черноземах, местами неполноразвитых, смытых и щебнистых (урожайность пастбищ 7,0—8,0 ц/га СПМ, сенокосов — 12,0—15,0 ц/га сена)

29. Злаковые и разнотравно-злаковые (ковыльные, мелкозлаковые, бородачевые, житняковые, типчаковые, пырейные, бескильницевые, чиевые, свинойные, сбитые осочковые, полынные, разнотравные и др.) низкогорные степи равнин и склонов степного пояса на черноземах, темно-каштановых и каштановых почвах, местами неполноразвитых, солонцевато-солончаковатых, смытых и щебнистых (урожайность пастбищ 6,0—8,0 ц/га СПМ, сенокосов — 12,0—14,0 ц/га сена)

ГОРНЫЙ (СРЕДНЕГОРНЫЙ) ПОЯС

30. Оленьи пастбища с моховой, лишайниковой, кустарничковой и травянистой растительностью в различных сочетаниях на горно-тундровых щебнисто-суглинистых, щебнистых и каменистых почвах тундрового и лесотундрового пояса (урожайность пастбищ 0,5—1,5 ц/га)

31. Сообщества кедрового стланика, используемые под выпас оленей, кустарничково-моховые и кустарничково-лишайниковые на подбурах торфянистых суглинисто-щебнистых тундрового и лесотундрового пояса Азиатской части (урожайность пастбищ 2,0—3,0 ц/га)

32. Разнотравно-злаковые (вейниковые, разнотравно-луговоовсяницевые, ежовые, сбитые разнотравные и др.) горные луга и луговые степи пологих и крутых склонов на горных дерново-подзолистых, серых и бурых лесных, оподзоленных и выщелоченных черноземовидных, нередко неполноразвитых, смытых, щебнистых и скелетных почвах лесного и лесостепного поясов (урожайность пастбищ 8,0—9,0 ц/га СПМ, сенокосов — 13,0—15,0 ц/га сена)

33. Злаковые и разнотравно-злаковые (типчаково-ковыльные, разнотравно-бородачевые, пырейные, разнотравно-мелкозлаковые, сбитые разнотравные) горные степи на горных черноземах, каштановых и коричневых, нередко неполноразвитых, смытых щебнистых и скелетных почвах степного пояса (урожайность пастбищ 9,0—10,0 ц/га СПМ, сенокосов — 11,0—12,0 ц/га сена)

34. Высокоразнотравно-злаковые (луговоовсяницевые, мятликовые, часто с обилием сорнотравья, однолетнемятликовые и спорышевые сбои) луга на горных подбурах, таежных мерзлотных, дерново-подзолистых и бурых лесных, часто щебнистых почвах (урожайность пастбищ 5,0—6,0 ц/га СПМ, сенокосов — 8,0—10,0 ц/га сена)

35. Злаково-разнотравные, разнотравные, разнотравно-щучковые (вейниково-бодяковые, душистоколосково-подмаренниковые, лютиково-щучковые) луга на горных подзолистых, буротаежных, дерново-таежных и дерново-карбонатных, часто щебнистых почвах (урожайность пастбищ 6,0—7,0 ц/га СПМ, сенокосов — 9,0—11,0 ц/га сена)

36. Злаковые и осоковые (лангсдорфовейниковые, разнотравно-лангсдорфовейниковые, разнотравно-полевицевые, осоковые и др.) обедненные горные луга на горных дерново-таежных, буротаежных и бурых лесных почвах (урожайность сенокосов — 14,0—16,0 ц/га сена)

37. Разнотравные (василистниковые, вейниково-борщевиковые, мятликово-крестовниковые с куртинами крупнотравья и др.) горные луга на горных вулканических пепловых почвах (урожайность сенокосов — 18,0—20,0 ц/га сена)

ВЫСОКОГОРНЫЙ ПОЯС

38. Злаково-разнотравные и разнотравные (вейниковые, пестроовсяницево-разнотравные, тимофеевково-разнотравные, злаково-разнотравные, осоковые, кобрезиевые, разнотравные, сбитые разнотравные) высокогорные субальпийские и альпийские луга на горных луговых дерновых неполноразвитых маломощных, щебнистых, скелетных, местами оторфованных почвах субальпийского и альпийского поясов (урожайность пастбищ 9,0—10,0 ц/га СПМ, сенокосов — 14,0—16,0 ц/га сена).

Заключение

С целью изучения пространственного распределения биологических, экологических и экономических закономерностей, повышения информационного обеспечения разработано агроландшафтно-экологическое районирование природных кормовых угодий по природно-экономическим районам Российской Федерации для адаптивного размещения устойчивых агроэкосистем, рационального природопользования, оптимизации и охраны агроландшафтов.

Дана их характеристика (площади, продуктивность, кормовые ресурсы). Природные кормовые угодья (луга, сенокосы и пастбища) распространены во всех природных зонах России — от тундровой до пустынной. Луга представлены в лесной зоне центральной части страны с умеренным климатом. На севере России луга переходят в оленьи пастбища. На юге

России луга переходят в аридные пастбища. Они обеспечивают накопление углерода и накопление гумуса, многообразие и биоразнообразие ландшафтов.

Природные кормовые угодья России занимают значительные площади — 92 млн га (68 млн га — пастбищ, 24 млн га — сенокосов) и имеют значительное распространение во всех природных зонах Российской Федерации. С учетом площади оленьих пастбищ они занимают ¼ часть территории России. Общий запас корма на природных кормовых угодьях России составляет 60—80 млн т СВ.

Природные кормовые угодья являются важнейшим стратегическим ресурсом России. Это колоссальный источник накопления органического вещества, аккумулированной солнечной энергии. Продуктивный потенциал их огромен, во многом еще не использован и может быть увеличен в несколько раз простыми и эффективными приемами рационального использования и ухода.

Работа выполнена в рамках тем госзаданий: № 04.17.03.05, № 04.17.03.06, № 0597—2014—0029 «Разработать агроландшафтно-экологическое районирование природных кормовых угодий по природно-экономическим районам Российской Федерации для адаптивного размещения устойчивых агроэкосистем, рационального природопользования, оптимизации и охраны агроландшафтов».

Литература

1. Работнов Т. А. Луговедение. Учебник. 2-е изд. — М.: Изд-во МГУ, 1984. — 320 с.
2. Луговодство и пастбищное хозяйство / И.В. Ларин, А.Ф. Иванов, П.П. Бегучев, Т.А. Работнов и др. 5-е изд., перераб. и доп. — Л.: Агропромиздат. Ленингр. отд-ние, 1990. — 600 с.
3. Кормопроизводство / Н.В. Парахин, И.В. Кобозев, И.В. Горбачев, Н.Н.Лазарев, С.С. Михалев. — М.: КолосС, 2006. — 432 с.
4. Энциклопедический словарь терминов по кормопроизводству. 2-е изд. перераб. и дополн. / Косолапов В.М., Трофимов И.А., Трофимова Л.С. — М.: Россельхозакадемия, 2013. — 592 с.
5. Справочник по кормопроизводству. 5-е изд., перераб. и дополн. / Под ред. В.М. Косолапова, И.А. Трофимова. — М.: Россельхозакадемия, 2014. — 717 с.
6. Национальный атлас почв Российской Федерации. — М.: Астрель: АСТ, 2011. — 632 с.
7. Кормопроизводство в сельском хозяйстве, экологии и рациональном природопользовании (теория и практика) / В.М. Косолапов, И.А. Трофимов, Л.С. Трофимова. — М.: Россельхозакадемия, 2014. 135 с.
8. Классификация сенокосов и пастбищ по природным зонам СССР / И.А. Цаценкин, О.Н. Чижиков, С.И. Дмитриева, Н.В. Беляева. — М.: ВИК, 1976. — 36 с.
9. Косолапов В.М., Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П. Агроландшафты Центрального Черноземья. Районирование и управление. — М.: Изд. дом «Наука», 2015. — 198 с.
10. Косолапов В.М., Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П. Рациональное природопользование и кормопроизводство в сельском хозяйстве России. — М.: РАН, 2018. — 132 с.
11. Концепция сохранения и повышения плодородия почвы на основе биологизации полевого кормопроизводства по природно-экономическим районам России / Михайличенко Б.П., Новоселов Ю.К., Шпаков А.С., Киреев В.Н. и др. — М.: Информагротех, 1999. — 108 с.
12. Николаев В.А. Основы учения об агроландшафтах // Агроландшафтные исследования. Методология, методика, региональные проблемы. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1992. — С. 4—57.
13. Кочуров Б.И. География экологических ситуаций (экодиагностика территорий). — М.: ИГ РАН, 1997. — 132 с.
14. Почвенно-экологическое районирование. 1:15000000 // Почвенная карта РСФСР. 1:2500000 / Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева, ВАСХНИЛ. — М.: ГУГК, 1988. — 1 л.
15. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2019 году. — М.: Росреестр, 2020. — 197 с.
16. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2016 г.» / Н.Г. Рыбальский, Е.В. Муравьева, В.В. Снакин, И.А. Трофимов и др. — М.: Минприроды России; НИА-Природа, 2017. — 760 с.
17. Природные кормовые угодья Российской Федерации и сопредельных государств. Карта. 1:4000000. — М.: ФСГК, 2001. — 4 л.
18. Экологический атлас России / Отв. ред. О.А. Евтеев, Л.Ф. Январева. — СПб: Изд. дом «Карта», 2002. — 128 с.
19. Эколого-географическая карта Российской Федерации. 1:4000000. — М.: ФСГК, 1996. — 4 л.
20. Раменский Л. Г. Избранные работы. Проблемы и методы изучения растительного покрова. — Л.: «Наука», 1971. — 333 с.
21. Методические указания по классификации сенокосов и пастбищ равнинной территории европейской части СССР. — М.: ВАСХНИЛ, ВНИИ кормов, 1987. — 148 с.

Сведения об авторах:

Трофимов Илья Александрович, д.г.н., к.б.н., зав. лабораторией геоботаники и агроэкологии ФГБНУ «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса» (ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»), профессор кафедры экологии и природопользования Института естествознания ФГБОУ ВО ТГУ имени Г.Р. Державина, академик Российской экологической академии (РЭА), руководитель Московского областного отделения РЭА, зампредседателя секции «Агроэкология» РЭА; e-mail: viktrofi@mail.ru.

Трофимова Людмила Сергеевна, к.с.-х.н., доцент, в.н.с. лаборатории геоботаники и агроэкологии ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса», чл.-корр. РЭА; e-mail: viktrofi@mail.ru.

Яковлева Елена Петровна, с.н.с. лаборатории геоботаники и агроэкологии ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»; e-mail: viktrofi@mail.ru.

Почвы

УДК 332.3; 332.54; 711.14

Исчисление средоформирующего потенциала территории региона на основании сведений о её почвенном покрове

А.П. Сизов, д.т.н., Я. Маринова
Московский государственный университет геодезии и картографии

В статье показана роль почв и почвенного покрова в пространственном развитии территорий, одним из инструментов оценки которого предложен расчёт средоформирующего потенциала (СФП) территории. На примере двух регионов с контрастным почвенным покровом (Республика Марий Эл — субъект РФ и Республика Молдова) осуществлена апробация процедуры исчисления СФП, в основание чего заложены сведения о почвах и почвенном покрове регионов. Установлено, что соотношение площадей различных почвенных выделов (типов и подтипов почв), обеспечивающих пространственную дифференциацию биопродуктивности, целесообразно использовать в качестве нового критерия при исчислении СФП территории. Выявлено, что наиболее высоким потенциалом в обеих республиках обладают земли, расположенные в более контрастных «зима-лето» климатических условиях. Абсолютные величины удельного СФП на территории Марий Эл (290,1–391,4 балл/м^2) существенно (~в 2,3–2,9 раза) ниже, чем аналогичные на территории Молдовы (837,9–888,4 балл/м^2), первопричиной чего являются различия в литолого-климатических условиях. Дифференциация величины удельного СФП по почвенным показателям на территории Марий Эл существенно выше, чем на близкой по площади и конфигурации территории Молдова, что связано с большей ролью климата по сравнению с почвенно-орографическими условиями в становление величины СФП. Показатель «СФП территории» рекомендуется ввести в системы мониторинга земель, в первую очередь — земель с.-х. назначения, что позволит выявить наиболее ценные земли с высоким потенциалом плодородия и воспроизводства почв.

Ключевые слова: пространственное развитие территорий, Марий Эл, Молдова, средоформирующий потенциал территории, почва, почвенный покров.

Введение. Понятие средоформирующего потенциала территории и необходимость его развития. Одной из важнейших предпосылок оживления и развития экономики стран и регионов является наличие и эффективное использование различных видов потенциалов территории. Одним из авторов настоящей статьи ранее был введён в научный оборот новый вид потенциала территории — средоформирующий потенциал (далее — СФП), оценка которого необходима для характеристики пространственного развития территорий. Под СФП территорий в широком смысле понимается совокупность всех природных ресурсов, факторов и условий территории, обладающих средообразующими, средовоспроизводящими и средозащитными свойствами, включая почвы. Предложен и обоснован алгоритм исчисления СФП территории, в основе которого лежит соотношение площадей различных видов угодий [4]. Процедуры исчисления СФП апробированы для разных видов территории и для различных способов их пространственного развития, результаты отражены в ряде публикаций [4–6]

Дальнейшее исследование возможностей оценки СФП необходимо в целях эффективного управления земельными ресурсами на различных территориальных уровнях. Результаты такой оценки целесообразно использовать при осуществлении мониторинга земель в качестве научно обоснованного критерия для регулирования качества земель и их рационального использования.

Постановка задачи. Роль почвы в пространственном развитии территорий и возможности использования её характеристик при расчёте СФПТ. Россия обладает огромными земельными

ресурсами, их основу составляет почвенный покров. Выдающиеся русские ученые В.В. Докучаев и Д.И. Менделеев считали почвы одним из «главных естественных богатств», а В.В. Докучаев к тому же мудро отмечал, что из всех стихий природы только почва никогда не вредила человеку, а напротив, всегда кормила его и сохраняла окружающий человека мир. Русский чернозем, «царь почв» по его выражению был и остается эталоном почвенного плодородия. Обширная площадь почвенного покрова России и разнообразие почв обусловливают их решающее значение в регулировании процессов глобальных изменений окружающей природной среды и продовольственного потенциала страны. Россия обладает также и огромными почвенными богатствами. Из общей площади страны в 17,1 млн км^2 развитый почвенный покров, по различным источникам, сформирован примерно на 14,5 млн км^2. Остальные территории заняты водными поверхностями, выходами горных пород, нарушенными и застроенными землями *etc*. Почвенные ресурсы России, несмотря на их невысокий в целом сельскохозяйственный потенциал, имеют особое значение в системе мировых почвенных ресурсов, обеспечивая функционирование около 9% мировой пашни и свыше 20% мировой площади лесов. Это определяет *актуальность* исследования.

Целью настоящей работы — установление возможности учёта показателей, характеризующих почвенный покров, для оценки и перспективного планирования развития территорий. *Гипотеза исследования*, описываемого в статье, заключается в предложении использовать в качестве нового информационного основания для исчисления СФП территории соотношение площадей различных почвенных выделов, обеспечивающих пространственное дифференцирование биопродуктивности земель и кислородного баланса, что характеризует средоформирующие свойства территории. Это следует из общепризнанного положения, что важнейшей характеристикой почвенных ресурсов, с точки зрения их использования, является плодородие, именно благодаря которому почва производит дополнительную стоимость и в полной мере обеспечивает продовольственную потребность населения и стабилизирует экологическое состояние территории. Уникальность почвенных ресурсов и их природные богатства — вот два ключевых фактора, которые должны обеспечивать конкурентные преимущества и комплексное развитие регионов. С этих позиций СФП территории определяет максимально возможную продуктивность земель, обусловленную качеством почв, и оптимальный кислородный баланс.

Объектом исследования послужили территории двух репрезентативных регионов. *Предметом* исследования выступили сведения о почвах и почвенном покрове этих территорий. *Методами* исследования явились информационно-логический анализ данных о состоянии почв и прямой счёт по разработанным алгоритмам. *Задачами* данной работы стали:

— разработка алгоритма исчисления СФП территории на основе сведений о почвах и почвенном покрове региона;

— формирование нормативных величин и фактических сведений о почвах и почвенном покрове изучаемых регионов;

— исчисление СФП территории изучаемых регионов;

— картографическое отображение результатов исчисления СФП территории регионов и их анализ.

Исходные данные. Характеристика почв и почвенного покрова Марий Эл и Молдовы. Для реализации гипотезы о возможности использования характеристик почвенного покрова как основания для исчисления СФП территории в качестве объектов исследования были взяты территории двух репрезентативных регионов, близких по площади и конфигурации границ, достаточно компактных и внутренне изоморфных по основным природно-географическим условиям. В то же время эти регионы обладают контрастным почвенным покровом в силу различий, в первую очередь, климатических и литологических условий. Различия в государственном статусе исследуемых регионов в данной ситуации не являются существенными. В результате анализа распространения почв различных типов и подтипов в Республике Марий Эл и Республике Молдова на основании сведений Национального атласа почв Российской Федерации (*рис. 1, вклейка*) [3] и почвенной карты Республики Молдова, составленной Крупенниковым И.А., Родиной А.К., Урсу А.Ф. (*рис. 2, вклейка*) [1], были рассчитаны площади почв для территорий обоих регионов.

Основные черты почвенного покрова Марий Эл. По почвенно-географическому районированию территория Марий Эл находится на стыке бореального и суббореального географических поясов. Бореальный пояс в границах республики (западная и центральная часть Левобережья) представлен восточной окраиной Среднерусской почвенной провинции зоны дерново-подзолистых почв южной тайги. Суббореальный пояс представлен в Правобережье Приокско-Сурской (Среднерусской) почвенной провинцией, а в восточной части Левобережья — Прикамской почвенной провинцией зоны серых лесных почв широколиственных лесов. Согласно почвенной карте, наибольший удельный вес в почвенном покрове республики (около 41,9%) занимают дерново-подзолистые иллювиально-железистые почвы (*рис. 3*).

Основные черты почвенного покрова Молдовы. Неоднородность природных условий обусловила образование разнообразного почвенного покрова Молдовы, насчитывающего 745 разновидностей. 74% территории страны покрыто чернозёмами. Около 12% находится под бурыми и серыми

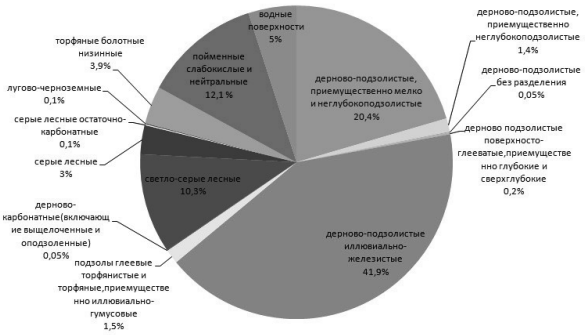

Рис. 3. **Распространение почв различных типов и подтипов в Республике Марий Эл**

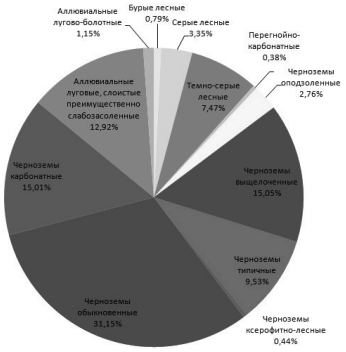

Рис. 4. **Распространение почв различных типов и подтипов в Республике Молдова**

лесными почвами. Около 14% составляют пойменно-луговые почвы (*рис. 4*). Наиболее плодородные почвы — типичные и выщелоченные чернозёмы — занимают большие площади на севере республики. Обыкновенные и карбонатные чернозёмы распространены в пониженных ровных пространствах и террасах рек на юге в пределах Южно-Молдавской равнины. Лесные почвы распространены на возвышенностях лесостепной зоны на высотах более 200 м под широколиственными лесами.

Результаты исследования и их обсуждение. Апробация процедуры исчисления средоформирующего потенциала на основании сведений о почвах и почвенном покрове ре-

Таблица 1

Распространение почв различных типов и подтипов в Республике Марий Эл, тыс. га

Тип почвы	*Зона 1*	*Зона 2*	*Зона 3*	
Подзолы глеевые торфянистые и торфяные, преимущественно иллювиально-гумусовые	0,0	25,3	9,6	34,9
Дерново-подзолистые, преимущественно мелко и неглубокоподзолистые	57,0	294,8	126,8	478,6
Дерново-подзолистые, преимущественно неглубокоподзолистые	32,4	0,0	0,0	32,4
Дерново-подзолистые, прочие	0,7	0,0	0,0	0,7
Дерново-подзолистые поверхносто-глееватые, преимущественно глубокие и сверхглубокие	0,0	0,0	3,9	3,9
Дерново-подзолистые иллювиально-железистые	375,5	532,8	70,8	979,1
Дерново-карбонатные	0,0	0,3	0,0	0,3
Светло-серые лесные	0,0	3,6	238,3	241,9
Серые лесные	0,0	16,6	53,2	69,8
Серые лесные остаточно-карбонатные	0,0	0,0	2,9	2,9
Торфяные болотные низинные	60,4	25,5	4,3	90,2
Лугово-черноземные	3,0	0,0	0,0	3,0
Пойменные слабокислые и нейтральные	87,1	180,2	15,7	283,0
Водные поверхности	94,9	22,0	0,0	116,9
Всего	711,0	1101,1	525,4	2337,5

Таблица 2

Распространение почв различных типов и подтипов в Республике Молдова, тыс. га

Тип почвы	*Зона 1*	*Зона 2*	*Зона 3*	
Бурые лесные	0,0	269,2	0,0	269,2
Серые лесные	307,1	838,0	0,0	1 145,1
Темно-серые лесные	818,3	1 724,2	10,2	2 552,7
Перегнойно-карбонатные	116,9	14,4	0,0	131,3
Черноземы оподзоленные	771,4	153,3	18,2	942,9
Черноземы выщелоченные	2 689,1	1 967,9	487,8	5 144,8
Черноземы типичные	2 518,2	739,8	0,0	3 258,0
Черноземы ксерофитно-лесные	0,0	54,4	95,6	150,0
Черноземы обыкновенные	1 736,0	4 254,3	4 657,8	10 648,1
Черноземы карбонатные	217,7	1 677,2	3 233,9	5 128,8
Аллювиальные луговые, слоистые преимущественно слабозасоленные	1 205,3	1 974,7	1 236,5	4 416,5
Аллювиальные лугово-болотные	0,0	42,5	350,1	392,5
Всего	10 380,0	13 710,0	10 090,0	34 180,0

Рис. 1. **Почвенная карта и сетка дифференциации Республики Марий Эл по экономическому развитию**

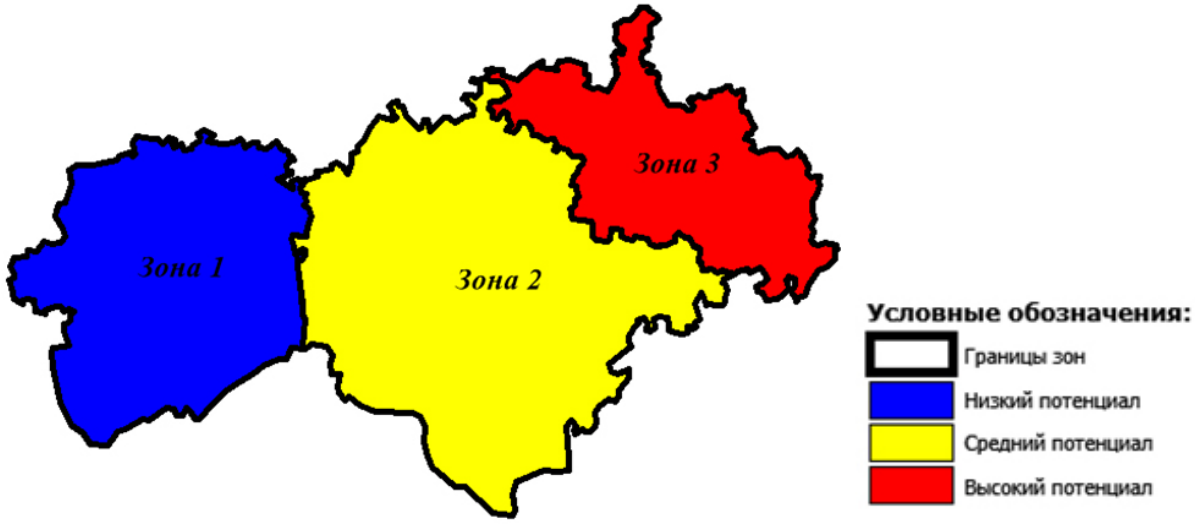

Рис. 5. **Схема дифференциации Республики Марий Эл по величине средоформирующего потенциала территории**

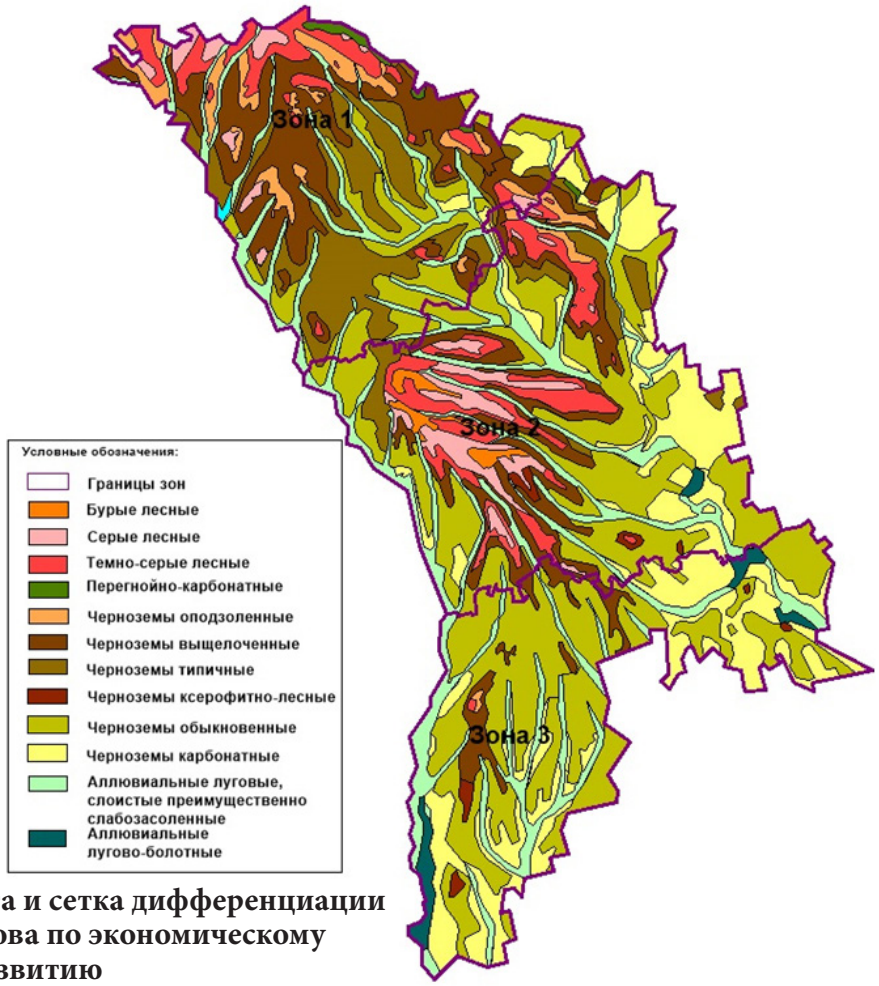

Рис. 2. **Почвенная карта и сетка дифференциации Республики Молдова по экономическому развитию**

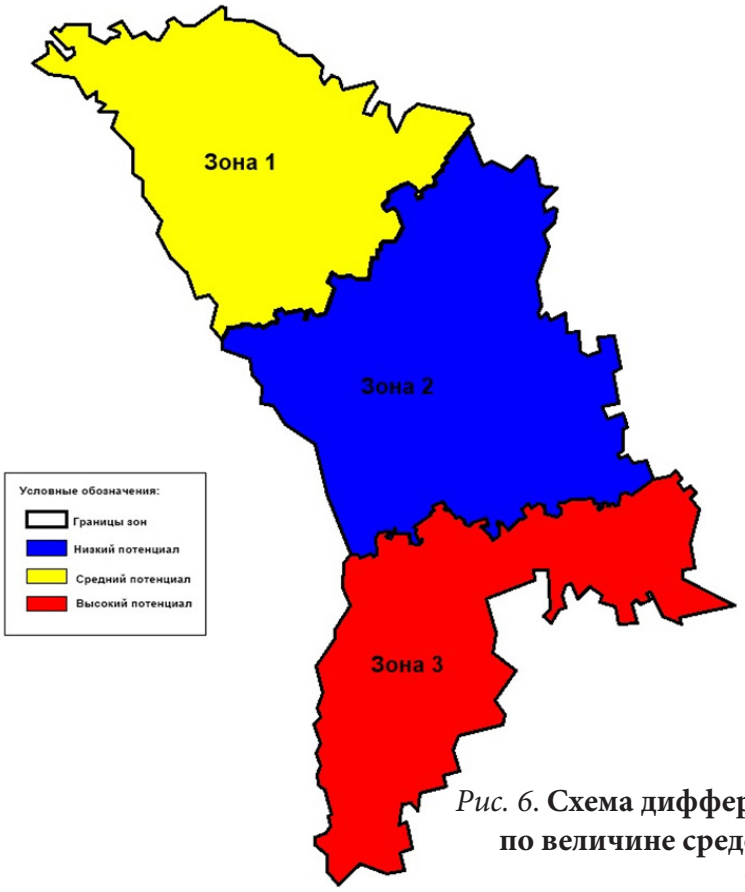

Рис. 6. **Схема дифференциации Республики Молдова по величине средоформирующего потенциала территории**

Таблица 3

Поправочные коэффициенты на относительную ценность почв для исчисления средоформирующего потенциала территории в Республике Марий Эл

Тип почвы	K_i
Подзолы глеевые торфянистые и торфяные, преимущественно иллювиально-гумусовые	0,5
Дерново-подзолистые, преимущественно мелко и неглубокоподзолистые	0,8
Дерново-подзолистые, преимущественно неглубокоподзолистые	0,8
Дерново-подзолистые, прочие	0,6
Дерново-подзолистые поверхносто-глееватые, преимущественно глубокие и сверхглубокие	0,7
Дерново-подзолистые иллювиально-железистые	0,7
Дерново-карбонатные	1,0
Светло-серые лесные	1,1
Серые лесные	1,2
Серые лесные остаточно-карбонатные	1,3
Торфяные болотные низинные	0,9
Лугово-черноземные	1,5
Пойменные слабокислые и нейтральные	1,4

Таблица 4

Поправочные коэффициенты на относительную ценность почв для исчисления средоформирующего потенциала территории в Республике Молдова

Тип почвы	K_i
Бурые лесные	1,2
Серые лесные	1,25
Темно-серые лесные	1,3
Перегнойно-карбонатные	1,35
Черноземы оподзоленные	1,5
Черноземы выщелоченные	1,6
Черноземы типичные	1,8
Черноземы ксерофитно-лесные	1,7
Черноземы обыкновенные	1,75
Черноземы карбонатные	1,7
Аллювиальные луговые, слоистые преимущественно слабозасоленные	1,4
Аллювиальные лугово-болотные	1,3

Таблица 5

Результаты исчисления средоформирующего потенциала территории в Республике Марий Эл, тыс. баллов

Тип почвы	*Зона 1*	*Зона 2*	*Зона 3*	
Подзолы глеевые торфянистые и торфяные, преимущественно иллювиально-гумусовые	0,0	5060,0	1920,0	6980,0
Дерново-подзолистые, преимущественно мелко и неглубокоподзолистые	18240,0	94336,0	40576,0	153152,0
Дерново-подзолистые, преимущественно неглубокоподзолистые	10368,0	0,0	0,0	10368,0
Дерново-подзолистые, прочие	168,0	0,0	0,0	168,0
Дерново-подзолистые поверхносто-глееватые, преимущественно глубокие и сверхглубокие	0,0	0,0	1092,0	1092,0
Дерново-подзолистые иллювиально-железистые	105140,0	149184	19824,0	274148,0
Дерново-карбонатные	0,0	120,0	0,0	120,0
Светло-серые лесные	0,0	1584,0	104852,0	106436,0
Серые лесные	0,0	7968,0	25536,0	33504,0
Серые лесные остаточно-карбонатные	0,0	0,0	1508,0	1508,0
Торфяные болотные низинные	21744,0	9180,0	1548,0	32472,0
Лугово-черноземные	1800,0	0,0	0,0	1800,0
Пойменные слабокислые и нейтральные	48776,0	100912,0	8792,0	158480,0
Водные поверхности	0,0	0,0	0,0	0,0
Всего	206236,0	368344,0	205648,0	780228

гионов. Для анализа пространственного развития территории регионов осуществили анализ дифференциации территории Марий Эл и Молдовы по экономическому развитию и создали сетки дифференциации обеих республик по их экономическому развитию с выделением трёх зон в каждой республике (рис. 1, 2).

Распределение площадей различных почвенных выделов внутри зон исчислено при помощи программного продукта ГИС «MapInfo Professional», версия 15 *на основе отсканированных карт* в масштабе 1: 2 500 000 (*табл. 1, 2*). По этим данным возможен расчёт СФП территории различных по экономическому развитию зон. Он выполнен путём реализации модифицированного алгоритма исчисления величины СФП территорий [4]:

$$P^{сф}=P^{уд} \times \sum_{i=1}^{n}(K_i \times S_i), \qquad (1)$$

где: $P^{сф}$ — СФП территорий, баллы; $P^{уд}$ — усреднённый удельный СФП на территории республики, балл/м^2; K_i — поправочный коэффициент на относительную ценность почв различных типов и подтипов; S_i — площадь почв различных типов и подтипов на территории республик, м^2.

Для определения $P^{уд}$ на территории республик необходимо знать приуроченность её к лесорастительной зоне [2]. Вся территория Марий Эл входит в зону хвойно-широколиственных лесов, которой присвоено 400 балл/м^2. $P^{уд}$ для территории Молдовы был исчислен, исходя из соотношения площадей лесостепной и степной зон, и составил 533 балл/м^2.

На основании данных о бонитировке почв были разработаны системы поправочных коэффициентов для почв республик (*табл. 3, 4*). Таким образом, мы получили все исходные данные для исчисления СФП, осуществлённого посредством специально подготовленных таблиц в Microsoft Excel. Результаты исчисления СФП сведены в *табл. 5, 6*.

Заключительным этапом в анализе СФП является расчёт фактических (зависящих от соотношения типов и подтипов почв) удельных величин СФП для каждой из трёх зон по формуле (2):

$$P^{уд_факт}_i = P^{сф}_i / S_i \qquad (2)$$

где: $P^{уд_факт}_i$ — фактическая удельная величина СФП для зон, балл/м^2; $P^{сф}_i$ — суммарный СФП зон, баллы; S_i — площадь зон, м^2; i — номер зоны.

Карты-схемы дифференциации фактической удельной величины СФП для зон представлены на *рис. 5, 6 (вклейка)*.

Для Марий Эл наиболее высокий показатель фактической удельной величины СФП выявлен в Восточной зоне 3 (391,4 балл/м^2), в Западной зоне 1 он самый низкий (290,1 балл/м^2), в Центральной зоне 2 эта величина является средней (334,5 балл/м^2). Таким образом, прослеживается чёткая зависимость — при продвижении с запада на восток, с ростом континентальности климата, растёт и удельная величина СФП территории, рассчитанная по материалам почвенных обследований.

Для Молдовы фактическая удельная величина СФП почти в 3 раза выше, чем в Марий Эл. Наиболее высока она в Южной зоне 3 — 888,4 балл/м^2. Для Северной зоны 1 характерны промежуточные 857,2 балл/м^2, а для Центральной зоны 2 — наиболее низкие 837,9 балл/м^2. Ситуация связана с тем, что на юге Молдовы достаточно тепла, осадков и богатой растительности для формирования мощных плодородных почв, а значит, и СФП земель на юге Молдовы выше, нежели в других регионах.

Выводы и предложения

1. Установлено, что средформирующий потенциал (СФП), наряду с другими видами потенциалов природы, играет важную экологическую и экономическую роли, поскольку использование природных ресурсов — следствие происходящих в той или иной стране или регионе социально-экономических процессов, определяющих развитие их экономики.

Таблица 6

Результаты исчисления средоформирующего потенциала территории в Республике Молдова, тыс. баллов

Тип почвы	*Зона 1*	*Зона 2*	*Зона 3*	
Бурые лесные	0,00	172 180,32	0,00	172 180,32
Серые лесные	204 588,05	558 309,51	0,00	762 897,56
Темно-серые лесные	566 973,74	1 194 731,44	7 081,44	1 768 786,62
Перегнойно-карбонатные	84 144,18	10 354,32	0,00	94 498,50
Черноземы оподзоленные	616 758,29	122 572,94	14 534,91	753 866,14
Черноземы выщелоченные	2 293 265,33	1 678 233,65	415 983,05	4 387 482,03
Черноземы типичные	2 416 002,33	709 742,05	0,00	3 125 744,39
Черноземы ксерофитно-лесные	0,00	49 319,02	86 595,07	135 914,09
Черноземы обыкновенные	1 619 254,00	3 968 235,64	4 344 543,36	9 932 033,00
Черноземы карбонатные	197 239,85	1 519 751,69	2 930 202,36	4 647 193,90
Аллювиальные луговые, слоистые преимущественно слабозасоленные	899 372,47	1 473 528,60	922 687,49	3 295 588,57
Аллювиальные лугово-болотные	0,00	29 413,605	242 577,361	271 990,966
Всего	8 897 598,24	11 486 372,79	8 964 205,04	29 348 176,08

2. В настоящее время новое понятие СФП территории недостаточно используется в теории и практике земельных отношений; исчисление его осуществлено лишь в рамках отдельных научных и методических публикаций.

3. Соотношение площадей различных почвенных выделов, обеспечивающих пространственную дифференциацию биопродуктивности, целесообразно использовать в качестве нового критерия при исчислении СФП территории.

4. По результатам апробации исчисления СФП территорий Марий Эл и Молдовы на основании сведений о почвах выявлено, что наиболее высоким потенциалом в обеих республиках обладают земли, расположенные в более контрастных «зима-лето» климатических условиях (третьи зоны: Восточная в Марий Эл и Южная в Молдове).

5. Абсолютные величины удельного СФП по сведениям о почвах на территории Марий Эл (290,1—391,4 балл/м^2) существенно (~в 2,3—2,9 раза) ниже, чем аналогичные на территории Молдовы (837,9—888,4 балл/м^2), первопричиной чего являются различия в литолого-климатических условиях.

6. Дифференциация величины удельного СФП по почвенным показателям на территории Марий Эл существенно выше, чем на близкой по площади и конфигурации территории Молдовы, что связано с большей ролью климата по сравнению с почвенно-орографическими условиями в становление величины СФП.

7. На основании выполненного исследования показатель «СФП территории» рекомендуется ввести, в целях более эффективного использования земель хозяйствующими субъектами при бережном отношении к почвам, повышения их плодородия, недопущения негативных процессов, в системы мониторинга земель, в первую очередь — земель с.-х. назначения.

Что даст реализация этих выводов и практических предложений?

Во-первых, позволит выявить наиболее ценные земли, которые обладают высоким потенциалом плодородия и воспроизводства. Во-вторых, позволит более рационально использовать земли по целевому назначению. В-третьих, определит оптимальное сочетание видов угодий для получения максимального урожая сельскохозяйственных культур, являющихся экономической базой, способствующей развитию территории.

Предполагаем, что СФП в дальнейшем может стать ключевым показателем при решении ряда проблем, препятствующих равномерному устойчивому развитию территорий, а также позволит выявить наиболее ценные земли, которые изначально были недооценены и считались неперспективными.

Благодарность. Статья подготовлена в рамках госзадания 0708—2020—0001 Минобрнауки России.

Литература

1. Атлас Молдавской ССР. — Кишинёв, 1990. — 156 с.
2. Методика исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды / Утв. приказом Минприроды России от 08.07.2010 № 238; зарег. в Минюсте России 07.09.2010 № 18364.— ИПС «Консультант Плюс». URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_104774/.
3. Национальный Атлас почв Российской Федерации. — М.: Астель, 2011. — 632 с.
4. Сизов А.П., Кресникова Н.И., Сладкопевцев С.А., Братков В.В. Исчисление средоформирующего потенциала особо охраняемых территорий в границах сверхкрупного города в процессе государственного мониторинга его земель // Естественные и технические науки, 2018. №11(125). — С. 210—217.
5. Сизов А.П. Локальный мониторинг земель в регионе как инструмент управления земельными ресурсами и сохранения средоформирующего потенциала территории // Использование и охрана природных ресурсов в России, 2021. №4 (168). — С. 43—49.
6. Chernykh E., Sizov A., Bogdanova O., Simakova T. Assessment of Media-Forming Potential of the Territory in the Implementation of the Lands. — В кн.: VIII International Scientific Siberian Transport Forum. TransSiberia 2019, V. 2 / Ed.: Z. Popovic, , A. Manakov, V. Breskich, (Advances in Intelligent Systems and Computing). — Springer, 2019. — № 58. 1116 AISC P. 577—588. URL: https://www.springer.com/us/book/9783030379186/.

Сведения об авторах:

Сизов Александр Павлович, проф., д.т.н., проф. кафедры землеустройства и кадастров Московского государственного университета геодезии и картографии (МИИГАиК), e-mail: ap_sizov@mail.ru.

Маринова Яна, магистр землеустройства и кадастров МИИГАиК, e-mail: yanamarinova-16@yandex.ru.

УДК 631.4, 004.43

Разработка кроссплатформенных мобильных приложений по почвоведению с использованием фреймворка Flutter

Н.Н. Рыбальский, к.б.н., факультет почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова
В.А. Долгинова, к.б.н., Научно-аналитический центр «Агропрогноз»

В статье показан переход от приоритета разработки программ для стационарных компьютеров к мобильным приложениям. Представлены результаты исследования функционала современных инструментов создания мобильных приложений. Приведены особенности нативной и кроссплатформенной разработки. Проведен анализ разработки кроссплатформенных приложений на примере фреймворка Flutter и языка программирования Dart. Разработан алгоритм создания мобильных приложений по почвоведению.

Ключевые слова: почвоведение, почва, экология, программирование, мобильное приложение, апка, фреймворк, Flutter, мультиплатформенный, кроссплатформенность, кроссплатформенный, Android, iOS, язык программирования, Dart, мобильное устройство, смартфон.

Введение

Реальный и виртуальный мир все более плотно переплетаются благодаря развитию цифровых технологий и ежегодному росту доступности интернета. В развитых странах уже сейчас средняя скорость стационарного подключения возросла до 100 Мбит/с, а скорость мобильного интернета — до 60 Мбит/с, что дает возможность получать необходимую информацию в любом месте в любое время [1]. Русскоязычный сегмент интернета сильно развит: Россия входит в топ-10 стран по количеству интернет-пользователей (80% от общей численности населения в возрасте старше 12 лет [2]. В среднем человек проводит в интернете около 7 часов в день; в России и мире этот показатель ежегодно растет [3].

Сегодня большую часть времени люди заходят в интернет через мобильные устройства — смартфоны и планшеты. Крупнейшие компании создают свои собственные приложения, а научные и образовательные организации дают возможность пользователям получать доступ к своим сервисам буквально касанием пальца по экрану мобильного устройства; в частности доступны приложения МГУ, МГИМО, МГТУ им. Н.Э. Баумана, а также многих других научно-образовательных учреждений. Активно появляются приложения по почвоведению — по классификации, картированию, физико-химическим анализам и даже несколько игр (Save Soil, Soil Puzzle и др.).

Актуальность исследования

В ноябре 2016 г. в мире произошел качественный переход от приоритета использования стационарных компьютеров к мобильным устройствам (*рис. 1*). Есть все предпосылки предполагать, что данная динамика сохранится и к 2025 году более 70% всех пользователей интернета будут выходить «в онлайн» с мобильных устройств.

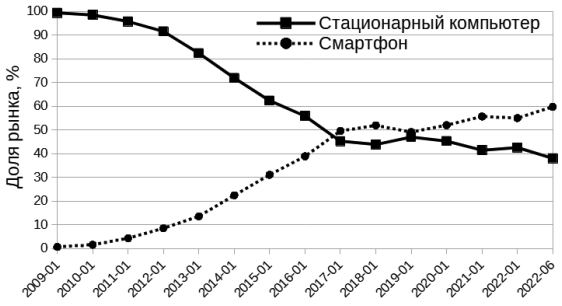

Рис. 1. **Динамика доли рынка стационарных компьютеров и мобильных устройств в мире с 2009 по 2022 гг.** (%; по данным Statcounter [4])

Но почему люди просто не используют вебсайты вместо мобильных приложений? Ведь там точно также можно наверстать любой *пользовательский интерфейс* (т.е. элементы внешнего вида программы — окошки, кнопки, элементы дизайна и проч.) и предоставить доступ к разнообразным веб-сервисам. Изначальная популярность мобильных приложений по сравнению с программами для настольных компьютеров во многом достигалась за счет того, что при запуске приложений на мобильных устройствах используется *виртуализация*, т.е. каждое приложение работает в своем «контейнере», что исключает возможность самопроизвольного запуска вредоносного кода, если, конечно, пользователь сам не даст доступ приложению к критически важным компонентам системы. Мобильные устройства в отличие от компьютеров изначально работают по принципу *магазина приложений* — используя единый каталог проверенных безопасных программ, откуда можно скачивать и устанавливать необходимые приложения в один клик, что существенно снизило «порог вхождения» для новых пользователей. Есть и множество других причин: персонализация и адаптация приложения под конкретного пользователя, использование сенсоров и встроенных компонентов мобильного

устройства (камера, GPS, гироскоп и др.), возможность работы оффлайн и проч.

Всё это сегодня сделало мобильные приложения основным поставщиком ИТ-сервисов широким слоям населения. Стационарный компьютер постепенно уступает место мобильным устройствам по охвату пользователей и переходит из массового использования в категорию узко-специализированных инструментов. Несмотря на то, что компьютер до сих пор остается важнейшим инструментом за счет высоких вычислительных мощностей и удобства вывода информации на большеформатных мониторах, для научного сообщества мобильный доступ к информации приобретает всё большую важность — можно использовать смартфон для внесения почвенных данных прямо «в поле», получить доступ к презентации, иметь возможность написать вопрос в чат спикеру на конференции через мобильное приложение и др.

Для почвоведов это означает, что коммуникацию с пользователями научных, научно-популярных или образовательных программных продуктов отныне стоит выстраивать, ориентируясь в значительной степени на мобильную составляющую — смартфоны/планшеты, через приложения на которых люди читают, смотрят и взаимодействуют с контентом.

Цель и задачи исследования

Цель исследования — разработка алгоритма создания мобильных приложений по почвоведению.

Задачи:

— изучение современных инструментов создания мобильных приложений;

— анализ существующих решений обеспечения кроссплатформенности разработки;

— исследование возможностей популярного фреймворка Flutter и языка программирования Dart для создания мобильных приложений по почвоведению;

— разработка алгоритма создания мобильных приложений по почвоведению.

Объекты и методы

Фреймворк — структурированная программная среда разработки, созданная для упрощения ИТ-разработки. По сути является «каркасом»; набором готовых программных средств, которые позволяют не «изобретать велосипед», а использовать стек (набор) технологий в рамках единого *API* (набора компонентов для взаимодействия одной программы с другой). На сегодняшний момент создано множество фреймворков для решения разнообразных задач программирования, например, Spark (большие данные); Angular, Django и Flask (веб-приложения); React Native и Flutter (мобильные приложения) и др.

Flutter — бесплатный фреймворк с открытым исходным кодом, появившийся в 2017 году с целью упростить разработку мобильных приложений и сделать удобную *кроссплатформенную* (т. е. доступную сразу на нескольких платформах, например, на Android, iOS, Windows и Linux) интеграцию из единой базы программного кода. Написан на C, C++ и Dart; для вывода графики использует Skia (быстрая open-source кроссплатформенная 2D библиотека, которая применяется, например, в Google Chrome и LibreOffice).

Dart — это объектно-ориентированный язык программирования с Си-подобным синтаксисом, использующийся во фреймворке Flutter; появился в 2011 году.

Фреймворк Flutter включает следующие компоненты:

— «*платформа*» на основе виртуальной машины Dart, использующая динамическую JIT-компиляцию; важным преимуществом платформы является возможность обновления приложения «на лету», без необходимости его перезапуска;

— «*движок*» Flutter (на основе Skia) — среда выполнения, обеспечивающая отрисовку графики, интерфейсы ввода-вывода, поддержку плагинов и проч.

— *DevTools* (инструменты разработчика) для диагностики и отладки приложений, повышения их производительности и поиска ошибок;

— *виджеты* и библиотека Foundation — базовые классы и функции для работы с виджетами — программными компонентами из которых, как из «кирпичиков» выстраивается приложение; удобство виджетов в том, что они имеют возможность создания вложенной структуры и каждый виджет может обновлять свой контент по необходимости, обособленно.

Для работы с Flutter удобно использовать IDE (интегрированная среда разработки); официально поддерживаются Visual Studio Code, Android Studio, Emacs и IntelliJ IDEA. Но также можно использовать интерфейс командной строки, который позволяет разрабатывать приложения даже на устаревших компьютерах. Также удобно использовать удалённый проигрыватель кода dartpad.dev.

В исследовании использовалась версия фреймворка Flutter 3.0.5-stable и язык программирования Dart версии 2.17.6 (2022 г.).

Обзор технологий

Важно понимать, что Flutter используется в первую очередь для frontend-разработки (т.е. создания «клиента», интерфейса пользователя). При разработке сетевых приложений, которые используют удаленное подключение к серверу, отдельно необходимо создание «серверной» (backend) части приложения. Причина, по которой Flutter плохо подойдет для сервера кроется в том, что язык Dart сильно проигрывает по производительности большинству других компилируемых языков. Изначально язык Dart создавался

как альтернатива JavaScript, который сегодня является самым популярным языком программирования в мире [5]. Помимо того, что практически любой веб-сайт содержит JavaScript, этот язык еще является и универсальным — на нем пишут и клиент и сервер (Node.js). Flutter же изначально был сфокусирован на максимально эффективном создании интерфейса приложений; при этом обеспечивая высокую совместимость с различными серверными API.

Кроме того, Flutter можно использовать не только для разработки мобильных приложений, но и для проектирования любых интерфейсов, например, веб-сайтов; хотя на этом поле Flutter проигрывает в быстродействии традиционной связке HTML/CSS/JS. Это не особо заметно на небольших сайтах, однако существенно замедляет работу масштабных проектов, а также существенно снижает эргономичность. Проблема в том, что Flutter «отрисовывает» веб-страницу фактически попиксельно (код на Dart в данном случае транслируется в JavaScript), не используя HTML. У данного способа есть свои преимущества, но быстродействие и эргономика в них не входит.

Стоит заметить, что Flutter — далеко не единственный фреймворк, облегчающий разработку кроссплатформенных приложений. Значительной популярностью пользуется React Native; также есть и другие решения — Xamarin, Ionic, PhoneGap и т.д.; но их используют несколько реже (*рис. 2*).

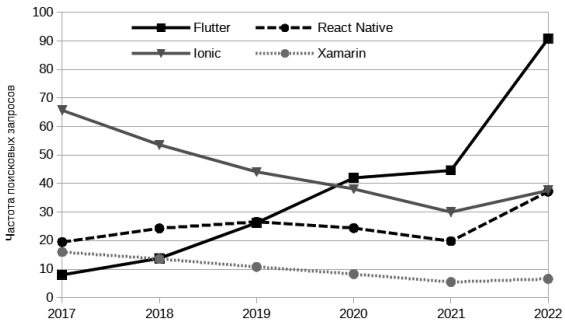

Рис. 2. **Динамика частоты поисковых запросов кроссплатформенных фреймворков за 2017—2022 гг.** (по данным Google Trends [6])

Распространенность использования React Native во многом обусловлена тем, что там используется самый популярный язык программирования JavaScript, поэтому для ИТ-профессионалов порог входа в данный фреймворк довольно низкий. Однако уже сейчас Flutter по многим параметрам обходит React; это видно и на вполне объективных показателях — в опросе на Stackoverflow в 2019 г. React выбрали 10.8% разработчиков, а Flutter 3.2%; в 2022 г. ситуация коренным образом изменилась — React 12.57% против Flutter 12.64% [7]. Другой пример — рейтинг на Github, где у Flutter 143.000 звёзд, тогда как у React (который появился на 2 года раньше) 104.000. Подобная динамика показывает, что сегодня Flutter является наиболее универсальным и удобным инструментом для создания мобильных приложений.

Нативность vs кроссплатформенность

Разработка кроссплатформенных приложений имеет ряд недостатков перед разработкой более традиционных «нативных» приложений. Нативные приложения — разрабатываются под конкретную операционную систему; к примеру, чтобы сделать ваше нативное приложение на двух платформах, то для Android вы его пишите сначала на Java или Kotlin; а потом переписываете заново для iOS уже на Swift или Objective-C.

Безусловно нативные приложения будут иметь лучшую производительность и обеспечат более грамотный доступ к различным функциям устройства (например, к геолокации или камере), чем универсальные кроссплатформенные приложения, где разработчик пишет единый код, который затем автоматически транслируется под каждую архитектуру. Соответственно, нативная разработка стоит гораздо дороже, ведь как минимум нужно чтобы над приложением работало как минимум по одному отдельному разработчику под каждую платформу. Эту проблему порой можно обойти, если заранее знать, какие устройства в основном использует ваша аудитория. К примеру, если абсолютное большинство пользователей будущего приложения пользуются Android, разработку iOS можно отложить до лучших времен. Но потерять даже 10% аудитории — зачастую может оказаться слишком высокой платой за прирост производительности приложения.

Именно поэтому сегодня наиболее распространена кроссплатформенная разработка «под ключ»; тем паче, что прирост мощности вычислительных средств в последние годы весьма велик и позволяет в большинстве случаев не «чувствовать» конечному пользователю разницу в производительности кроссплатформенных и нативных приложений, по крайней мере в приложениях, где мало графики. Однако всегда нужно отталкиваться от конкретной задачи и имеющихся в наличии ресурсов. Поэтому прежде, чем переходить к использованию того или иного фреймворка, важно понять — какие типовые цели ставит перед собой почвовед, задумывающийся о создании мобильного приложения.

Анализ фреймворка Flutter

На примере собственного прототипа приложения были исследованы возможности Flutter и выявлены следующие ключевые преимущества данного фреймворка:

— мобильное приложение создается в режиме одного проекта, а готовый результат портируется сразу на все платформы и корректно отображается при любом размере экрана пользователя;

— код пишется на языке программирования Dart и компилируется в бинарный код, в итоге готовые приложения в большинстве случаев работают практически также быстро, как если бы они были сделаны нативно при использовании высокопроизводительных языков программирования;

— близкий к нативному доступ к открытым интерфейсам платформы (файловой системе, камере, GPS, прочим интерфейсам и сенсорами);

— большое количество плагинов и инструментов взаимодействия с популярными сервисами через API;

— аппаратное ускорение графики (hardware-accelerated graphics) и наличие многочисленных готовых виджетов позволяет делать красивые быстро работающие приложения без глубоких знаний в области визуализации данных.

Еще одно важное преимущество фреймворка Flutter — наличие встроенной технологии горячей перезагрузки (hot reload) для быстрого внесения правок и обновлений путем внедрения обновленных файлов исходного кода в работающую виртуальную машину Dart VM и автоматической перестройки древа виджетов. Таким образом, в один клик получается внести необходимые исправления и практически сразу увидеть их на экране устройства.

Главный недостаток разработки приложений в среде Flutter — относительно низкая популярность языка программирования Dart, на котором нужно писать код (индекс TIOBE составляет всего 0.31%, что соответствует 32-му месту по результатам анализа поисковых запросов). Несмотря на уверенный восходящий тренд [*рис. 3*] с момента запуска фреймворка Flutter, язык программирования Dart все еще не слишком популярен. Но так как Flutter является проектом с открытым исходным кодом, можно быть уверенными, что если даже официальные разработчики (Google) прекратят финансирование проекта, сообщество продолжит поддерживать фреймворк самостоятельно.

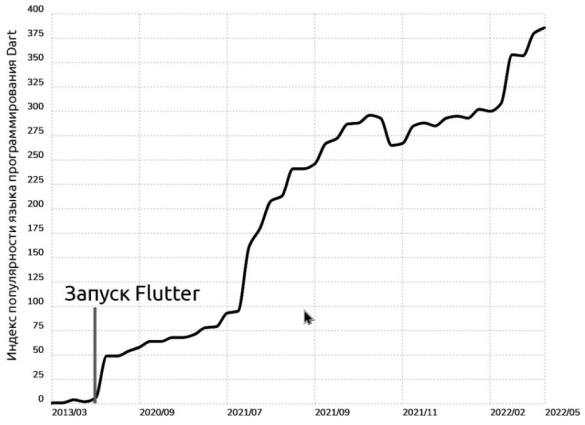

Рис. 3. **Динамика индекса TIOBE популярности языка программирования Dart** [8]

Другая проблема Flutter в том, что среди готовых библиотек и виджетов порой встречаются недоработки, которые приходится исправлять вручную (например, настройка разрешений пользователя). Также, не смотря на то, что кроссплатформенный фреймворк обещает автоматически создать приложение сразу для всех платформ, на практике оказывается, что иногда все же разработчикам приходится вручную адаптировать небольшие фрагменты кода под некоторые платформы. Важным ограничением является более медленная работа 3D-графики и других средств продвинутой визуализации, чем при разработке нативных приложений. Кроме того, мобильное приложение, созданное на базе фреймворка, занимает больше места, чем нативное (в первую очередь за счет виртуальной машины Dart), но это сегодня малосущественно.

Несмотря на всё это, Flutter является оптимальным выбором для разработки приложений научной тематики, так как они обычно используют строгий минималистичный интерфейс без излишних графических изысков, что существенно повышает интероперабельность приложения. Flutter отлично умеет визуализировать научную информацию, обрабатывать данные на лету, выстраивая интерактивные графики, диаграммы, таблицы и проч. Большое количество плагинов существенно упрощает работу с различными форматами данных и веб-сервисами. В частности, реализовано взаимодействие с картографическими сервисами OpenStreetMaps, ArcGIS, Google Maps и др.

Алгоритм создания приложений

Сформулирован алгоритм разработки мобильного приложения по почвоведению:

1. Идея (цель приложения, какую функцию выполняет, какую проблему решает);

2. Анализ предметной области (возможно, подобное приложение уже есть; или же можно вдохновиться приложениями из смежных предметных областей);

3. Изучение аудитории (социальные параметры и анализ технических устройств, которыми пользуются потенциальные пользователи);

4. Оценка функционала проекта (насколько трудоемкой будет реализация тех или иных «фич» — особенностей приложения; если там будет 3D графика или требуется нестандартное использование компонентов устройства, возможно, стоит делать не кроссплатформенное, а нативное приложение);

5. Оценка доступных ресурсов (если вы делаете ваше первое приложение, возможно, для начала стоит подойти более минималистично к своим задумкам);

6. Логика (что пользователь может «нажать» и что должен получить в ответ; на этом этапе имеет смысл составить документ — «техническое задание»);

7. Дизайн-макет (как выглядит, какие элементы и сцены, объем информации и графических материалов и др.);

8. Инструментарий (выбор фреймворка, библиотек, инструментов разработки);

9. Разработка архитектуры (поиск конкретных технологических решений в рамках вашего инструментария для реализации необходимого функционала; обычно любую задачу в программировании можно решить множеством способов; вам необходимо рассмотреть все варианты решения и выбрать оптимальный);

10. Прототипирование (создание тестовой версии с минимальным функционалом);

11. Приложение (интеграция компонентов с внешними API; на выходе должна быть готовая версия с большей частью запланированного функционала);

12. Тестирование (отладка, проверка функционала и поиск ошибок);

13. Разработка документации (обучающие материалы для конечных пользователей);

14. Публикация в магазинах приложений (регистрация в магазинах приложений, вывод «билдов» — сборок под каждую платформу, загрузка файлов);

15. Продвижение (посты на сайтах и в социальных сетях; донести потенциальным пользователям информацию о приложении, как его скачать и как им пользоваться);

16. Обратная связь (изучение отзывов пользователей, выявление недочетов);

17. Поддержка (обновление, исправление ошибок и добавление новых функций).

Выводы

Если еще недавно наиболее актуальным способом онлайн-взаимодействия были веб-сайты, то сегодня благодаря доступности мобильных устройств, на первое место выходят сервисы, поставляемые с помощью мобильных приложений. В настоящий момент существует немало приложений, которые доступны только на одной платформе (чаще всего Android), в то время как пользователи другой платформы лишены возможности его использовать. Из этого следует, что почвоведам важно создавать мультиплатформенные приложения, которые возможно использовать на устройствах с разными операционными системами (например, Android, iOS, Windows, Linux и др.) и использующими любой форм-фактор устройств ввода-вывода.

Кроме того, кроссплатформенность обособленно влияет и на возможность улучшения функционала проекта, благодаря тому, что высвобождает ресурсы, потенциально потраченные на адаптацию программы под другие платформы. Кроссплатформенность дает возможность не ломать голову над написанием логики для каждой платформы, а финальный дизайн-макет всегда можно унифицированно изменять сразу на всех устройствах.

На сегодняшний день оптимальным средством для разработки мобильных приложений является фреймворк Flutter, дающий возможность существенно сократить ресурсы, требуемые для создания приложений, а постоянно обновляющиеся компоненты позволяют «собрать» красивый и удобный интерфейс как конструктор из готовых блоков (виджетов), которые одинаково хорошо отображаются на разных устройствах. Множество пресетов, наборов анимации и дизайнов Flutter значительно упрощает освоение технологии и создание приложений с нуля, а широкий спектр взаимодействия с различными API превращает фреймворк в «швейцарский нож». Использование сборки программного кода из единой базы для экспорта проекта на порядок упрощает дальнейшую техническую поддержку созданных приложений, так как внесенные изменения сразу же внедряются на всех платформах автоматически.

Создание доступных и удобных мобильных приложений по почвоведению поможет не только в популяризации научного знания и образовательных целях, но и для более эффективной коммуникации на всех уровнях принятия управленческих решений.

Литература

1. Долгинова В.А., Рыбальский Н.Н. YouTube как источник информации по почвоведению//Использование и охрана природных ресурсов в России, 2022. №1. — С. 72—75.
2. Mediascope Cross Web Desktop & Mobile — Медиапотребление за Апрель, 2022. URL: https://mediascope.net/upload/iblock/fd8/RIF_mediapotreblenie.pdf
3. Digital 2022: Global Statshot Report. URL: https://datareportal.com/
4. Statcounter Globalstats — Desktop vs Mobile Market Share Worldwide, 2009—2022. URL: https://gs.statcounter.com/platform-market-share#monthly-200901—202206
5. Developer Economics — State of the Developer Nation 19th Edition, 2020. URL: https://slashdata-website-cms.s3.amazonaws.com/sample_reports/y7fzAZ8e5XuKCL1Q.pdf
6. Google Trends — Explore Worldwide Websearch. URL: https://trends.google.com/trends/explore
7. Stackoverflow — Developer Survey, 2022. URL: https://survey.stackoverflow.co/2022/
8. TIOBE Index, July 2022. URL: https://tiobe.com/tiobe-index/

Сведения об авторах:

Рыбальский Николай Николаевич, к.б.н., с.н.с. кафедры географии почв факультета почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова; rnn1985@gmail.com.

Долгинова Вера Андреевна, к.б.н., Научно-аналитический центр «Агропрогноз».

Агроландшафты

УДК 631.42

Кадастровая стоимость земель агроландшафтов Краснодарского края

К.П. Шехтер, П.М. Сапожников, д.с.-х.н.
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

Показана чувствительность подхода расчета кадастровой стоимости к различным почвенно-географическим условиям Краснодарского края. Максимальные величины отмечены для черноземов выщелоченных и дерново-карбонатных выщелоченных почв, кадастровая стоимость которых может достигать 44,9 и 60,6 руб./м^2 соответственно. Минимальные показатели определены для почв одиннадцатой агроклиматической подзоны, которая характеризуется обилием тепла и недостатком увлажнения. Для черноземов обыкновенных кадастровая стоимость изменяется от 20,2 до 33,0 руб./м^2, для черноземов южных значения варьируют от 8,0 до 19,7 руб./м^2, для черноземов типичных — от 27,4 до 39,5 руб./м^2. Кадастровая стоимость значительно снижается при развитии процессов засоления и осолонцевания. Снижение величины кадастровой стоимости может достигать 70%. Процессы дефляции уменьшают показатели кадастровой стоимости на 30%, уплотнение — на 20%.

Ключевые слова: удельные показатели кадастровой стоимости земель, агроклиматические районы Краснодарского края, нормативная урожайность сельскохозяйственных культур.

Введение

Государственная кадастровая оценка земель является неотъемлемой процедурой для успешного функционирования системы земельных отношений нашей страны. В первую очередь, определение кадастровой стоимости необходимо для справедливого налогообложения и вычисления арендной платы. Источником информации для вычисления кадастровой стоимости земель сельскохозяйственного назначения является характеристика качества почв.

В соответствии с приказом Росреестра №П/0336 «Об утверждении Методических указаний о государственной кадастровой оценке» кадастровая стоимость земель сельскохозяйственного назначения рассчитывается доходным подходом, при этом оценивают почвенные свойства, влияющие на плодородие земель, характеристики климата и рельефа местности [1, с. 93—95]. Методические указания рекомендуют проводить кадастровую оценку земель сельскохозяйственного назначения на основе Единого государственного реестра почвенных ресурсов [2, с. 457], расчета нормативной урожайности и технологических (нормативных) затрат [3, с. 5—7]. Данные источники включают характеристику природных условий, показатели плодородия и наименования почв.

Расчет величины кадастровой стоимости позволит определить степень влияния почвенно-географических факторов на кадастровую стоимость, ранжировать почвы по удельным показателям и по отсутствию или степени влияния негативных свойств.

Следует отметить, что в современных материалах о государственной кадастровой оценке отсутствуют данные о кадастровой оценке почв. Данные по кадастровой стоимости приведены для участков в разрезе кадастровых кварталов. Результаты проделанной работы могут быть использованы при кадастровой оценке данной территории государственными бюджетными учреждениями. Целью исследования является определение удельных показателей кадастровой стоимости конкретных типов (подтипов) почв Краснодарского края.

Объекты и методы исследования

Край является житницей России и занимает третье место по производству всей сельскохозяйственной продукции страны [4, с. 7]. По данным Росстата в структуре земельного фонда края земли сельскохозяйственного назначения занимают 62,4% [5,

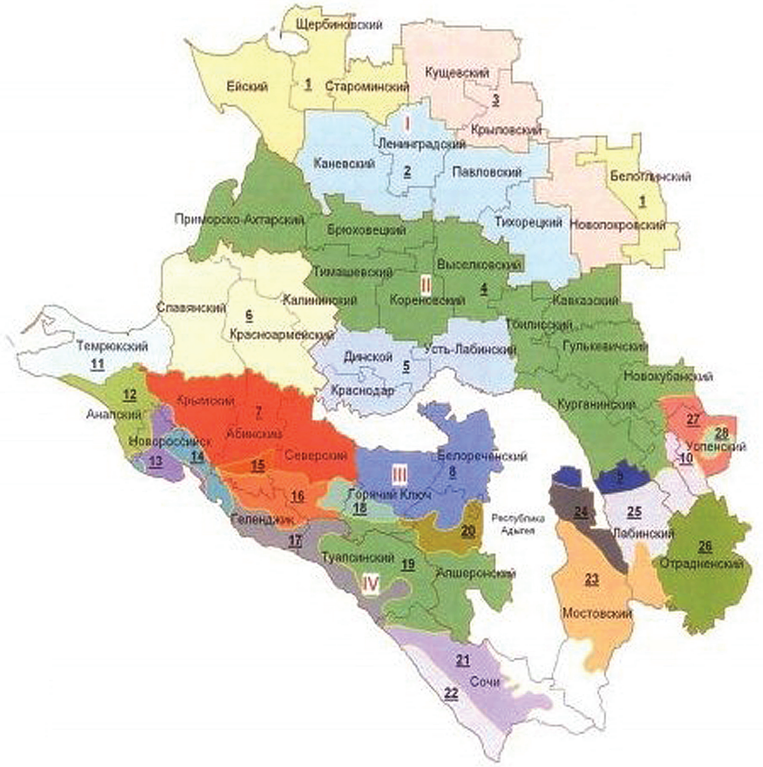

Рис. 1. **Схема агроклиматического зонирования Краснодарского края.** *Римские цифры — номер земельно-оценочного района, арабские цифры — номер подзоны*

с. 468], из них орошаемые составляют 9% территории. Следует отметить, что доля пашни края равна 84,7%, на сенокосы и пастбища приходится 12,6%. В большей степени специализация сельского хозяйства направлена на растениеводство. Его доля от произведенной продукции составляет 72,7%.

Климат большей части территории края умеренно-континентальный. Побережье Чёрного моря к северо-западу от Туапсе характеризуется средиземноморским климатом, южнее Туапсе — субтропическим влажным [2, с. 498]. Необходимо отметить, что в соответствии со Справочником агроклиматического оценочного зонирования край состоит из 28 агроклиматических подзон [3, с. 90—95]. Агроклиматический потенциал, который зависит от суммы активных температур, коэффициента увлажнения подзоны и коэффициента континентальности, варьирует от 8,2 для первой подзоны, до 15,3 для 22-й агроклиматической подзоны (*рис. 1*).

Рельеф края состоит из равнинной части, представленной Кубано-Приазовской низменностью, предгорной южной и горной частями в западной высокогорной части Большого Кавказа [6, с. 498]. На Скифской плите расположены Приазовская низменность, сложенная четвертичными лёссовидными суглинками, наносами рек и остатками наносов древних ледников, Прикубанская низменность, представленная суглинками и глинами, под которыми лежат осадочные породы морского происхождения, а также сильно расчлененная речными долинами Закубанская равнина. Она сложена преимущественно галечниками, прикрытыми лессовидными суглинками [6, с. 8—12] .

Почвенный покров края представлен большим разнообразием типов и подтипов почв. В равнинных степях края распространены черноземы, в предгорьях — серые и бурые лесные почвы, подзолисто-бурые лесные почвы, дерново-карбонатные и коричневые почвы. Для альпийского высокогорья типичными являются горно-луговые почвы. Для речных дельт и долин, а также степных западин характерны лугово-чернозёмные, луговые, луговоболотные, а для побережья Таманского полуострова и Азовского моря — солонцы, солончаки и солоди [7].Черноземы южные и черноземы обыкновенные вносят существенный вклад в почвенный фонд области, доля их площади составляет 40,7 %, черноземы типичные составляют 9,7% фонда, порядка 8,5% приходится на дерново-карбонатные почвы [2, с. 499].

Необходимо отметить, что исследование затрагивает почвы, пригодные под сельское хозяйство, которые выделены как наиболее распространенные для Краснодарского края при составлении Единого государственного реестра почвенных ресурсов и присутствуют в Шкалах классификации земель, разработанных ВИСХАГИ. Данные Шкалы классификации согласованы в Управлении Росреестра края. Шкалы составлены с учетом агроклиматического зонирования территорий по списку оценочных групп земельно-оценочного района каждого субъекта РФ по агроклиматическим оце-

ночным подзонам. Материалы представляют наименования почв, показатели содержания гумуса (%) и физической глины (%), мощность гумусового горизонта (см), уклон местности (°) и негативные факторы, влияющие на плодородие почв.

Расчет удельных показателей кадастровой стоимости осуществлен в соответствии с методическими указаниями по государственной кадастровой оценке земель сельскохозяйственного назначения [8] на основе расчета нормативной урожайности сельскохозяйственных культур, пригодных к выращиванию на данной территории. В перечень входят следующие культуры: зерновые, картофель, сахарная свекла, подсолнечник, однолетние и многолетние травы. При этом определение кадастровой стоимости плодовых садов [9, с. 22—27] и виноградников будет иметь ряд своих особенностей [10, с. 35—41]. Нормативная урожайность учитывает свойства почвы, а также агроклиматический потенциал подзоны. Доля чистых паров в структуре посевов для Краснодарского края не превышает 5% [3, с.90—95].

Расчет величины кадастровой стоимости произведен с помощью специального программного обеспечения [11].

Расчет кадастровой стоимости

По Постановлению Правительства РФ от 8 апреля 2000 г. №316, кадастровая стоимость земель сельскохозяйственного назначения рассчитывается доходным подходом. В общем виде формула кадастровой стоимости представлена следующим выражением:

$$КС = (НУ \times Ср - ТЗ - ЗПП) / КК, \quad (1)$$

где КС — кадастровая стоимость (руб./га); Ун — нормативная урожайность (ц/га); Ср — рыночная стоимость с/х культур (руб./ц); ТЗ — затраты на возделывание сельскохозяйственных культур, определяемые на основе технологических карт (руб./га); ЗПП — затраты на поддержание плодородия почв (руб./га); КК- коэффициент капитализации (доли).

Алгоритм расчета включает в себя несколько этапов. Во-первых, составляется перечень почв и производится определение занятой им площади. Методом соотнесения границ участков, занимаемых выделенными почвами, определяемых по почвенным картам, и земельных участков в составе земель сельскохозяйственного назначения, данные о которых содержатся в Госкадастре недвижимости, определяют площади выделенных типов и подтипов почв в составе оцениваемого участка.

Во-вторых, необходимо дать характеристику рассматриваемым почвам, учитывая при этом положение в рельефе, агроклиматические показатели и др. природные характеристики. В соответствии с данными о территории составляется список культур, пригодных к выращиванию и оптимальный севооборот. Оптимальным можно назвать такой севооборот, который будет иметь наибольшую доходность и экологичность (бездефицитный баланс гумуса и др.). Перечень культур, возможных к выращиванию на данной территории, а также их нормативная урожайность (2) определяется на основе данных почвенных обследований [12, с. 1—160] и материалов агроклиматического районирования территорий субъектов РФ [13, с.90—95].

Нормативную урожайность зерновых культур рассчитывают по формуле:

$$Ун = 33{,}2 \times 1{,}4 \times АП / 10 \times К1 \times К2 \times К3 \times К4, \quad (2)$$

где 33,2 — нормативная урожайность (ц/га) зерновых культур на эталонной почве, соответствующая нормам нормальных зональных технологий при базовом значении АП (10); 1,4 — коэффициент пересчета на уровень урожайности при интенсивной технологии возделывания; АП — величина местного агроэкологического потенциала для зерновых культур (по И. И. Карманову); 10 — базовое значение АП; К1 — поправочный коэффициент на содержание гумуса в пахотном слое; К2 — поправочный коэффициент на мощность гумусового горизонта; К3 — поправочный коэффициент на содержание физической глины в пахотном слое; К4 — поправочный коэффициент на негативные свойства почв (К1, К2, К3, К4 разработаны на базе материалов четвертого тура оценки (1980—1986 гг).

Нормативная урожайность других оценочных культур определяется по коэффициентам, характеризующим соотношение урожайности этих культур к зерновым [3, с. 6].

Затем для каждой сельскохозяйственной культуры производится расчет удельного (то есть на единицу площади) валового дохода УВДк (3) путем умножения нормативной урожайности (2) на прогнозируемую цену ее реализации (ПЦР), которую рассчитывают, исходя из анализа среднегодовых рыночных цен реализации:

$$УВДк = Ун \times ПЦР, \quad (3)$$

где Ун — нормативная урожайность, ц/га; ПЦР — прогнозируемая цена реализации сельскохозяйственных культур, руб./ц.

Далее для каждого севооборота также рассчитывают удельный валовый доход (4):

$$УВДс = (\sum УВДкi \times NПкi) / N, \quad (4)$$

где УВДкi — удельные валовые доходы от конкретных сельскохозяйственных культур, руб./га ; NПкi — количества полей, занимаемых этими культурами; N — общее число полей севооборота.

Также производится расчет удельных затрат на возделывание и уборку каждой культуры на основе технологических карт и среднегодовых рыночных цен. Рассчитать их на единицу площади для каждого севооборота можно суммируя произведения удельных затрат на возделывание конкретных с/х культур (УЗкi) этого севооборота и количества по-

лей, занимаемых этими культурами (NПкi), и деления результата на число полей севооборота (N).

Далее осуществляется расчет показателя земельной ренты для каждого севооборота:

$$ПЗРс = УВДс — Узс — Узп, \quad (5)$$

где УВДс — удельный валовой доход, руб./га; УЗс — удельные затраты на возделывание, руб./га; УЗп — удельные затраты на поддержание плодородия почв, руб./га.

Из вычисленных значений удельных показателей земельной ренты севооборотов выбирают максимальный показатель. На основе среднерыночного соотношения земельной ренты и рыночной цены земельных участков в составе земель сельскохозяйственного назначения определяют значения коэффициента капитализации (КК). Коэффициент капитализации показывает, за какое время окупится земля и в данном исследовании равен 0,1. С помощью последних двух значений рассчитывают удельные показатели кадастровой стоимости каждого типа-подтипа почв в составе земельного участка:

$$ПКС = ПЗРс / КК, \quad (6)$$

где ПЗР — удельный показатель земельной ренты; КК — коэффициент капитализации.

Заключительный шаг — расчет удельного показателя кадастровой стоимости земель оцениваемой территории (земельного участка) как средневзвешенного по площади почвенных разностей удельных показателей кадастровой стоимости почвенных разновидностей (УПКСЗ).

Результаты исследования и обсуждение

Для Краснодарского края получены высокие значения нормативной урожайности зерновых, они варьируют от 22,1 ц/га для черноземов южных до 63,3 ц/га для дерново-карбонатных выщелоченных почв. Как уже было отмечено, нормативная урожайность зависит от агроклиматического потенциала, содержания гумуса, физической глины, мощности гумусового горизонта и негативных свойств почв, которые учитываются в расчетной формуле (2).

Нормативная урожайность зерновых обыкновенных черноземов первой агроклиматической подзоны (агроклиматический потенциал 8,2) изменяется от 36,8 ц/га до 46,6 ц/га четвертой агроклиматической подзоны (потенциал 9,9). Аналогичная тенденция отмечена для черноземов типичных. Нормативная урожайность зерновых для них варьирует от 42,4 ц/га до 54,0 ц/га. Варьирование нормативной урожайности зерновых выщелоченных черноземов шестой агроклиматической подзоны (от 39,1 ц/га до 48,8 ц/га), как и черноземов южных одиннадцатой подзоны (от 22,1 ц/га до 40,7 ц/га) обусловлено влиянием

Таблица 1

Показатели нормативной урожайности зерновых (ц/га) и удельные показатели кадастровой стоимости (руб./м²) для разных подтипов черноземов и дерново-карбонатных почв Краснодарского края по агроклиматическим подзонам

Подзона	*Почва*	*Зерновые*	*Картофель*	*Кукуруза*	*Свекла*	*Подсолнечник*	*Негативы*	*УПКСЗ руб./м²*
1	Черноземы обыкновенные	36,8	-	45,7	280,0	24,3	41	23,4
1	Черноземы типичные	42,4	-	-	-	-	6	27,4
2	Черноземы обыкновенные	47,5	-	60,3	375,1	29,4		33,0
3	Черноземы обыкновенные	41,2	-	52,0	322,0	26,4	5	27,5
4	Черноземы обыкновенные	46,6	-	-	-	-	6	25,1
4	Черноземы типичные	54,0	-	69,7	438,5	33,0		40,5
5	Черноземы выщелоченные	49,5	-	67,8	428,7	28,7		43,4
5	Дерново-карбонатные выщелоченные	51,9	-	71,1	449,7	30,1		45,5
5	Дерново-карбонатные типичные	41,3	-	54,8	327,2	23,2		34,2
6	Черноземы выщелоченные	39,1	-	51,6	361,2	-	32—43—52	32,5
6	Черноземы выщелоченные	48,8	-	64,4	450,8	-	33	42,0
6	Дерново-карбонатные типичные	44,4	-	58,6	410,1	-	37	37,6
7	Черноземы выщелоченные	49,7	-	69,6	481,5	-		44,9
8	Черноземы выщелоченные	46,4	-	65,5	371,9	-	33	39,6
11	Черноземы южные	22,1	-	15,5	-	10,3	19	8,0
11	Черноземы южные	34,8	-	42,8	-	22,6		16,1
11	Черноземы южные	40,7	-	50,0	-	26,4		19,7
17	Дерново-карбонатные выщелоченные	63,3	-	106,0	537,5	-		60,6
19	Дерново-карбонатные типичные	50,3	-	83,8	503,7	-		43,1
23	Дерново-карбонатные типичные	37,2	161,8	77,8	382,8	-	43	43,5
26	Дерново-карбонатные типичные	34,8	131,8	48,4	334,5	-	38	33,7
27	Черноземы обыкновенные	39,0	-	-	-	-	6	20,2

Коды негативных свойств почв: 5 — слабо дефлированные; 6 — средне дефлированные; 9 — солончаковые средне засоленные; 15 — очень сильно солонцеватые; 19 — среднесолонцеватые; 26 — поверхностно- и профильно-глееватые; 31 — осолоделые; 32 — слитые; 33 — уплотненные; 36 — слабокаменистые; 37 — среднекаменистые; 38 — сильно каменистые; 41 — среднещебнистые, галечниковые; 43 — слабо уплотненные; 52 — среднемочаковатые.

негативных признаков — дефляции и осолонцевания соответственно. Следует отметить, что дерново-карбонатные почвы 23 и 26 подзон пригодны под выращивание картофеля. Нормативная урожайность кукурузы на зерно достигает 106 ц/га для дерново-карбонатных выщелоченных почв. Для свеклы показатели варьируют от 280 ц/га для черноземов обыкновенных первой подзоны до 537 ц/га для дерново-карбонатных выщелоченных почв 17-й агроклиматической подзоны. Было отмечено, что чем выше значения нормативной урожайности, тем больше значения удельных показателей кадастровой стоимости (*табл. 1*).

Удельные показатели кадастровой стоимости земель агроландшафтов Краснодарского края варьируют в широком диапазоне от 3,7 до 60,6 руб./м^2, 50% значений лежит в диапазоне от 18, 0 до 41,2 руб./м^2, при этом медиана соответствует 26,8 руб./м^2 (*рис. 2*).

Максимальные значения удельных показателей кадастровой стоимости соответствуют дерново-карбонатным выщелоченным почвам (60,6 руб./м^2) семнадцатой агроклиматической подзоны со значением агроклиматического потенциала 15,1. Данная почва характеризуется отсутствием негативных свойств и высокими значениями содержания гумуса и мощности гумусового горизонта. Для черноземов обыкновенных кадастровая стоимость изменяется от 20,2 до 33,0 руб./м^2. В результате дефляции стоимость обыкновенных черноземов второй агроклиматической подзоны снижается на 30% (от 22,1 до 33,0 руб./м^2). Аналогичное снижение удельных показателей (30%) отмечено для черноземов типичных, кадастровая стоимость изменяется от 40,5 руб./м^2 для почвы без негативных признаков до 27,4 руб./м^2 для средне дефлированной почвы. Для черноземов выщелоченных значения удельных показателей выше — 32,5—44,9 руб./м^2. Различия в стоимости обусловлены влиянием такого негативного фактора как уплотнение, снижение показателей достигает 27%. Осолонцевание черноземов южных приводит к уменьшению удельных показателей на 60% (от 19,7 руб./м^2 до 8,0 руб./м^2). Схожая тенденция была отмечена и для других субъектов Южного федерального округа [13, с. 6—13][14, с. 98—100][15, с.134—137]. Кадастровая стоимость лугово-черноземных почв варьирует в узких диапазонах от 22,7 до 24,0 руб./м^2. Для коричневых почв показатели изменяются от 47,2 руб./м^2 (без негативных признаков) до 38,0 руб./м^2 (среднещебнистые). Удельные показатели кадастровой стоимости для темно-серых лесных и серых лесных почв достигают 42,0 и 43,6 руб./м^2 соответственно. Показатели для аллювильных луговых насыщенных почв изменяются от 10,9 руб./м^2 (среднезасоленные) до 34,7 руб./м^2 (без негативных признаков). Минимальные значения отмечены для солонцов одиннадцатой агроклиматической подзоны (3,7 руб./м^2) (*табл. 2*).

При ранжировании удельных показателей по почвам выявлено, что наибольшие медианные значения соответствуют дерново-карбонатным выщелоченным почвам (51,6 руб./м^2) и черноземам выщелоченным (40,5 руб./м^2), для которых были отмечены максимальные показатели содержания гумуса и мощности гумусового горизонта. Сильная дифференциация стоимости характерна для аллювиальных дерновых насыщенных почв, серых лесных, светло-серых лесных и черноземов южных. Минимальный диапазон варьирования соответствует солонцам края (*рис. 3*).

Различия между минимальными и максимальными значениями удельных показателей кадастровой стоимости и меньшую дифференциацию минимальных показателей обуславливают значения нормативной урожайности сельхозкультур, пригодных к выращиванию на данной территории. С увеличением нормативной урожайности, которая в свою очередь зависит от агроклиматического потенциала подзоны и свойств почв, возрастают удельные показатели кадастровой стоимости земель. Схожая тен-

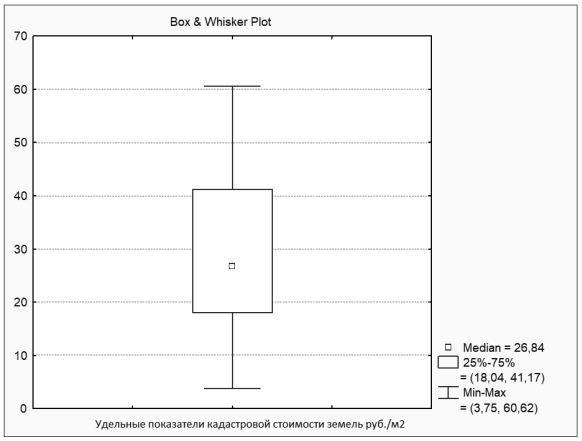

Рис. 2. **Удельные показатели кадастровой стоимости земель агроландшафтов Краснодарского края**, руб./м^2

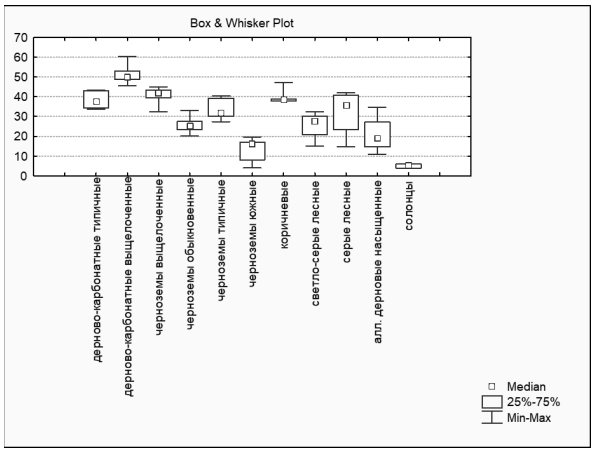

Рис. 3. **Ранжирование удельных показателей кадастровой стоимости по почвам**, руб./м^2

Таблица 2

Свойства рассматриваемых почв Краснодарского края и удельные показатели кадастровой стоимости (руб./м^2)

Подзона	*Почва*	*Содержание гумуса, %*	*Мощность гумусового горизонта, см*	*Содержание физической глины, %*	*Коды негативных свойств почв*	*УПКСЗ, руб./м^2*
1	Черноземы обыкновенные	4,2	65	36	41	23,4
1	Черноземы типичные	4,2	100	63	6	27,4
2	Черноземы обыкновенные	4,8	75	61		33,0
3	Черноземы обыкновенные	3,1	84	43	5	27,5
4	Черноземы обыкновенные	3,3	76	64	6	25,1
4	Черноземы типичные	6,5	72	64		40,5
4	Аллювиальн. луговые насыщ.	2,4	70	26		18,3
5	Черноземы выщелоченные	4,2	65	35		43,4
5	Дерново-карбонатные выщел.	4,2	66	58		45,5
5	Дерново-карбонатные типичные	4,1	30	64		34,2
6	Черноземы выщелоченные	3,6	99	72	32—43—52	32,5
6	Черноземы выщелоченные	4,9	111	66	33	42,0
6	Дерново-карбонатные типичные	4,4	65	66	37	37,6
6	Солонцы черноземно-луговые	4,6	73	80	15—43—47	3,75
7	Черноземы выщелоченные	3,1	98	37		44,9
7	Лугово-черноземные	4,5	138	64	32	24,02
7	Светло-серые лесные	1,8	80	55	32	26,84
7	Серые лесные	2,7	71	57		42,09
7	Темно-серые лесные	3,3	85	35		43,58
8	Черноземы выщелоченные	3,8	114	67	33	39,6
8	Серые лесные	2,5	104	62	26—32	19,62
8	Светло-серые лесные	1,8	41	52	26	14,98
11	Черноземы южные	2,4	115	62	19	8,0
11	Черноземы южные	2,1	70	32		16,1
11	Черноземы южные	2,7	100	52		19,7
11	Солонцы черноземные	3,8	81	74	15—43—47	3,7
17	Дерново-карбонатные выщел.	4,2	49	69		60,6
19	Дерново-карбонатные типичные	4,3	46	63		43,1
22	Аллювиальн. луговые насыщ.	2,5	58	37		34,7
23	Дерново-карбонатные типичные	3,5	46	70	43	43,5
23	Коричневые	3,3	56	68	57	47,2
23	Аллювиальн. луговые насыщ.	3,6	25	52		19,7
25	Лугово-черноземные	3,4	114	67	31—32	22,7
26	Дерново-карбонатные типичные	2,4	95	60	38	33,7
26	Коричневые	3	70	60	41	37,97
26	Аллювиальн. луговые насыщ.	2,6	66	38	9	10,9
27	Черноземы обыкновенные	2,5	70	25	6	20,2

денция отмечается и для агроландшафтов Крыма [11, с. 80—87]. При этом солонцы пригодны только под сенокосы и пастбища.

Заключение

Кадастровая стоимость почв сельскохозяйственных угодий Краснодарского края изменяется от 3,7 руб./м^2 для солонцов черноземных, до 60,6 руб./м^2 для дерново-карбонатных выщелоченных почв. При этом медианным значением для края является 26,8 руб./м^2.

Кадастровая стоимость дерново-карбонатных выщелоченных почв варьирует от 45,5 до 60,6 руб./м^2, дерново-карбонатных типичных — от 33,7 до 43,5 руб./м^2. Удельные показатели кадастровой стоимости черноземов выщелоченных изменяются в диапазоне от 32,5 до 44,9 руб./м^2, для черноземов обыкновенных значения варьируют от 20,2 до 33,0 руб./м^2, для черноземов южных — от 8,0 до 19,7 руб./м^2, черноземов типичных — от 27,4 до 39,5 руб./м^2. Удельные показатели кадастровой стоимости для темно-серых лесных и серых лесных почв достигают 42,0 и 43,6 руб./м^2 соответственно. Кадастровая стоимость солонцов Краснодарского края не превышает 6,0 руб./м^2.

Наибольшие значения кадастровой стоимости обусловлены высокими значениями содержания гумуса, мощности гумусового горизонта, агроклиматического потенциала, а также отсутствием негативных признаков почв. Снижение данных параметров и наличие негативных признаков приводит к уменьшению нормативной урожайности, следовательно, и к уменьшению удельных показателей кадастровой стоимости.

Максимальное снижение кадастровой стоимости наблюдается при развитии процессов засоления и осолонцевания. Для черноземов южных с признаками осолонцевания уменьшение составляет 60% (от 19,7 руб./м^2 до 8,0 руб./м^2). При засолении кадастровая стоимость снижается на 69% (от 10,9 руб./м^2 для среднезасоленной аллювиальной луговой насыщенной почвы до 34,7 руб./м^2 для почвы без негативных признаков.Процессы дефляции уменьшают показатели на 30%. При уплотнении кадастровая стоимость ниже на 20%.

Полученные значения кадастровой стоимости различных почв земель агроландшафтв Краснодарского края демонстрируют чувствительность подхода расчета кадастровой стоимости земель сельскохозяйственного назначения к почвенно-географическим и климатическим условиям. Почвы, находящиеся в различных агроклиматических подзонах и элементах ландшафта, будут отличаться по кадастровой стоимости. С увеличением агроклиматического потенциала подзоны возрастает нормативная урожайность сельскохозяйственных культур, что приводит к увеличению кадастровой стоимости земель агроландшафтов.

Полученные материалы могут быть использованы для планирования землеустроительных мероприятий и оптимизации землепользования.

Работа выполнена по теме государственного задания: «Физические основы экологических функций почв: технологии мониторинга, прогноза и управления».

Литература

1. Сапожников П. М., Рыбальский Н.Г. Двадцатилетие кадастровой оценки в России — основные проблемы и трудности // Использование и охрана природных ресурсов в России, 2019. №4. — С. 93—97.
2. Единый государственный реестр почвенных ресурсов России — Версия 1.0 / Под ред. А.Л Иванова, С.А. Шобы. М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева. — Тула: Гриф и К., 2014. — 768 с.
3. Справочник агроклиматического оценочного зонирования субъектов Российской Федерации / Учебно-практическое пособие/Под ред. С.И. Носова. — М.: Изд-во, «Маросейка», 2010. — 208 с.
4. Аграрный сектор Юга России: современные тенденции и перспективы развития: монография / А.Н. Тарасов, О.В. Исаева, М.А. Холодова, А.А. Удалов, М.Н. Кабаненко, А.Е. Черная, З.В. Удалова. — Ростов н/Д: ВНИИЭиН — филиал ФРАНЦ; Изд-во «Азов-Принт», 2020. — 112 с.
5. Государственный (национальный) доклад «О состоянии и использовании земель Российской Федерации в 2019 году». — М.: Росреестр; НПП «Кадастр», 2020. — 844 с.
6. Слюсарев В. Н., Швец Т.В. Учебная практика по почвоведению с основами геологии: учеб. пособие. — Краснодар: КубГАУ, 2018. — 127 с.
7. Информационная система «Почвенно-географическая база данных». URL: https://soil-db.ru/
8. Методические указания о государственной кадастровой оценке. Приказ от 17 декабря 2021 г. №П/0336 «Об утверждении Методических указаний о государственной кадастровой оценке».
9. Гинзбург М.Е., Сапожников П.М., Гинзбург Т.М. Особенности определения кадастровой стоимости сельскохозяйственных угодий, занятых многолетними насаждениями (плодовыми садами) // Использование и охрана природных ресурсов в России, 2021. №3. — С. 21—28.
10. Гинзбург М.Е., Сапожников П.М., Гинзбург Т.М. Особенности кадастровой оценки виноградников // Использование и охрана природных ресурсов в России, 2021. №4. — С. 35—42.
11. Пшеничников А.П., Носов С.И., Оглезнев А.К., Сапожников П.М. Свид. о гос. регистрации программы для ЭВМ. № 2019611028. Кадастровая оценка земель сельскохозяйственного назначения, 2019.
12. Государственная кадастровая оценка земель сельскохозяйственного назначения Российской Федерации / Под ред. П.М. Сапожникова, С.И. Носова. — М.: НИПКЦ-Восход А, 2012. — 160 с.
13. Сапожников П.М., Шехтер К.П. Кадастровая стоимость почв земель сельскохозяйственного назначения Ростовской области// Живые и биокосные системы, 2021. №35. DOI: 10.18522/2308-9709-2021-35-1
14. Шехтер К.П., Сапожников П.М. Сравнительная характеристика кадастровой стоимости почв земель сельскохозяйственного назначения Астраханской и Волгоградской областей. Современные тенденции в научном обеспечении агропромышленного комплекса / Под ред. В.В. Окоркова. — Иваново: ВВ ФАНЦ, 2020. — С. 98—101.
15. Сапожников П.М., Чугунова О.Н., Рыбальский Н.Г., Оглезнев А.К. Кадастровая стоимость агроландшафтов Крыма // Использование и охрана природных ресурсов в России, 2022. №1. — С.76—88.
16. Шехтер К.П., Сапожников П.М. Сравнительная характеристика кадастровой стоимости почв земель сельскохозяйственного назначения Ростовской области и Ставропольского края. Биологический круговорот питательных веществ при использовании удобрений и биоресурсов в системах земледелия различной интенсификации / Под ред. Л.И. Ильина, С.И. Зинченко. — Иваново: Верхневолжский ФАНЦ, 2021. — С. 133—138.

Сведения об авторах:

Сапожников Пётр Михайлович, д.с.-х.н., проф. в.н.с. кафедры физики и мелиорации почв факультета почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова; e-mail: sap-petr@yandex.ru.

Шехтер Карина Павловна, аспирант кафедры физики и мелиорации почв МГУ им. М.В. Ломоносова; e-mail: k.shehter@mail.ru

Агроэкология

УДК 631:504

Пути экологизации аграрного производства с использованием сенокосов и пастбищ в Республике Мордовия

А.В. Каверин, д.с.-х.н., к.г.н., В.В. Мунгин, д.с.-х.н., С.Ю. Гришин, И.С. Ушаков, Н.П. Бочкарев,
Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва

Под углом зрения обеспечения в регионе продовольственной экологической безопасности обосновывается целесообразность развития органического животноводства. При этом акцент ставится на местный природно-ресурсный потенциал — 510,1 тыс. га «экологически чистых» естественных кормовых угодий используемых на сегодняшний день не более чем на 10 %. Предлагается создание «территорий традиционного лугового природопользования» для разведения мясных пород скота и развития охотничьего туризма.

Ключевые слова: дикие копытные животные, естественные кормовые угодья, «ландшафтные пожары», неудобные земли, органическое животноводство, органические сельхозугодья, охотничий туризм.

Большинство экспертов в области животноводства и кормопроизводства отмечают, что органическое сельское хозяйство сейчас один из самых быстроразвивающихся и перспективных секторов в мире [1]. Исполнительный директор Национального органического союза (НОС) Олег Мироненко на заседании панельной сессии «Обеспечение кормами и содержание животных в органическом животноводстве» в рамках Международной выставки технологий для животноводства и полевого кормопроизводства, проходившей в Москве с 29 по 31 января 2020 г. заявил: «В течение последнего времени сложилась определенная тенденция: 1 млн га земли, введенный в органический оборот, приносит в среднем 1,1 млрд евро органической продукции. Вторая тенденция — органическое сельское хозяйство продолжит развиваться с той же скоростью, рынок потребления будет прибавляться по 10% в год. Если мы предполагаем, что в ближайшее время миру потребуется дополнительно продукции 110—130 млрд евро, то для производства этого количества потребуется более 100 млн га чистой земли».

При этом страны — основные потребители органической сельхозпродукции не могут для себя ее произвести. «В Европе масса полей, но это классические технологии сельского хозяйства перевести их на органическое сельхозпроизводство в ближайшее время не представляется возможным... Поэтому пристальное внимание направленно на земли России и СНГ», — пояснил исполнительный директор НОС. «В России есть 12 млн га земли, которые могут быть быстро введены под органику. На этой площади Россия также получит продукции на 15 млрд евро в год», — уточнил О. Мироненко.

Из 32 производителей органики в России только 20 занимаются мясом, в то время когда число потенциальных потребителей этой продукции выявлено 7,5 млн человек (более 5 % населения страны) и число их растет [1]. В России также достаточно большой средний класс, который готов покупать органику, в том числе мясо, потребление которого «сокращает распространенность анемии» [2, С. 49] и, прежде всего, говядину, потребление которой неслучайно рассматривается как «индикатор благополучия страны» [3].

Минздрав России заложил цифры по потреблению продуктов на человека в год, в том числе мясо 73 кг. Из этой нормы, 20 кг (около 30%) должно приходиться на говядину. По данным ОЭСР, в 2020 г. россиянин в среднем потребил всего 10 кг говядины (в 2019 — 10,3 кг). Аналогичная ситуация с бараниной — потребление на душу населения в 2020 г. всего 1,3 кг (в 2019 г. — 1,4 кг),

при рекомендации в 3 кг [4]. Относительно самыми благополучными с этой точки зрения регионами считались республики Татарстан и Кабардино-Балкария.

В Республике Мордовия основную долю производства скота и птицы составляет мясо птицы — 65,8%, мясо свинины — 28,2%, а мясо крупного рогатого скота — лишь 4,6% или 17,2 тыс. тонн в живом весе. При этом основным источником производства мяса говядины являются выбракованные коровы и сверхремонтный молодняк из молочных стад, на долю которых приходится свыше 84% этого вида мяса. Средняя цена реализации мяса говядины (кроме бескостного мяса) по состоянию на начало 2021 г. по Мордовии составила 353,57 руб./кг, мяса свинины (кроме бескостного мяса) — 235,46 руб./кг и мясо кур охлажденных и мороженных — 131,5 руб./кг — это минимальные цены среди регионов Приволжского федерального округа (ПФО). Фактическое потребление мяса на душу населения в 2020 г. составило 79 кг/чел. в год (при национальной норме — 73 кг/чел.), большую часть из которого (ориентировочно 68%) составило мясо кур, которое не случайно начали называть «мясо для бедных» [5]. При этом отмечается, что причина дефицита и подорожания говядины кроется в рентабельности производства: свинина и мясо птицы дают в условиях Мордовии соответственно 20% и 17% прибыли, а говядина менее 7%. При таких показателях рентабельности инвесторы заинтересованы в свиноводстве и птицеводстве, но не в разведении крупного рогатого скота.

При этом упорно не признается ошибочность выбранной модели организации мясного животноводства, базирующийся на высокозатратных промышленных технологиях круглогодичного стойлового содержания животных. Недооценивается очевидный факт, что на откормочных предприятиях в условиях высокой концентрации скота на ограниченной территории возникают острые экологические проблемы, связанные с загрязнением почв, водоемов, подпочвенных вод, воздушной среды. Укрепившемуся «антиэкологическому» движению в аграрной отрасли региона пока удается «гасить» передовой опыт органического животноводства, который в течении ряда лет демонстрируют СХПК «Крутенькое» и ООО «Биосфера». Успешно освоенные здесь технологии органического животноводства не только не наносят вреда окружающей среде, но и способствуют равномерному распределению по лугам навоза и втаптыванию семян растений в почву копытами животных, что обогащает травостой. Такие технологии способствуют повышению социально-экономической эффективности производства говядины, одновременно являются жизнеспособной коммерческой альтернативной химически интенсивным методам [6].

Российский национальный союз производителей говядины продвигает идею интеграции фермеров и более крупного бизнеса [7]. Основой такой модели являются семьи, каждая из которых содержит 150—200 голов. С этого количества начинается перспективный фермерский бизнес, хотя в кооперации могут участвовать и мелкие фермы, и ЛПХ. Такой пример имеет место в Казахстане, где товарищество «АкТен» объединило вокруг себя 350 фермеров. Часть из них ведет заготовку кормов, часть — выращивает молодняк. А старший партнер-интегратор гарантирует младшим закупки, консультирует по зоотехническим, ветеринарным, юридическим вопросам, помогает в получении госсубсидий. В этой связи сложилось объективное мнение о том, что нет ни одной отрасли, кроме мясного скотоводства, которая может обеспечить работой многие тысячи семей на селе и которую можно развивать даже на самых неудобных землях. Рассматриваемая модель организации производства дешевого мяса, благодаря кооперации мелких семейных ферм с более крупными партнерами, в мире широко распространена. Семейные фермы с минимум затрат выращивают новорожденных телят до 8—12 месяцев. А крупные фермы приобретают у них молодых бычков, производят их дальнейший откорм и убой.

В Мордовии для мясного скотоводства имеется значительный природно-ресурсный потенциал — 510,1 тыс. га (или 19,5% от площади региона) естественных кормовых угодий не затронутых химизацией [8, 9], которые на сегодняшний день явно недоиспользуются (выпасается только 80 тыс. условных голов крупного рогатого скота), а могут принять порядка 750 тысяч условных голов. На этой базе можно создать порядка 5000 рабочих мест в сфере мелкого бизнеса. Наиболее перспективными районами в этом плане мы считаем Ельниковский, Зубово-Полянский, Ковылкинский, Темниковский, Краснослободский, Старо-Шайговский и Ичалковский. Здесь на сегодняшний день самые большие площади естественных кормовых угодий и наивысшая потенциальная опасность «ландшафтных» пожаров. С учетом агроэкологических проблем и степени упадка мясной отрасли необходим дифференцированный переход на органическое животноводство. В нечерноземных районах республики приоритет должен быть отдан интенсивно-пастбищной системе ведения скотоводства и сенокосно-пастбищным угодьям. Основу кормовой базы органического животноводства составляют пастбищные угодья, площади которых увеличивались с начала нынешнего века в большей степени, чем органической пашни.

В целом по земному шару удельный вес постоянных пастбищных угодий, сертифицированных как органические, в общей площади органических сельхозугодий составляет 2/3 [10]. Наиболее высока доля органических пастбищ в общей площади постоянных пастбищ и лугов в странах ЕС и Океании (не ниже 8%). В странах ЕС наи-

более высокая доля органических сельскохозяйственных животных среди крупного рогатого скота и овец — 4,5%, а наибольший удельный вес органических сельскохозяйственных животных по КРС в общем поголовье в Лихтенштейне — 26%, Латвии — 24, Австрии — овцеводства выделяются Эстония (47%) и Чехия (46%) [11].

В качестве рекомендаций по экологизации аграрного производства с использованием сенокосов и пастбищ в нашей стране чл.-корр. РАН А.А. Тишков [12] предлагает следующие:

1) расширение доли природных сенокосов и пастбищ в агроландшафте для развития устойчивого аграрного производства; режимы, сроки и нагрузки пастьбы и сенокошения должны соответствовать «календарю природы», учитывающему сроки цветения и плодоношения редких и ценных видов растений, гнездования и кормления у птиц, размножение редких видов млекопитающих и пр. (в таком сочетании они вполне могут стать богатыми охотничьими угодьями, коими они и являлись ранее);

2) создание так называемых «территорий традиционного лугового природопользования», где, помимо сохранения традиционной сельской архитектуры, ландшафта и приемов культивирования, можно организовать местных пород скота и «народных» сортов разных культурных растений. Такие территории первоначально могут создаваться в границах существующих и планируемых национальных и природных парков — федеральных и региональных. Это не потребует коренного изменения законодательства об охраняемых природных территориях, т.к. экологически ориентированное организованное традиционное сельское хозяйство согласуется с перечнем разрешенных форм деятельности. Эти территории можно ориентировать на развитие «сельского» туризма, охотничьего туризма, позитивные результаты которого уже есть в некоторых национальных парках Архангельской и Новгородской областей, Байкала и Якутии.

Рассматривая сенокосы и пастбища в качестве охотничьих угодий с ориентацией на “сельский” и охотничий туризм, следует, опираясь на передовой зарубежный и отечественный опыт, заказники и парки признать территориями для получения ежегодного «урожая» дичи [13].

Один из классиков отечественного охотоведения В.В. Дежкин [14], указывал на то, что «охотничье-промысловое хозяйство — составляет часть организационно-экономической системы по комплексному использованию биологических ресурсов..., во многих случаях охотничий промысел, биологическое природопользование теснейшим образом смыкаются с сельским хозяйством и с региональной экономикой».

Особого внимания заслуживает высказывание другого отечественного классика — специалиста в области биологических проблем охотничьего хозяйства, В.В. Скалона о том, что «охотничье хозяйство — отрасль сельского хозяйства» [15]. «Охотпользование (использование охотугодий путем охоты на представителей госохотфонда) есть один из видов землепользования (также как земледелие, скотоводство и лесопользование)» [16]. «Посредством охоты наша страна получает значительное количество мясных продуктов прекрасного качества и, как бы, не сокращалась площадь неосвоенных человеком угодий по мере развития сельского хозяйства, под неудобицей или лесопользованием сохраниться пространство очень значительное и указанное правило извлечения ценностей от его использования сохраниться. В тоже время и на большинстве площадей, освоенных под другие производства, охотхозяйство будет рентабельно. Не становясь конкурентами домашних животных, даже на пастбищах, дикие звери и птицы могут достигать большой плотности обитания на единицу площади своих угодий. Не потеряют значение и продукты охоты. Мясо зверей и птиц не потеряет своих вкусовых достоинств, останется кулинарным деликатесом, спрос на который будет только расти» [16].

Из антропологии известно, что человек стал использовать мясо диких копытных животных (косуля, лось, пятнистый олень и др.) в пищу раньше куриного мяса, говядины и баранины. А в последние 60 лет копытные из семейства оленевых стали поставщиками абсолютно нового мяса, воспринимаемого в качестве основы современных диет [17].

В Мордовии численность лося, оленя пятнистого и косули сибирской за последние 10 лет непрерывно возрастает (*табл. 1*) и составляет в сумме 6073 головы.

При соблюдении нормативов допустимого изъятия из популяции диких копытных семейства оленевых в Мордовии можно ежегодно получать не менее 75 тонн диетического мяса.

Сравнительные характеристики мясной продуктивности и качества мяса диких копытных животных семейства оленевых представлены в дис-

Таблица 1

Динамика численности лося, оленя пятнистого и косули на территориях охотничьих угодий Мордовии (без учета ООПТ федерального значения) [18]

Вид животного	*Численность по годам*									
	2011	*2012*	*2013*	*2014*	*2015*	*2016*	*2017*	*2018*	*2019*	*2020*
Лось	936	1152	1117	1294	1323	1513	1313	1517	1745	1946
Олень пятнистый	39	19	76	155	260	154	206	192	368	317
Косуля	820	1016	702	769	743	1344	1513	2804	3598	3810

сертационной работе В.А. Охременко [19]. Они следующие:

1) туши сибирских косуль состоят из мясной мякоти — 72,2—77,7%, костей — 18,4—21,6%, сухожилий — 3,9—6,2%; морфологический состав туш лосей представлен мясной мякотью — 72,3—75,8%, костями — 19,9—23,9%, сухожилиями — 4,5—6,6%;

2) мясо представителей семейства оленевых — лося, пятнистого оленя, косули, имеет определенное сходство между собой; от мяса КРС отличается более темным красным цветом;

3) мясо представителей семейства оленевых обладает достаточно высоким органолептическими свойствами и в зависимости от вида оленя общий балл колеблется от 6,8 до 7,9; наибольший показатель у пятнистых оленей, минимальный у лосей; поскольку в мясе пятнистых оленей и косуль, по сравнению с другими представителями семейства оленевых, больше содержится протеина и жира, следовательно, и выше его пищевая ценность;

4) мясо пятнистых оленей, лосей и косуль характеризуется равным отношением незаменимых и заменимых аминокислот (0,77);

5) учитывая высокую биологическую полноценность продукта, мясо оленей целесообразнее использовать в диетическом питании и бальнеологии.

В современных условиях в России заметно изменилось отношение к охотничьим ресурсам, их эксплуатации и значению. Одной из специфических отраслей рекреационного природопользования как дорогого и своеобразного вида туризма в России и в Мордовии в том числе, вероятно явится охотничий туризм [20], целью которого с точки зрения экономической составляющей является повышение роста финансовых поступлений пользователям охотоугодий за счет услуг, оказываемых при организации охоты (спортивной, вольерной, фотоохоты, с гончими собаками и др.).

Ключевой целью госполитики развития охоты, охотничьего туризма и охотничьего хозяйства является обеспечение охраны и устойчивого использования охотничьих ресурсов животного мира, сохранение биоразнообразия естественных ландшафтных и экологических систем, определение правовых, экономических и организационных основ для ведения и развития охотничьего хозяйства, защиты прав и интересов охотников и охотопользователей, а также сохранение национальных охотничьих традиций. В Мордовии полномочия в сфере охоты, охототуризма и охотничьего хозяйства осуществляет Министерство лесного, охотничьего хозяйства и природопользования. Площадь общедоступных охотничьих угодий в республике на 01.01.2021 составляло 1376 тыс. га, в том числе закрепленная за охотопользователями — 939 тыс. га. По данным Госдоклада о состоянии окружающей среды в Республике Мордовия за 2021 год [18], указанные показатели в динамике, начиная с 2014 г. выглядят следующим образом (*табл. 2*): общая площадь охотоугодий остается постоянной, а площадь закрепленных за охотопользователями уменьшается.

Таблица 2

Динамика изменения площади охотничьих угодий в Мордовии [18]

Вид охотничьих угодий	*2014 г.*	*2017 г.*	*2020 г.*
Общего пользования	498	1235	1376
Закрепленные за охотопользователями	1817	1079	939
Общая площадь	2315	2314	2315

Если брать во внимание географический, территориальный аспект охотничьего туризма, то наиболее популярными в данном плане являются районы западной Мордовии, приуроченные к Окско-Донской низменности, относящиеся к южной подзоне европейской тайги — Зубово-Полянский, Темниковский, Торбеевский, Краснослободский, Ельниковский, Атюрьевский и Теньгушевский. Эти районы имеют более низкую плотность населения и меньшую экономическую освоенность, значительное количество нетронутых таежных и лесотаежных ландшафтов, разнообразие представителей орнитофауны и крупных млекопитающих: парнокопытных и полорогих, трофейная ценность и численность которых оценивается как «высокая». Кроме того, удобное расположение западных районов привлекает охотников-туристов из Москвы и Московской области (включая и прохождение автотрассы М-5 «Урал»). Из восточных районов Мордовии наиболее популярными среди туристов-охотников считаются Лямбирский, Ромодановский, Кочкуровский, Чамзинский, Ичалковский и Большеберезниковский районы. Популярность других районов оценивается как «средняя» или «ниже средней».

Однако, недостатков у охотничьего туризма в Мордовии, к сожалению, больше чем преимуществ. К основным проблемам развития охотничьего туризма относятся [20]: 1) запутанное и сложное нормативно-правовое регулирование охотохозяйственной деятельности; 2) сокращение биоразнообразия и невысокая (ниже оптимального уровня) плотность лося, косули, благородного оленя, значительно поредевшая популяция зайца-русака, куницы и кабана, снижающаяся численность популяций боровой и болотной дичи; 3) отсутствие высокоэффективной системы охраны охотничьих животных (рост случаев браконьерства и незаконного оборота охотничьих животных); 4) недостаточная укомплектованность охотоведческой службы специалистами с профильным специальным образованием; 5) отсутствие в регионе надлежащей специализации охотничьих хозяйств; 6) средне- или низкоразвитая инфраструктура

многих охотничьих хозяйств и низкая их привлекательность ввиду скромности природно-ресурсного потенциала; 7) неразвитый комплекс услуг, предоставляемый туристам; 8) незначительная пиар- и рекламная работа и продвижение; 9) отсутствие базы маршрутов и разнообразия предложений (все маршруты однотипны и наиболее требовательным туристам они малоинтересны); 10) недостаточное количество объектов туристской инфраструктуры; 11) отсутствие позиционирования охототуристского бренда Мордовии на «внешнем» и «внутреннем» рынках охотничьего туризма.

Остаются также пока нерешенными вопросы отношений, связанных с арендой и передачей охотничьих угодий со специализацией только на охотничий туризм, а также вольерной и загонной охоты. Так как данный туризм связан с определенными рисками, в Мордовии отсутствует база профессиональной подготовки специалистов в данной сфере, а сам инвестиционный потенциал в туристическом секторе, кроме этнографического, к сожалению, оценивается как «невысокий». Охотничий туризм важно рассматривать комплексно как один из возможных действенных рычагов коммерциализации рекреации на ООПТ Мордовии как одного из самых популярных направлений на внутреннем рынке. Хотя для достижения этих целей придется преодолевать множество проблем.

Исходя из выводов А.А. Тишкова [12], подтвержденных результатами наших исследований [21], оптимальное функционирование травяных экосистем не может быть обеспечено без крупных копытных, сенокошений и выпаса. В этой связи в настоящее время и в перспективе все актуальней становиться задача по созданию «территорий традиционного лугового природопользования», где можно организовать разведение мясных пород скота (используя положительный опыт СХПК «Крутенькое» из Кавылкинского района) на основе отреставрированных природных кормовых угодьях в оптимальном сочетании с охотничьим хозяйством, ориентированном на диких копытных из семейства оленьих. Следуя мировой тенденции цен в области органического животноводства, можно надеяться на получение с 510,1 тыс. га органических пастбищ дохода в размере 550 млн евро. Все предлагаемые мероприятия по организации органического животноводства и экологически грамотного ведения охотничьего туризма призваны обеспечить продовольственную и экологическую безопасность в регионе.

Литература

1. Медведева А. Органическое животноводство в России и в мире — обсуждение в рамках АГРОС 2020 / АгроXXI — агропромышленный портал. URL: https://www.agroxxi.ru/zhivotnovodstvo/stati/organicheskoe-zhivotnovodstvo-v-rossii-i-v-mire-obsuzhdenie-v-ramkah-agros-2020.html (дата обращения: 05.05.2022).
2. Жиряева Е. В. Классификация показателей продовольственной безопасности и оценка их значения для политики Российской Федерации // Управленческое консультирование, 2020, №12 (144). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/klassifikatsiya-pokazateley-prodovolstvennoy-bezopasnosti-i-otsenka-ih-znacheniya-dlya-politiki-rossiyskoy-federatsii (дата обращения: 05.05.2022).
3. Статистика потребления мяса / VAVILON — новостной сайт статей. URL: https://vawilon.ru/statistika-potreblenija-mjasa/ (дата обращения: 05.05.2022).
4. О продовольственной безопасности и потреблении основных продуктов питания в России / Институт комплексных стратегических исследований. URL: https://icss.ru/images/macro/%D0%98%D0%9A%D0%A1%D0%98_%D0%A1%D0%A5%20%D0%B1%D0%B5%D0%B7%D0%BE%D0%BF%D0%B0%D1%81%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C.pdf (дата обращения: 05.05.2022).
5. «Мясо для бедных» — в РФ у курятины может появиться сильный конкурент / Regnum.ru — новостной портал. URL: https://yandex.ru/turbo/regnum.ru/s/news/3341209.html (дата обращения: 05.05.2022).
6. Каверин А.В., Мунгин В.В. и др. Органическое животноводство в Республике Мордовия: предпосылки, перспективы и проблемы развития / А.В. Каверин, В.В. Мунгин, А.В. Алферина, И.С. Ушаков, Р.С. Ушаков // Использование и охрана природных ресурсов в России, 2021. №3. URL: http://www.priroda.ru/lib/section.php?SECTION_ID=209 (дата обращения: 05.05.2022).
7. Почём говядина для народа? / «Аргументы и Факты», 2021. №2. URL: https://aif.ru/gazeta/number/45441 (дата обращения: 05.05.2022).
8. Почём говядина для народа? / «Аргументы и Факты», 2021. №2. URL: https://aif.ru/gazeta/number/45441 (дата обращения: 05.05.2022).
9. Редди Ягдиш Органическое животноводство: преимущества, принципы, проблемы. 29.11.2019. URL: https://soft-agro.com/organicheskoe-zhivotnovodstvo/organicheskoe-zhivotnovodstvo-preimushhestva-principy-problemy.html (дата обращения: 05.05.2022).
10. Органическое сельское хозяйство: инновационные технологии, опыт, перспективы: науч.-аналит. обзор. — М.: Росинформагротех, 2019. — 92 с.
11. Аварский Н.Д., Таран В.В., Девин В.К. Производство и реализация органических продуктов питания в контексте современных маркетинговых тенденций на мировом рынке // Экономика с.-х. и перераб. предприятий, 2018. №11. — С. 74—81.
12. Тишков А.А. Сохранение биоразнообразия травяных угодий в агроландшафтах России // Устойчивое развитие сельского хозяйства и сельских территорий: зарубежный опыт и проблемы Росссии. — М., 2005. — С. 335—355.
13. Ермолик В.Б. Зарубежный опыт биотехнических мероприятий / Инновации и продовольственная безопасность, 2021. №3 (33). URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46675640 (дата обращения: 05.05.2022).
14. Дежкин В.В., Попова Л.В. Основы биологического природопользования: учеб. пособие. — М.: Модус-К; Этерна, 2005. — 310 с.

15. Скалон В.В. Распространение и образ жизни диких копытных в бассейне реки Олекмы // Биологический сборник. — Иркутск, 1960. — С. 150—158.
16. Скалон В.В. Основные вопросы охотничьего хозяйства. — Иркутск, 1955. — С. 279.
17. Луницын В.Г., Фролов Н.А. Продукция пантового оленеводства (способы консервирования, переработка, использование). — Барнаул: ВНИИПО, 2006. — 270 с.
18. Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды в Республике Мордовия в 2020 году. — Саранск: Минприроды, 2021. — 248 с.
19. Охременко В.А. Сравнительная характеристика мясной продуктивности и качества мяса представителей одомашненной и дикой популяции семейства оленевых: автореф. дисс. ... к.с.-х.н. — Барнаул, 2006. — 23 с.
20. Каверин А.В., Лисин Д.А., Мунгин В.В. Охотничий туризм в Мордовии: перспективы и проблемы развития // Гуманитарные аспекты охоты и охотничьего хозяйства, 2018. №6 (12). — С. 95—105.
21. Каверин А.В., Мунгин В.В., Алферина А.В., Василькина Д.Н., Ушаков И.С. Экологизация использования естественных кормовых угодий в агроландшафтах Мордовии: современное состояние, проблемы и перспективы // Проблемы региональной экологии, 2020. №6. — С. 56—60.

Сведения об авторах:

Каверин Александр Владимирович, д.с.-х.н., к. г. н., проф., завкафедрой экологии и природопользования ФГБОУ ВО «Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва» (МГУ им. Н.П. Огарёва); e-mail: kaverinav@yandex.ru.

Мунгин Владимир Викторович, д.с.-х.н., доцент, проф. кафедры зоотехнии МГУ им. Н.П. Огарёва; e-mail: munginv@mail.ru.

Гришин Станислав Юрьевич, аспирант кафедры экологии и природопользования МГУ им. Н.П. Огарёва; e-mail: grishinstanislav94@gmail.com.

Ушаков Илья Сергеевич, аспирант кафедры экологии и природопользования МГУ им. Н.П. Огарёва; e-mail: Ilya.1995@icloud.com.

Бочкарев Никита Петрович, студент кафедры экологии и природопользования МГУ им. Н.П. Огарёва; e-mail: lomaes@mail.ru.

Короткие сообщения

Побочные продукты животноводства

8 июля СФ одобрен ФЗ «О побочных продуктах животноводства ...», принятый Госдумой 28 июня.

Первый зампред профильного Комитета Сергей Митин, представляя Закон на 528-м заседании СФ, назвал причиной для его разработки правовую неопределенность при отнесении навоза или к отходам производства 3-5 класса опасности или к продукции, для производства органические удобрения. В соответствии с законом, побочными продуктами животноводства являются вещества, образуемые при содержании сельхозживотных (включая навоз, помёт, подстилку, стоки) и используемые в сельхозпроизводстве, в т.ч. для повышения плодородия почвы. Закон исключает помет и навоз из перечня отходов. Предусматриваются особенности осуществления деятельности по их хранению, обработке, транспортировке, реализации и использованию. Кроме того, законом определяются полномочия органов государственной власти РФ в области обращения побочных продуктов животноводства и устанавливается порядок отнесения веществ, образуемых при содержании сельскохозяйственных животных, к побочным продуктам животноводства или отходам. Законом также регулируются отношения, касающиеся возникновения права собственности на побочные продукты животноводства, оценки соблюдения обязательных требований с их обращением и др. Закон РФ «О ветеринарии», ФЗ «О безопасном обращении с пестицидами и агрохимикатами» и Земельный кодекс РФ приводятся в соответствие с новым законом. Закон вступит в силу с 1 марта 2023 г., с этого же времени планируется утвердить распоряжения Правительства РФ, которое определяет перечень нарушений требований обращения с навозом и пометом.

Как отмечалось в предыдущем номере газеты, по мнению экологов закон практически предоставляет сельхозпредприятиям «индульгенцию» на загрязнение полей свежим навозом, поскольку Росприроднадзор не сможет осуществлять госэкоконтроль (надзор) за размещением отходов животноводства.

Аграрный центр МГУ

Контроль за пестицидами

1 июля Россельхознадзор приступил к опытной эксплуатации ФГИС прослеживаемости пестицидов и агрохимикатов (ФГИС «Сатурн»).

Задачи: 1) проверка работоспособности платформы в реальных условиях ее эксплуатации и соответствия требованиям техзадания; 2) сбор замечаний пользователей по работе с системой, исправление выявленных ошибок и недочетов; 3) обучение пользователей работе с системой, проверка знаний персонала и его готовности к работе. Опытная эксплуатация продлится до 31 августа. Первая неделя отводится на самостоятельное ознакомление пользователей с системой. С 11 июля — организация обучающих семинаров для пользователей. В промэксплуатацию она будет введена с 1 сентября. Системный оператор — Россельхознадзор. К 29 июня терротделения Агентства зарегистрировали в системе более 17 000 хозяйствующих субъектов. Замечания по работе с ФГИС можно отправлять на почту saturn@fsvps.ru.

Аграрный центр МГУ

УДК 631.42

Опыт эколого-экономической оценки деградации земель агрохозяйств, расположенных в различных субъектах Российской Федерации

О.А. Макаров[1,2],д.б.н., А.С. Строков[3], к.э.н., Е.В. Цветнов[1,3],к.б.н., Н.А. Марахова[1], В.С. Красильникова[1], Н.Р. Крючков[1], М.Р. Чекин[1], А.О. Макаров[5], к.б.н., Д.Р. Абдулханова[1]
[1]Факультет почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова
[2]Учебно-опытный почвенно-экологический центр МГУ
[3]Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ
[4] Евразийский центр по продовольственной безопасности (Аграрный центр) МГУ
[5]ООО «Кэпт Налоги и Консультирование»

В статье приводятся результаты апробации двух концепций эколого-экономической оценки деградации земель для агрохозяйств, расположенных в различных регионах России — в Волгоградской, Белгородской, Калининградской и Пензенской областях. Проведены — расчет величины ущерба/вреда, позволяющий оценить деградацию в настоящий момент времени и оценка соотношения цены «бездействия» и цены «действия» по отношению к восстановлению деградированных земель. Показано, что причиненный землям агрохозяйств ущерб обусловлен невысоким уровнем проводимых здесь агротехнических мероприятий — главным образом, недостаточным внесением органических и минеральных удобрений, извести на кислых почвах (в агрохозяйстве Калининградской области) и гипса на солонцеватых почвах (в агрохозяйстве Волгоградской области). Результаты расчетов по методике «действия/бездействия» Й. фон Брауна показали, что переход к «эталонному» (восстановленному, или экологически устойчивому) типу землепользования экономически оправдан для агрохозяйств, расположенных в Волгоградской, Калининградской и Пензенской областях. Апробация указанных подходов показала их принципиальную применимость для незначительных по площади территорий, о чём свидетельствуют схожие результаты, полученные для одних и тех же агрохозяйств (в частности, — высокие величины удельного ущерба от деградационных процессов и отсутствие рентабельности проектов по восстановлению территории для агрохозяйств Белгородской области).

Ключевые слова: агрохозяйство, деградация земель, субъект Российской Федерации, ущерб/вред от деградации, методика Й. фон Брауна.

Состояние вопроса

Деградация земельных ресурсов (земель) была серьезной проблемой практически на протяжении всей истории человечества. Однако нынешних глобальных масштабов она достигла, начиная со второй половины XX века [1]. Одно из наиболее ёмких и точных определений деградации земельных ресурсов звучит так: «снижение потенциала земель по обеспечению экосистемными товарами и услугами» [2]. Разумеется, важнейшим аспектом изучения деградации является оценка тех экономических убытков, которые нанесли земельным ресурсам деградационные процессы, и тех рисков и перспектив, которые связаны с использованием деградированных земель в будущем. Такую оценку деградации земель принято называть эколого-экономической [3].

Из существующих концепций эколого-экономической оценки деградации земель особый интерес специалистов вызывают следующие [4]:

1. Экономическая оценка ущерба/вреда от деградации земель. В России этот подход доминирует, разработаны шкалы деградации и загрязнения почв и земель, опирающиеся на представлениях об устойчивости экосистем к внешней нагрузке, о допустимых уровнях изменений качества окружающей среды в целом и ее отдельных компонентов [5, 6]. При этом используются два основных методологических подхода к исчислению размеров ущерба/вреда, нанесенного почвам и землям [7]: 1) исходя из затрат на проведение полного объема работ по очистке загрязненных земель, восстановлению деградированных земель, изъятию отходов с захламленных участков; 2) в случае невозможности оценить указанные затраты, размеры ущерба от загрязнения земель рассчитываются по формулам, учитывающим площадь, глубину и степень загрязнения, деградации и захламления, экономические характеристики исследуемого региона и специальные земельные таксы, назначаемые нормативным путем.

Наиболее распространенными методиками оценки ущерба/вреда являются: 1) «Порядок определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами» (утв. Роскомземом 10 ноября 1993 г. и Минприродой России 18 ноября 1993 г.) [7] — в настоящее время не действует; 2) «Методика определения размеров ущерба от деградации почв и земель» (утв. приказом Роскомзема и Минприроды России от 17 июля 1994 г.) [8] — в настоящее время не действует; 3) «Методика исчисления размера ущерба, вызванного захламлением, загрязнением и деградацией земель на территории Москвы» (утв. Постановлением Правительства Москвы от 22 июля 2008 г. №589-ПП) [9] — в настоящее время не действует; 4) «Мето-

дика исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды» (утв. приказом Минприроды России от 8 июля 2010 г. №238) [10] — действующая методика.

2. Концепция экономики деградации земель (ЭДЗ). Концепция экономики деградации земель (оценка «действия»/«бездействия», методология Й. фон Брауна) возникла в начале 2010-х годов как реакция научного сообщества на экономические и природоохранные вызовы, которые стоят перед человечеством и касаются гармоничного использования почвенно-земельных ресурсов. Указанная концепция была разработана совместными усилиями ученых из Университета Бонна под руководством Йоахима Фон Брауна и Всемирного института агропродовольственной политики IFPRI под руководством Ефраима Нкони [11—13].

Интересной особенностью указанных концепций эколого-экономической оценки деградации земель является преимущественный иерархический уровень административно-хозяйственного устройства государства, для которого они применяются: расчет величины ущерба/вреда часто осуществляется для относительно незначительных по площади территорий, почвы которых загрязнены, деградированы или захламлены (отдельные поля сельхозугодий; участки, прилегающие к автотрассам и железнодорожным путям; агрохозяйства и т.д.); оценку «действия»/«бездействия» используют для крупных регионов и даже для целых стран для выработки рациональной политики землепользования в них [13].

Представляется, что с методологической точки зрения было бы интересно провести апробацию каждой из указанных концепций для одних и тех же территорий, в качестве которых могли бы выступить агрохозяйства, расположенные в различных регионах России, характеризующимися различающимися почвенно-биоклиматическими условиями и процессами деградации почв и земель.

Целью исследований, результаты которых отражены в настоящей статье, является эколого-экономическая оценка деградации земель агрохозяйств четырех субъектов Российской Федерации — Волгоградской, Белгородской, Калининградской и Пензенской областей.

Объекты и методы исследования

Характеристика агрохозяйств

Агрохозяйство ООО СП «Донское» расположено в южной части Волгоградской области (Калачёвский муниципальный район). Территория агрохозяйства относится к подзоне темно-каштановых и каштановых почв Донской провинции [14], почвообразующие породы — лёссовые и лессовидные суглинки [15]. В структуре почвенного покрова агрохозяйства преобладают светло-каштановые почвы, также встречаются каштановые почвы и комплексы каштановых и светло-каштановых почв с солонцами. Основные возделываемые культуры — озимая пшеница, овёс, соя, кукуруза. СП «Донское» — лидер по производству молока в регионе. Специализируется в области молочного животноводства на селекции и содержании молочной голштинской породы коров высокой продуктивности. На территории участка развиты процессы осолонцевания, водной эрозии, дефляции и оврагообразования.

Агрохозяйства ООО «Русагро-Инвест» и ООО «Красногвардейская зерновая компания» находятся на юге Белгородской области, занимая значительную часть Волоконовского муниципального района. Подавляющее большинство почв представлено черноземом типичным на лессовидных суглинках. Территория агрохозяйств является зоной интенсивного и развитого сельскохозяйственного производства растениеводческой и животноводческой продукции. Растениеводство специализируется на производстве зерна, сахарной свеклы и подсолнечника. Здесь развиты подкисление почв, водная эрозия, оврагообразование, оползни.

Агрохозяйство ООО ЧКЗ «Веедерн» (Озёрский муниципальный район) расположено в южной части Калининградской области. Территория агрохозяйства относится к зоне дерново-подзолистых почв южной тайги, фации умеренных кратковременно промерзающих почв, Белорусской провинции [14]. Преобладающими являются дерново-подзолистые слабоглееватые легкосуглинистые почвы, сформированные на покровных суглинках. Основным видом деятельности является выращивание зерновых, зернобобовых и масличных агрокультур. Кроме растениеводства «Веедерн» занимается разведением романовских овец (стадо — 1,5 тыс. животных) и племенным коневодством. Также у агрохозяйства линия по переработке гречихи мощностью 8—10 тыс. т в год и элеватор вместимостью 11,4 тыс. т. Основные типы деградации почв —их переуплотнение и агроистощение.

Агрохозяйство «Трудовой путь» находится в западной части Пензенской области (Кузнецкий муниципальный район). Площадь хозяйства — 3852 га, основные направления — птицеводство, животноводство, выращивание зерновых культур. Основными возделываемыми культурами являются озимая пшеница, подсолнечник, кукуруза. Преобладающие почвы: выщелоченные черноземы, серые и темно-серые лесные, светло-серые лесные. По гранулометрическому составу доминируют легкоглинистые и суглинистые почвы. На территории развиты процессы водной и овражной эрозии, переуплотнения почвы в результате сельскохозяйственной деятельности.

Характеристика методов исследования

Для расчетов *величины ущерба от деградации земель* всех исследуемых агрохозяйств использовалась «Методика определения размеров ущерба от деградации почв и земель»» утвержденная приказом Роскомзема и Минприроды Рос-

сии от 17.07.1994 г. [8]. Указанные расчеты проводились по формуле (1):

$$Ущ = Нс \times S \times Кэ \times Кс \times Кп + Дх \times S \times Кв, \quad (1)$$

где: Ущ — размер ущерба от деградации почв и земель (руб.); Нс — нормативная стоимость участка, руб./га (как правило, определялась по величине кадастровой стоимости в соответствии с Приказами соответствующих комитетов по управлению государственным имуществом областей); Дх — годовой доход с единицы площади, руб./га; S — площадь деградированных почв и земель (га); Кэ — коэфф. экологической ситуации территории; Кв — коэфф. пересчета в зависимости от периода времени по восстановлению деградированных почв и земель; Кс — коэфф. пересчета в зависимости от изменения степени деградации почв и земель; Кп — коэфф. для ООПТ.

В качестве показателей деградации земель выступили — уменьшение содержания обменного калия, подвижного фосфора, гумуса, изменение показателя кислотности. Кроме того, для агрохозяйства Волгоградской области использовался показатель осолонцевания земель, а для Белгородской — эродированность почв.

При определении степени деградации земель (этот показатель необходим для расчета Кс из формулы (1)) использовали эталонные значения показателей свойств почв из следующих монографий и методических разработок, в т.ч. — регионального характера: 1) для Волгоградской области — монографии «Зонально-провинциальные нормативы изменений агрохимических, физико-химических и физических показателей основных пахотных почв европейской территории России при антропогенных воздействиях» [16] и «Красная книга почв Волгоградской области» [17]; 2) для Белгородской — монографии «Агроэкологическое состояние и продуктивность почв Белгородской области» [18] и «Белгородская модель адаптивно-ландшафтного земледелия» [19]; 3) для Калининградской — монография «Зонально-провинциальные нормативы изменений агрохимических, физико-химических и физических показателей основных пахотных почв европейской территории России при антропогенных воздействиях» [16]; 3) для Пензенской — монография «Оценка почв» [20].

Методика Й. фон Брауна (оценка «действия» / «бездействия») в ходе проведенных исследований была модифицирована для оценки целесообразности проведения работ по восстановлению в рамках полученных величин ущерба. Методика расчетов основывалась на определении стоимости и выгоды от «действия» или «бездействия» в отношении программы по восстановлению деградированных земель. Гипотеза, заложенная в методику, заключается в том, что меры по борьбе с деградацией земель имеют больше шансов быть принятыми, если известны потери от «бездействия» и рентабельность принятия этих мер. Горизонт планирования составлял 20 лет (для агрохозяйства Калининградской области — 4 года). Оценивалась стоимость «действия» по изменению всех видов землепользования (из «дорогой», т.е. недеградированной в «дешевую», т.е. деградированую и наоборот). Главным показателем экономической эффективности работ по восстановлению земель явилось соотношение цены «бездействия» и цены «действия» по отношению восстановления деградированных земель: если оно было больше 1, то восстановление имеет смысл и наоборот.

Результаты исследований и их обсуждение

Оценка ущерба/вреда от деградации почв и земель

Анализ сведений, представленных в *табл. 1*, свидетельствует о значительном разбросе величин удельного суммарного ущерба от деградации почв и земель агрохозяйств, расположенных в различных субъектах Российской Федерации. Самые высокие значения указанного показателя были обнаружены для чернозёмных почв агрохозяйств Белгородской области, что может быть обусловлено значительными величинами нормативной стоимости земель (в качестве которой в данном случае выступала их кадастровая стоимость) для этих территорий. Существенная величина удельного суммарного ущерба для агрохозяйства Калининградской области, который рассчитывался только по показателям агроистощения почв (увеличение кислотности, уменьшение содержания гумуса, подвижного фосфора и обменного калия), прежде всего, выявляет недостатки агротехники.

Очевидно, что причиненный землям агрохозяйств ущерб обусловлен невысоким уровнем проводимых здесь агротехнических мероприятий — главным образом, недостаточным внесением удобрений, известкования (например, в агрохозяйстве Калининградской обл.) и гипсования солонцеватых почв (в агрохозяйстве Волгоградской обл.). Разумеется, подобная ситуация, в целом, свидетельствует о неустойчивом характере землепользования в сельскохозяйственных пред-

Таблица 1

Оценка ущерба от деградации земель агрохозяйств различных регионов России

Регион, агрохозяйство	*Суммарный ущерб, руб.*	*Удельный суммарный ущерб, руб./га*
Волгоградская обл., СП «Донское»	329 289 000,00	121 420,00
Белгородская обл., ООО «Русагро-Инвест»	16 601 637 600,00	313 900,00
Белгородская обл., ООО «Красногвардейская зерновая компания»	5 805 494 800,00	343 700,00
Калининградская обл., ООО ЧКЗ «Веедерн»	177 082 219,71	57 700,30
Пензенская обл., агрохозяйство «Трудовой путь»	1 371 681 264,00	131 638,06

Таблица 2

Оценка эффективности «действия» и «бездействия» против деградации земель агрохозяйств Волгоградской, Белгородской, Калининградской и Пензенской областей

Показатель	*«Донское»*	*«Русагро-Инвест»*	*«Веедерн»*	*«Трудовой путь»*
Стоимость «действия» на период 20 лет (для ООО ЧКЗ «Веедерн» — на период 4 года), руб.	953 410 079	11044 192 151	551 734 548	417 601 017
Стоимость «бездействия» на период 20 лет (для ООО ЧКЗ «Веедерн» — на период 4 года), руб.	2 294 723 972	4 427 881 902	826 002 080	526 387 108
Соотношение стоимости «бездействия» к стоимости «действия»	2,41	0,40	1,50	1,26
Площадь деградированного участка, га	2 420	21 575	2314	2 605

приятиях, когда растениеводческая деятельность приводит к истощению агроландшафтов.

Оценка показателя соотношения стоимости «бездействия» к стоимости «действия» по отношению к восстановлению деградированных земель. Результаты апробации методологии ЭДЗ для агрохозяйств, расположенных в различных регионах России, приведены в *табл. 2*. В данной работе предлагается спецификация этого метода, которая позволяет оценить стоимость восстановления деградированных земель, исходя из предположения, что деградированный участок приносит меньше дохода, чем некий будущий вариант. Модель позволяет оценить уровень затрат на восстановление плодородия земель с целью получения более высокой выручки, то есть, по сути, проводится экономическое обоснование возможной трансформации из «дешевой» земли в «дорогую» землю, где можно получать высокую выручку при устойчивом типе землепользования. Соответственно, применяемая модель рассчитывает рентабельность проекта на некоем промежутке времени и позволяет оценить, если текущий тип земледелия («бездействие») дороже будущего типа (предположительно устойчивого) земледелия («действие»). В случае если стоимость «бездействия» превышает стоимость «действия», то инвестировать в новый тип землепользования не имеет экономического смысла и не дает монетарной отдачи. Если же, наоборот, «действие» превышает «бездействие» на заданной площади (и в выбранном регионе), то инвестировать в восстановление данных деградированных земель выгодно и эффективно. Горизонт планирования при расчетах стоимости «бездействия» и стоимости «действия» для агрохозяйств Волгоградской, Белгородской и Пензенской областей составлял 20 лет, для агрохозяйства Калининградской области — 4 года.

Для оценки уровня затрат и выгод от текущего и нового («восстановленного») типа землепользования были использованы данные Минсельхоза России по сельскохозяйственным организациям России 2015 года, переведённые с помощью дефлятора в сопоставимые цены 2020 года.

Результаты расчетов по методике «действия/бездействия» Й. фон Брауна показали, что переход к «эталонному» (восстановленному, или экологически устойчивому) типу землепользования экономически оправдан для 3-х агрохозяйств — СП Донское (Волгоградская обл.), ЧКЗ «Веедерн» (Калининградская обл.) и Агрохозяйства «Трудовой путь» (Пензенская обл.). Здесь соотношение стоимости «бездействия» к стоимости «действия» выше единицы (*табл. 2*). Для ООО «Русагро-Инвест» (Белгородская обл.) восстановление деградированных земель на 20-летнем прогнозном периоде не имеет экономического смысла.

Необходимо учитывать, что полученные результаты по применению методики Й. Фон Брауна в определенной степени базируются на методологии расчета ущерба от деградации почв и земель (здесь при расчетах используется величина восстановления, или ущерба). Обращают на себя внимание негативные результаты эколого-экономической оценки деградации земель исследованных агрохозяйств Белгородской области — высокие величины удельного ущерба от деградационных процессов (см. табл. 1) и отсутствие рентабельности проектов по восстановлению территории (см. табл. 2).

Заключение

Таким образом, для агрохозяйств различных регионов России (Волгоградской, Белгородской, Калининградской и Пензенской областей) была проведена комплексная эколого — экономическая оценка деградации земель, включающая в себя применение нескольких методологических подходов — а) расчет величины ущерба/вреда, позволяющий оценить деградацию в настоящий момент времени и б) оценку соотношения цены «бездействия» и цены «действия» по отношению к восстановлению деградированных земель, демонстрирующая перспективы текущего землепользования и прогнозирующая рентабельность проектов по восстановлению территории. Апробация указанных подходов показала их принципиальную применимость для незначительных по площади территорий. Об этом свидетельствуют схожие результаты, полученные для одних и тех же агрохозяйств (например, — высокий удельный ущерб от деградации и отсутствие рентабельности проектов по восстановлению территории для агрохозяйств Белгородской области).

Работа поддержана грантом РФФИ № 19-29-05021 мк.

Литература

1. Economics of Land Degradation and Improvement — A Global Assessment for Sustainable Development / Nkonya E., Mirzabaev A., von Braun J. (ed.). — Netherlands: Springer, 2016. — 686 p.
2. Nachtergaele F. Biancalani R., Petri M. Land degradation. SOLAW Background Thematic Report TR06. — Rome: FAO, 2010. URL: http://www.fao.org/nr/solaw.
3. Эколого-экономическая оценка деградации земель / А.С. Яковлев, О.А. Макаров, С.В. Киселев и др. — М.: МАКС Пресс, 2016. — 256 с.
4. Цветнов Е.В., Макаров О.А., Строков А.С., Цветнова О.Б. Роль почв в оценке деградации земель (обзор) // Почвоведение, 2021. № 3. — С. 363—371.
5. Методические рекомендации по выявлению деградированных и загрязненных земель // Сборник нормативных актов «Охрана почв» / Под общ. ред. Н.Г. Рыбальского. — М.: Изд-во РЭФИА, 1996. — С. 174—196.
6. Яковлев А. С., Евдокимова М. В. Экологическое нормирование качества почв и управление их качеством // Почвоведение, 2011. № 5. — С. 582—596.
7. Порядок определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами (утв. приказом Роскомзема 10.11.1993 г. и Минприроды России от 18.11.1993 г.).
8. Методика определения размеров ущерба от деградации почв и земель» (утв. приказом Роскомзема и Минприроды России от 17 июля 1994 г.).
9. Методика исчисления размера ущерба, вызванного захламлением, загрязнением и деградацией земель на территории Москвы» (утв. Постановлением Правительства Москвы от 22 июля 2008 г. № 589-ПП).
10. Методика исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды» (утв. приказом Минприроды России от 08.07.2010 г. №238).
11. Von Braun J., Gerber N. The economics of land and soil degradation — toward an assessment of the costs of inaction//Recarbonization of the Biosphere. — Springer Netherlands, 2012. — P. 493—516.
12. Von Braun J., Gerber N., Mirzabaev A., Nkonya E. The Economics of Land Degradation. An Issue Paper for Global Soil Week (Berlin, 08—22 November, 2012). — Bonn: ZEF; Washington: IFPRI, 2012. — 25 p.
13. Von Braun J., Gerber N., Mirzabaev A., Nkonya E. The Economics of Land Degradation. — ZEF. University of Bonn, 2013. №109. — 20 p.
14. Добровольский Г.В., Урусевская И.С. География почв. 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Изд-во МГУ, 2004. — 460 с.
15. Национальный атлас почв Российской Федерации / С. А. Шоба, Г. В. Добровольский, И. О. Алябина и др. — М.: Астрель: АСТ, 2011. — 632 с.
16. Фрид А.С. Зонально-провинциальные нормативы изменения агрохимических, физико-химических и физических показателей основных пахотных почв Европейской территории России при антропогенных воздействиях / А.С. Фрид, И.В. Кузнецова, И.Е. Королева и др. — М.: Почвенный институт имени В.В.Докучаева, 2010. — 176 с.
17. Кулик К.Н., Кретинин В.М., Рулёв А.С., Шишкунов В.М. Красная книга почв Волгоградской области. — Волгоград: Облкомприроды, 2017. — 224 с.
18. Лукин С.В. Агроэкологическое состояние и продуктивность почв Белгородской области: монография. — Белгород: Константа, 2016. — 344 с.
19. Белгородская модель адаптивно-ландшафтного земледелия / В.И. Кирюшин, С.В. Лукин, В.Д. Соловиченко, В.И. Мельников; под общ. ред. В.И. Кирюшина. — Белгород: Константа, 2019. — 269 с.
20. Савич В.И., Амергужин И.И., Карманов И.И., Булгаков Д.С., Федорин Ю.В., Карманова Л.А. Оценка почв. — Астана, 2003. — 554 с.

Сведения об авторах:

Макаров Олег Анатольевич, д.б.н., завкафедрой эрозии и охраны почв факультета почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова, зав. лабораторией почвенно-экологического мониторинга УО ПЭЦ МГУ им. М.В. Ломоносова; e-mail: oa_makarov@mail.ru.

Строков Антон Сергеевич, к.э.н., в.н.с. Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ; e-mail: strokov-as@ranepa.ru.

Цветнов Евгений Владимирович, к.б.н., с.н.с. кафедры радиоэкологии и экотоксикологии МГУ им. М.В. Ломоносова; с.н.с. Евразийского центра по продовольственной безопасности МГУ; e-mail: ecobox@mail.ru.

Марахова Нина Алексеевна, аспирант кафедры радиоэкологии и экотоксикологии факультета почвоведения МГУ; e-mail: zenafelekca@gmail.com.

Красильникова Валерия Станиславовна, аспирант кафедры эрозии и охраны почв факультета почвоведения МГУ; e-mail: valera.krasilnikova@inbox.ru.

Крючков Никита Романович, аспирант кафедры эрозии и охраны почв МГУ; nrkruychkov@gmail.com.

Чекин Михаил Романович, аспирант кафедры эрозии и охраны почв факультета почвоведения МГУ; e-mail: mihaill456@gmail.com.

Макаров Андрей Олегович, к.б.н., менеджер группы операционных рисков и устойчивого развития ООО «Кэпт Налоги и Консультирование»; e-mail: makarov_ao88@mail.ru.

Абдулханова Дина Рафиковна, м.н.с. кафедры эрозии и охраны почв МГУ; e-mail: dina_msu@mail.ru.

Агроэкономика

УДК 338.23

Проблемы и задачи развития агрологистической инфраструктуры России в новых экономических условиях

Р.А. Ромашкин, к.э.н., С.В. Ламанов,
Евразийский центр по продовольственной безопасности МГУ имени М.В. Ломоносова

Предметом настоящей статьи является исследование вопросов адаптации агрологистической инфраструктуры России к новым условиям, порожденным текущим кризисом, вызванным конфликтом на Украине. Транспортно-логистическая проблематика формирует постепенно нарастающую угрозу по снижению маржинальности аграрного бизнеса и обостряет риски для продовольственной безопасности России. Рост логистических издержек обещает быть одним из главных триггеров продовольственной инфляции во второй половине 2022 года. В этой связи в краткосрочной перспективе необходимо воздержаться от принятия любых мер, которые могут повлечь за собой рост совокупных транспортных затрат и раскрутку темпов продовольственной инфляции. В среднесрочном периоде целесообразно обеспечить формирование перспективной схемы транспортных коридоров для экспорта сельхозпродукции и построение национальной товаропроводящей экспортоориентированной системы.

Ключевые слова: агрологистическая инфраструктура, экспорт сельхозпродукции, транспортные коридоры, санкции, продовольственная инфляция, продовольственная безопасность.

Введение

Усиление санкционного давления на российскую экономику привело к резкому и внезапному разрыву сложившихся цепочек поставок расходных материалов, запчастей, комплектующих и оборудования. Эта проблема была обозначена предпринимательским сообществом как наиболее острая независимо от масштабов бизнеса [1]. Таковой она остается и до настоящего времени. Вместе с тем, нарастают новые вызовы, с которыми российский бизнес не сталкивался ранее. К лету 2022 г. заметно обострились транспортно-логистические проблемы: блокировка экспортных поставок сельхозпродукции из России, усложнение импортных поставок, резкое увеличение транспортных тарифов и расходов на страхование, нехватка транспортных средств. В результате заметно выросли угрозы продовольственной безопасности в России и в мире в целом. Подчеркнем, что транспортно-логистические вопросы не пришли на смену проблемам разрыва технологических цепочек, но развиваются параллельно с ними и сами по себе.

Предметом настоящей статьи является исследование вопросов адаптации агрологистической инфраструктуры России к новым условиям, порожденным текущим кризисом.

Транспортно-логистическая проблематика в условиях современного кризиса

Транспортно-логистическая проблематика пока остается на втором плане в восприятии аграрного бизнеса и органов власти. Между тем, она формирует постепенно нарастающую угрозу по снижению маржинальности аграрного бизнеса и обостряет риски для продовольственной безопасности России, поскольку рост логистических издержек обещает быть одним из главных триггеров продовольственной инфляции во второй половине 2022 года.

Проблематика транспортировки продовольственной продукции в условиях современного кризиса имеет две составляющие. Первая — носит политический характер и связана с наличием западных санкций в отношении российских перевозчиков, а также возможным введением Россией контрсанкций в отношении западных перевозчиков.

Вторая имеет экономическую природу. Она является продолжением первой и выражается в резком удорожании транспортных и страховых услуг.

В опубликованном обзоре [2] было высказано предположение, что угроза продовольственного кризиса в африканских странах и др. регионах, зависящих от поставок сельхозпродукции из Черноморского бассейна, может стать основанием для смягчения санкционных мер в отношении перевозок продовольственных товаров из России. В целом это предположение оправдалось.

К лету 2022 г. сложилась следующая ситуация. Поставки зерна как таковые не находятся под санкциями. При этом, по оценке председателя правления Союза экспортеров зерна Э. Зернина, на мировом рынке сформировались «незримые барьеры» для российской сельхозпродукции: усложнение банковских расчетов, замораживание кредитных линий на закупку российского зерна, отказ в страховании грузоперевозок, создание искусственного дефицита судов путем запрета на вход в российские порты [3]. На этом фоне постоянный представитель США при ООН Линда Томас-Гринфилд заявила, что США готовы предоставить гарантийные письма компаниям-экспортерам и страховщикам, которые опасаются возможных санкций, чтобы «поддержать усилия по вывозу зерна из России, которое так нужно международному сообществу». При этом она напомнила, что ограничительные меры не распространяются на вывоз зерна и удобрений [4].

Тем не менее, впоследствии Россия и ООН в Стамбуле заключили меморандум о содействии поставкам на мировой рынок российского продовольствия и удобрений. Разблокировка поставок российского продовольствия из портов черноморского бассейна была увязана с обеспечением вывоза зерновых из портов Украины [5].

Альтернативные транспортные коридоры

Наряду с проведением в жизнь работоспособной схемы экспорта продовольствия из черноморского бассейна в России предпринимаются определенные шаги по формированию альтернативных транспортных коридоров для экспорта сельхозпродукции. Решение этого вопроса упирается в необходимость проработки ряда политических, организационных и технических задач.

Прежде всего, нет ясного понимания перспективных направлений экспорта и состава экспортных поставок. По этой причине не сформированы государственные меры поддержки этих направлений. Вопрос формирования экспортных коридоров, очевидно, выходит за границы страны-экспортера. Это задача субрегионального масштаба. В этом отношении показателен пример Казахстана, который проводит активную исследовательскую деятельность по формированию перспективной схемы экспортных перевозок в Китай и страны Ближнего Востока.

Российский аграрный бизнес опережает органы власти в поиске новых направлений сбыта сельхозпродукции. При этом инициативы аграрного бизнеса по поиску новых направлений экспорта зерна тормозятся из-за логистических проблем.

Так, в нынешнем сельскохозяйственном году в регионах СФО сложился профицит зерна. Однако экспорт излишков стопорится из-за негативного воздействия российских экспортных квот и плавающей пошлины. Действующая процедура квотирования и расчета таможенной пошлины была разработана в эпоху COVID-19 и в настоящее время является явным анахронизмом. Число компаний из СФО, которые получили квоты, снижается: в 2020 г. их имели 15 организаций на 150 тыс. тонн пшеницы и ячменя, в 2022 г. — 8 организаций на 90 тыс. тонн. Кроме того, на экспорт негативно влияет тарифная дискриминация перевозок российского зерна через Казахстан в страны Центральной Азии, Афганистан и Пакистан: стоимость перевозки тонны на километр для казахстанских организаций составляет 51 руб., а для российских — 192 рубля. По мнению экспертов, урегулирование тарифного спора через механизмы ЕАЭС может растянуться на несколько лет. Особенно с учетом того, что Россия рассчитывает на поддержку Казахстана в части снабжения российской экономики недоступным из-за санкций технологическим импортом. На фоне подобного рода ожиданий тарифная тема отходит на второй план [6].

Экспорт сибирского зерна в северо-западный Китай ограничивается пропускной способностью железных дорог и высокими тарифами на внутрироссийские железнодорожные перевозки.

В марте-апреле обозначалось намерение развивать импорт овощей и фруктов из Ирана при одновременном развитии экспорта зерна и мяса в эту страну. Однако развитие экспортно-импортного коридора в Иран упирается в неготовность логистической инфраструктуры и в те же проблемы с тарифами и пошлинами.

Международные автотранспортные перевозки

Серьезные осложнения возникли в сфере международных автотранспортных перевозок. После введения запрета на въезд на территорию ЕС белорусского и российского транспорта Беларусь ввела ответные ограничения на въезд грузового транспорта из ЕС, и теперь при пересечении белорусской границы требуется перецепка или перегрузка грузовых фур. Выполнение этих операций приводит к образованию на белорусской границе очередей из грузовиков.

По оценке российских объединений транспортников, запрет на въезд российских и белорусских грузовиков в ЕС и ответные меры Беларуси привели к увеличению среднего тарифа на перевозку из ЕС в Россию с 3,2 тыс. евро до 7,8 тыс. евро (рост в 2,4 раза) за фуру. При этом срок доставки увеличился на неделю. Отмечается также, что в пищевой

промышленности используются грузы, перевалка которых невозможна.

В Минтрансе России активно обсуждаются ограничительные меры, аналогичные белорусским. Определились две группы участников дискуссии: производители пищевой продукции совместно с ритейлом и перевозчики.

Отраслевые объединения производителей пищевой продукции и Ассоциация компаний розничной торговли обратились в правительственные органы России с просьбой не вводить ограничения для въезжающего в Россию грузового автотранспорта из стран ЕС. Это мотивируется тем, что в России нет инфраструктуры для перецепки грузов, недостаточно складов временного хранения на пограничных переходах, а ограничения могут привести к исчезновению ряда зарубежных товаров либо значительному росту цен.

Лоббистами принятия ограничительных мер выступают российские объединения перевозчиков, в частности Национальная ассоциация грузового автотранспорта «Грузавтотранс». Позиция перевозчиков сводится к тому, что российская автотранспортная отрасль оказалось одной из самых пострадавших: запрет на перевозку грузов по ЕС лишит российские компании 210—230 млрд руб. доходов в год. В этой связи необходимо разработать комплекс мер, которые смягчат ущерб для российского автотранспортного бизнеса.

По мнению президента «Грузавтотранса», европейские перевозчики могут доставлять товары до границы, где их перецепят или перегрузят на российские транспортные средства. Это потребует незначительных затрат, но в итоге цены для конечного потребителя, по мнению транспортников, даже снизятся [7]. При этом открытым остается вопрос о том, готовы ли будут владельцы перецепляемых на границе полуприцепов на их перемещение по России на российских грузовиках. Если нет, то совершенно непонятно, как будет производиться перевалка на пограничных переходах, например, скоропортящихся продуктов, и как такая перевалка отразится на качестве этих продуктов. Таким образом, эскалация ограничительных мер со стороны России будет иметь серьезные последствия.

Во-первых, эти меры могут стать критичными для продовольственной безопасности России. Может сложиться ситуация, когда будет не хватать мощностей по транспортировке, а также по выполнению ранее не требовавшихся операций (перецепка, перегрузка, временное хранение), что приведет к потере качества импортируемой продовольственной продукции и компонентов для пищевой промышленности, и в конечном счете к нехватке требуемого импорта. Иными словами, при локальном выигрыше перевозчиков, вырастают риски для продовольственной безопасности страны. Проблема нехватки транспортных возможностей и обусловленные этим перебои с доставкой продовольственной продукции в отдельные регионы России впервые довольно резко обозначились во время пандемии COVID-19. Однако тогда последствия были некритичными, сбои с поставками были быстро устранены. Сегодня быстро и безболезненно исправить ситуацию не получится.

Во-вторых, принятие таких мер может привести к новому витку продовольственной инфляции. Какими могут быть экономические последствия?

Доля транспортных издержек в розничной стоимости продовольственных товаров при одинаковой дальности перевозок зависит от трудности хранения и объемной массы товара. При хорошо организованной логистике для скоропортящихся овощей и фруктов эта доля составляет 9—11% [8]. Проведенные нами расчеты показывают, что при росте стоимости перевозки в 2,5 раза доля транспортных издержек в поступающей в торговлю скоропортящейся продукции увеличивается с 10% до 22%, а инфляционный индекс составляет 1,15 (при условии, что прочие издержки остаются постоянными). Таким образом, совокупные транспортные издержки грозят стать одним из самых заметных триггеров продовольственной инфляции.

Кроме того, рост транспортных издержек ведет к снижению физических объемов закупок продукции. По оценкам экспертов Центра экономики инфраструктуры (Москва), коэффициент эластичности физического объема товарооборота при росте совокупных транспортных издержек по товарной группе «готовые пищевые продукты» составляет минус 1,75 (при росте транспортных издержек на 1% происходит сокращение физического объема товарооборота по выделенной товарной группе на 1,75%).

Приведенные расчеты являются иллюстрацией того, что рост транспортных издержек снижает как экономическую, так и физическую доступность некоторых продуктов питания, что повышает риски для продовольственной безопасности страны.

Выводы и предложения

Кризис, вызванный конфликтом на Украине, привел к резкому увеличению турбулентности всех экономических процессов. В частности, разрушены годами складывавшиеся логистические схемы в АПК. Начавшийся процесс по формированию новых технологических цепочек поставок расходных материалов, запчастей и комплектующих, а также альтернативных транспортных коридоров займет не менее двух лет и потребует плотного взаимодействия органов власти и аграрного бизнеса.

В краткосрочной перспективе необходимо воздержаться от принятия любых мер, которые могут повлечь за собой рост совокупных транспортных затрат и раскрутку темпов продовольственной инфляции (в частности, отказаться от принятия контрсанкций в отношении перевозчиков из стран ЕС — по белорусскому сценарию).

На наш взгляд, целесообразно провести широкое обсуждение вопроса о пересмотре/смягчении механизма формирования экспортных пошлин

и квот с привлечением представителей аграрного бизнес-сообщества и профильных ФОИВ. Необходима также поддержка льготных транспортных тарифов для перевозки сельхозпродукции.

Задачами среднесрочной перспективы, на наш взгляд, являются: формирование перспективной схемы транспортных коридоров для экспорта сельхозпродукции и построение национальной товаропроводящей экспортноориентированной системы. Первая задача носит, прежде всего, внешнеполитический характер, а вторая предполагает построение целевой программы на принципах государственно-частного партнерства. Ее результатом должно стать формирование транспортно-логистической инфраструктуры на перспективных направлениях импортно-экспортных перевозок продовольственных товаров. Достижение этой цели имеет важнейшее значение вне зависимости от того, по какому сценарию будет развиваться кризис в России. Эта задача возникла гораздо раньше, современный кризис ее только резко обострил. При ее решении, безусловно, следует учесть перспективы долгосрочного экспортно-импортного сотрудничества в аграрной сфере со странами ЕАЭС.

Какие предпосылки для решения задачи складываются сегодня? В настоящее время идет разработка пятилетнего плана дорожной деятельности на 2023—2027 годы. В рамках этой работы прорабатывается отдельная подпрограмма по формированию транснациональных коридоров [9]. Поскольку одним из предназначений планируемых коридоров является транспортировка продукции АПК, необходимо совместить автодорожную программу с развитием так называемой двухуровневой системы аграрной логистической инфраструктуры. Предполагается объединение малых агрологистических центров районного и регионального уровней с крупными межрегиональными центрами федерального уровня. Мультимодальные агрологистические центры федерального уровня должны стать узловыми точками национальной экспортоориентированной агрологистической инфраструктуры. Малые центры призваны обеспечивать товарное формирование экспортных партий, накапливаемых в центрах федерального уровня.

При этом планирование агрологистической инфраструктуры должно опираться на результаты анализа перспективных направлений экспорта и импорта продовольственных товаров, содержащего перечень бенефициаров и стейкхолдеров, характеристику прогнозной мощности товаропотока и его структуру, потребность в холодильных мощностях, оценку совокупных транспортных издержек и т.п.

Следует подчеркнуть, что в России несколько раз инициировались крупные проекты по созданию национальной сети мультимодальных логистических центров. Необходимо вернуться к этой тематике и довести концептуальные проработки до реально работающей системы агрологистических центров. Межведомственное взаимодействие до сих пор остается слабым звеном при формировании государственных программ. Мы полагаем, что план создания сети агрологистических центров (локализация, схема транспортировки продукции между центрами и схема доставки продукции конечным потребителям) должен быть совмещена с долгосрочным проектом развития автодорожной сети в России. Результирующий кумулятивный эффект повысит эффективность снабжения регионов продовольствием и в конечном счете создаст стратегический задел по укреплению продовольственной безопасности России и других стран ЕАЭС.

Литература

1. Дефицит вышел на поля. Газета «Коммерсантъ», №110 от 23.06.2022.
2. Ромашкин Р., Ламанов С., Сурганова Т. Новые риски для глобальной и российской продовольственной безопасности. Обзорный доклад, 2022. URL: https://ecfs.msu.ru/images/publications/Obzorniy_doklad_ECFS.pdf.
3. МИД: российские суда с зерном попали под санкции. Агроинвестор, 02.06.2022. URL: https://www.agroinvestor.ru/analytics/news/38204-mid-rossiyskie-suda-s-zernom-popali-pod-sanktsii.
4. США готовы дать компаниям гарантии для поддержки экспорта сельхозпродукции из России. ТАСС, 31.05.2022. URL: https://tass.ru/ekonomika/14784361.
5. Блокада прорвана: РФ и ООН подписали меморандум об экспорте удобрений и сельхозпродукции. Вести, 23.07.2022. URL: https://www.vesti.ru/article/2857628.
6. Сибирское зерно мечтает о загранпоездках. Газета «Коммерсантъ», № 111 (7312) от 24.06.2022. URL: https://www.kommersant.ru/doc/5424603.
7. Минтранс вновь прорабатывает ограничение движения грузовиков из ЕС. Агроинвестор, 01.06.2022. URL: https://www.agroinvestor.ru/analytics/news/38201-mintrans-vnov-prorabatyvaet-ogranichenie-dvizheniya-gruzovikov-iz-es.
8. Колз Р. Л., Ул Дж. Н. Маркетинг сельскохозяйственной продукции. — М.: Колос, 2000. — 512 с.
9. Брифинг Марата Хуснуллина: о формировании пятилетнего плана дорожной деятельности на 2023—2027 годы. — М., Дом Правительства, 3 июня 2022 г. URL: http://government.ru/news/45617.

Сведения об авторах:

Ромашкин Роман Анатольевич, к.э.н., замдиректора Евразийского центра по продовольственной безопасности МГУ им. М.В. Ломоносова; e-mail: romromash@gmail.com.

Ламанов Сергей Владимирович, н.с. ЕЦПБ МГУ; e-mail: slamanov@yandex.ru.

Календарь событий

УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ

В соответствии с распоряжением Президента РАН академика А.М. Сергеева от 12.04.2022 г. № 10004-376 26—27 апреля 2022 г. в Российской академии наук проведена Научно-практическая конференция «Россия в XXI веке в условиях глобальных вызовов: современные проблемы управления рисками и обеспечение безопасности социально-экономических и социально-политических систем и природно-техногенных комплексов».

Конференция организована в рамках цикла научных конференций «Мир и наука в XXI веке: глобальные вызовы и риски», которые проводятся *Комиссией РАН по изучению научного наследия выдающихся ученых (секцией академика Н.Н.Моисеева)* с декабря 2020 года с целью популяризации науки и научного наследия выдающихся ученых, привлечения молодежи к научной деятельности.

Конференция проведена в интересах реализации Стратегии национальной безопасности Российской Федерации, утвержденной Указом Президента РФ от 02.07.2021 №400, согласно тематике Научной школы «Управление рисками и обеспечение безопасности социально-экономических и общественно-политических систем и природно-техногенных комплексов» заслуженного деятеля науки РФ, проф. *Я. Д. Вишнякова.*

Модератор Конференции, ответственный за координацию подготовки и проведения Конференции: *С. П. Киселева* — зампредседателя Оргкомитета Конференции, проф., д.э.н., действительный член РАЕН и РЭА, член Комиссии РАН по изучению научного наследия выдающихся ученых, член Комиссии РАН по техногенной безопасности.

Организаторами Конференции выступили Российская академия наук (Комиссия РАН по изучению научного наследия выдающихся ученых (секция акад. Н.Н. Моисеева) и Международный независимый эколого-политологический университет (МНЭПУ). Председатель Оргкомитета Конференции — акад. РАН *М. Ч. Залиханов*; председатель Программного комитета Конференции — чл.-корр. РАН *Н. А. Махутов*.

Партнеры Конференции: ВНИИ по проблемам гражданской обороны и ЧС МЧС России (Федеральный центр науки и высоких технологий); Государственный университет управления; Финансовый университет при Правительстве РФ; Национальная технологическая палата; Российская экологическая академия; Ассоциация «Лига содействия оборонным предприятиям» (Комитет по комплексному обеспечению безопасности на отечественных промышленных предприятиях); журнал «Безопасность труда в промышленности»; Национальное информационное агентство «Природные ресурсы» (НИА-Природа).

Генеральной идеей Конференции явилось обеспечение эколого- и риск-ориентированного и высококонкурентноспособного развития отечественной экономики и социальной инфраструктуры в интересах реализации Стратегии национальной безопасности Российской Федерации, утвержденной Указом Президента РФ от 02.07.2021 г. № 400.

Основные направления работы Конференции: 1) комплексная безопасность объектов экономики; 2) комплексная безопасность инновационных проектов; 3) экологическая безопасность организаций, территорий и населения; 4) техносферная безопасность на производстве; 5) экономическая безопасность личности, организации и государства; 6) информационная безопасность личности, организации и государства; 7) управление рисками проектов и систем; 8) комплексная оценка эффективности проектов и программ в сфере обеспечения безопасности.

Значительное внимание в программе Конференции уделено вопросам обеспечения экологической и техносферной безопасности, а также комплексной безопасности систем разного уровня и масштаба с учетом естественно-научных, эколого-экономических, социально-экономических, общественно-политических, технико-технологических и иных аспектов.

Уникальность и новизну Конференции определила постановка проблематики управления ри-

сками и обеспечения безопасности (безопасности разных видов, а также комплексной безопасности) систем различного уровня и масштаба с позиции системного междисциплинарного подхода с учетом экологического императива и экологического императива технологического развития, являющегося одним из наиболее значительных элементов научного наследия академика Н.Н. Моисеева.

В Конференции приняли участие более 400 человек (в очном, дистанционном в режиме ВКС и заочном форматах). В Конференции были широко представлены ученые Российской академии наук (акад. РАН Евтушенко Ю.Г., акад. РАН Залиханов М.Ч., акад. РАН Осипов В.И., акад. РАН Бычков И.В., чл.-корр. РАН Махутов Н.А., чл.-корр. РАН Иванов В.В., чл.-корр. РАН Макоско А.А., чл.-корр. РАН Шульц В.Л., чл.-корр. РАН Шустов Б.М., проф. РАН Дергачева Е.А.), а также Российской академии образования, Росэкоакадемии, РАЕН и др. отраслевых академий. Наряду с ведущими учеными с докладами выступили студенты Государственного университета управления, Финансового университета при Правительстве РФ, МГТУ им. Н.Э.Баумана, МГУ им. М.В.Ломоносова, РУДН, РХТУ им. Д.И. Менделеева, РГАУ — МСХА им. К.А. Тимирязева, МАИ (НИУ), ДФУ, Ростовского ГУПС.

В рамках Конференции проведено пленарное заседание, заседание секции «Управление рисками и обеспечение безопасности населения, территорий и предприятий» (соорганизатор — ГУУ); заседание секции «Экономика чрезвычайных ситуаций в условиях противостояния вызовам и угрозам современности» (организовано на базе кафедры «Безопасность жизнедеятельности» Финансового университета при Правительстве РФ); выставочная экспозиция (организована и проведена ВНИИ по проблемам гражданской обороны и ЧС МЧС России.

В рамках Конференции демонстрировалась Выставочная экспозиция ВНИИ по проблемам гражданской обороны и ЧС МЧС России (Федерального центра науки и высоких технологий). Особый интерес к экспозиции проявили студенты-участники Конференции.

Содержание и выводы докладов, вопросы и выступления участников Конференции по современным проблемам управления рисками и обеспечения безопасности социально-экономических и социально-политических систем и природно-техногенных комплексов указали на необходимость дальнейших научных исследований и дискуссий по тематике Конференции в рамках цикла конференций «Мир и наука в XXI веке: глобальные вызовы и риски».

Материалы будут опубликованы в сборнике материалов Конференции (регистрация в базе РИНЦ). По материалам Конференции будет подготовлен и опубликован том многотомного издания «Безопасность России» (МГОФ «Знание»). Результаты Конференции представлены в отчете Организационного и Программного комитетов Конференции для Президиума РАН.

Я.Д. ВИШНЯКОВ, ГУУ,
С.П. КИСЕЛЕВА, Финансовый Университет при Правительстве РФ,
Комиссия РАН по изучению научного наследия выдающихся ученых

Книжная полка

ДОКЛАД «О СОСТОЯНИИ И ИСПОЛЬЗОВАНИИ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»

Сотрудниками НИА-Природа, Аграрным центром МГУ и ООО «ВЕД» подготовлен и издан Доклад «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2020 году» (М.: Росводресурсы, НИА-Природа, 2022. — 510 с.).

Доклад о состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации подготовлен и издан по заданию Федерального агентства водных ресурсов (Росводресурсов). Доклад содержит основные данные о водных ресурсах и их использовании, количественных и качественных характеристиках поверхностных и подземных вод. В докладе также осуществлен анализ водохозяйственной ситуации и дана оценка состояния водного хозяйства; приведены сведения об обеспечении безопасности гидротехнических сооружений; даны оценки процессов, происходящих на водных объектах и т.п.

Доклад подготовлен специалистами НИА-Природа, Аграрного центра МГУ и ООО «ВЕД» (*Н.Г. Рыбальский, В.А. Омельяненко, Е.В. Муравьева, С.Н. Шашков, В.Н. Кузьмич, И.А. Сосунова, В.Р. Хрисанов, О.В. Кургачёва*) при участии: *А.Е. Косолапова* (РосИНИВХЦ Росводресурсов), *Г.М. Черногаевой* (ИГКЭ им. акад. Ю.А. Израэля), *Л.С. Банщиковой* (ГГИ Росгидромета), *А.В. Шевчука* (СОПС ВАВТ Минэкономразвития России), *В.А. Волосухина* (Институт безопасности ГТС), *М.М. Черепанского* (РГГРУ им. С. Орджоникидзе), *Д.В. Козлова* (НИУ МГСУ). Ответственный за выпуск Н.Г. Рыбальский.

С 2002 г. по 2018 г. по заданию Минприроды России (до 2008 г. — МПР России) НИА-Природой готовились и издавались ежегодные аналитические материалы по состоянию и использованию водных ресурсов Российской Федерации в форме Государственных докладов. В декабре 2021 г. Федеральным агентством водных ресурсов было принято решение о возобновлении подготовки и издания ежегодных информационно-аналитических материалов о состоянии и использовании водных ресурсов в форме Доклада.

Для сохранения преемственности и возможности сравнения отдельных показателей в многолетней динамике было принято решение по возможности сохранить основные элементы структуры, сложившейся за 17-летний период подготовки и издания госдокладов.

Учитывая тот факт, что в госдокладах практически не отображалась деятельность территориальных органов Росводресурсов — бассейновых водных управлений (БВУ), в Доклад включён подраздел, посвящённый характеристике водных ресурсов в зоне деятельности каждого из БВУ и основные итоги их деятельности в 2020 году.

Кроме этого, понимая важность работы по экологическому просвещению населения, популяризации, пропаганде и формированию культуры бережного отношения к воде, руководством Росводресурсов было принято решение дополнить Доклад разделами «Информационно-просветительская деятельность» и «Взаимодействие с общественностью», включающими информацию о проведении водно-экологических акций просветительного характера и водных конкурсов на федеральном и региональном уровнях, Всероссийской акции по очистке водных объектов и берегов от мусора и др. мероприятиях.

В Докладе также значительно расширен блок статистической информации, представленный в приложении

к Докладу. Это связано с тем, что с 2019 г. было прекращено издание ежегодного Статсборника «Водные ресурсы и водное хозяйство России», который в течение 14 лет готовился и издавался НИА-Природой.

Все приведенные в Докладе сведения подготовлены с использованием государственных информационных ресурсов: отчетных материалов бассейновых водных управлений; данных Государственного водного реестра; справочно-аналитических материалов Росводресурсов, Департамента государственной политики и регулирования в области водных ресурсов Минприроды России; статистических публикаций Росстата; данных Государственного мониторинга поверхностных водных объектов суши и морей; Росгидромета; сведений Государственного мониторинга состояния недр Роснедр; данных надзора за безопасностью гидротехнических сооружений Ростехнадзора. Росприроднадзора, Ространснадзора, Государственного гидрологического института; информации о выполнении федеральных целевых программ Минэкономразвития России; других официальных источников.

Доклад адресован представительным, законодательным и исполнительным органам власти Российской Федерации, органам государственной власти и управления всех уровней, заинтересованным министерствам и ведомствам, природоохранным органам, общественным экологическим организациям

НИА-Природа и Европейский центр по продовольственной безопасности МГУ надеются, что представленный Доклад будет интересен не только природоохранным и природоресурсным министерствам и ведомствам стран Центральной Азии, но и непосредственно министерствам сельского хозяйства центрально-азиатских стран, поскольку водная безопасность является одной из главнейших составляющих продовольственной безопасности. И в этом отношении было бы весьма актуально и своевременно подготовить и издать Доклад «Состояние использования водных ресурсов Евразийского региона» с привлечением ведущих специалистов Центральной Азии, включая членов Сети водохозяйственных организаций стран ВЕКЦА и при поддержке Евразийской экономической комиссии.

NATURE

General Problems of Nature Management

Methodological Approaches to Identifying the Impact of Hydraulic Structures and Climate Change on the Dynamics of Terrestrial Ecosystems

Zh.V. Kuzmina[1], Dr.Sc. (Geograph.), S.E. Treshkin[2], Dr.Sc. (Agriculture), S.V. Chernorutsky
[1]Institute of Water Problems of the Russian Academy of Sciences,
[2]Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation

This article is about the researches of ecosystems dynamics in the valleys of the small rivers of the Upper Volga basin and the hydrological changes and anthropogenic factor such as hydrotechnical influence (river overregulation and reclamation activities), all caused by the cumulative impact of climatic changes. The monitoring result allowed us to determine the changes of the summer low groundwater level during the period of 2009-2018, which depends on the climatic fluctuations, differently influencing the natural and anthropogenically disturbed ecosystems, including those on the head and tail races of water reservoirs and affected by the reclamation activities. We educed the main tendencies of ecosystems dynamics as the result of the accumulative hydrological and climatic changes.

Keywords: climatic changes, hydrological river regime changes, cumulative impact of hydrological and climatic changes, valley ecosystems, vegetation dynamics, water regime disturbances.

Mineral Resources

Radar Ground Probing: Problems and Solutions

E.A. Avanyan, LLC "Advanced Georadar Technologies"

The ground probing radar method with high penetrating and resolution ability is based on the formation of an electromagnetic field It makes the search and exploration of mineral deposits much more efficient and allows a direct search for groundwater resources and hydrocarbon deposits on land and offshore. The results of industrial use providing high reliability of forecasts and accuracy of 3D modeling of aquifers and oil-saturated layers are presented. The analysis of the results of the application of the method is given, method's potential for solving practical problems of subsoil users, industry tasks of geological study of subsurface water and mineral resources, state tasks of import substitution and ensuring ecological and technological safety in the exploration industry are proposed. Measures for testing of domestic geological exploration technologies at public industrial polygons are offered. The potential of using the ground probing radar method to promote the interests of Russian corporations in the world market is described.

Keywords: Technological development, hydrogeology, geological exploration, ground radar probing, import substitution, offshore, transfer of Russian technologies.

Water Resources

The Flood in June 2021 on the Crimean Yalta Watercourses and its Geoecological Consequences

B.I. Korzhenevskiy, Cand. Sc. (Geology), All-Russian Research Institute for Hydraulic Engineering and Land Reclamation

Abnormal rainfall in mid-June 2021, which lasted for half a day, led to the damming of watercourses of the Yalta with natural and man-made debris, overflow of the stream through their artificial sides and significant moral damage to residents of the city and guests vacationing in it, and material damage to infrastructure and residents of the city. The geoecological consequences of this anomalous natural phenomenon are considered.

Keywords: small rivers, heavy rainfall, anthropogenic impact, alluvial deposits, removal cones, flysch deposits.

Biodiversity

Assessment of the Pasture Impact of the Przhevalsky Horse on the Species Diversity of Ants in the Reserves of the Orenburg Region

E.A. Bulgakov[1], M.A. Arbuzov[1], M.A. Bulgakova[2], Cand. Sc. (Biology)
[1]Reserves of the Orenburg region
[2]Orenburg State University

The article discusses the results of the analysis of the species dynamics of myrmecofauna inside the acclimatization enclosures of the Przewalski horse. It is shown that grazing of large ungulates has both direct and indirect effects on the myrmecocomplex. Based on the results of the study, the main regularities of species imbalances were established on the territory of areas subject to pasture impact. The article reflects the experimental results, their analysis, and also makes a conclusion about the probable reasons for the dominance of the species.

Keywords: ants, ungulates, grazing, steppe zone, nests.

Biological Resources of Land

Species Diversity, Structure and Dynamics of the Population of Game Animals in the Zone of Impact of a Mining Enterprise on the Example of the Middle-Timan Bauxite Mine (Komi Republic)

A.N. Korolev, S.K. Kochanov, Can.Sc. (Biology), A.N. Petrov, Can.Sc. (Biology)
Institute of Biology of Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences

By analyzing the data of winter field (route) records of 2003-2017 (n=12) it was found out the state of local populations of game animals (fur and hoofed mammals, grouse birds) in the area of the Middle-Timan bauxite mine (Komi Republic). A decrease of the species diversity of game animals and changes in the structure of their population was revealed in the territories directly adjacent to the mine. The total relative number of mammals here comparable to that in the areas remote from the mine (due to the increase in the abundance of mountain hare, red fox and least weasel), while the bird number statistically significant lower.

Keywords: Komi Republic, Middle-Timan bauxite mine, game animals, numbers, population structure, population dynamics.

Climatic Resources

The Change in the Average Seasonal Temperatures of the Surface Air of Omsk for the Period 1961–2019

I.M. Ablova, Cand.Sc. (Biology), Omsk State Pedagogical University

The results of the study of arrays of the average monthly surface air temperature of the Omsk weather station for the period 1961-2019 are presented. Calculations of the average seasonal temperature for 30-year calculation periods (1971-2000, 1981-2010 and 1991-2019) and their comparison with the climatic norm of 1961-1990 revealed a trend in the development of the temperature regime of Omsk air.

Keywords: regional climate, Omsk climate, average annual air temperature, climatic norm.

Environmental Protection

Ecological Assessment of the State of Lands of the European Part of Russia Based on the Materials of Remote Sensing of the Earth

M.V. Evdokimova, Can.Sc. (Biology)
Faculty of Soil Science, Lomonosov Moscow State University

Spatially distributed assessment of the ecological state of lands of the European part of Russia is given on the objective basis of a detailed satellite survey of its entire territory as a reference for further monitoring of lands and monitoring the effectiveness of national land use measures. The methodology for assessing the ecological state of lands based on indicators of the state of vegetation and soils obtained by processing Earth remote sensing materials from space (AVHRR and MODIS) using cloud technology based on the Google Earth Engine platform provides results adequate to the actual state of lands and is recommended for use in the European part of Russia. A map of the distribution of values of the S.D.G 15.3.1 indicator for lands of the European part of Russia was obtained for the reference period from 2001 to 2020. The risk of land degradation growth with population growth is characteristic for 35% of territorial units.

Keywords: ecological state, land degradation, sustainable development, mathematical modeling, analysis of Earth remote sensing data, vegetation index, risk assessment.

Cartography

Russia is on the Red List of the International Union for Conservation of Nature

A.A. Prisyazhnaya[1], Can.Sc. (Biology), S.A. Kruglova[1], V.R. Khrisanov, Can.Sc. (Geograph.), V.V. Snakin[1,2], Dr.Sc. (Biology)
[1]The Institute of Basic Biological Problems, the Russian Academy of Sciences
[2]Lomonosov Moscow State University, The Earth Science Museum

An analytical review of the Red List of the International Union for Conservation of Nature (IUCN) was carried out. The uneven representation of various groups of organisms in the IUCN Red List is shown: 76% of the estimated number of vertebrate species described in the world are included in the IUCN Red List, invertebrates — 2%, plants — 13%, fungi and protists — 0,4%. It is shown that, in general, 40% of all categorized plant species are endangered, for animals this figure is two times less. The world countries were ranked according to the number of species assessed in the IUCN Red List and the corresponding maps were built. The analysis of the IUCN Red List data for the territory of Russia was carried out. 80% of organisms living in Russia cause the least concern, 9,5% of species are endangered, 5,2% are in a state close to threatened. In terms of the total number of species included in the IUCN Red List and the relative number of endangered species, Russia occupies an average position among the countries of the world.

Keywords: IUCN Red List, species diversity, IUCN Red List categories, Red Data Books of the Russian Federation.

AGRICULTURAL RESOURCES AND FOOD SECURITY

Food Security

Food Security and Agriculture (Forecast of the Global Situation for the Next Decade)

D.M. Khomiakov, Can.Sc. (Biology), Dr.Sc. (Technical)
Faculty of Soil Science, Lomonosov Moscow State University

The global trend towards achieving the Sustainable Development Goals (SDGs) in the field of food security is considered. It is concluded that today 10% of humanity are malnourished and starving, and almost 30% are experiencing difficulties with food of proper volume and quality. These problems are the main threat to human health all over the world. By 2030, it will not be possible to eradicate hunger on the planet. The world — open and global — is gradually transforming into a fragmented and "compartmentalized" one. The volume of world trade may decrease in the near future, a global recession is not excluded. The existing and constantly imposed new restrictions and sanctions make it difficult to implement the trade agreements reached, including in the field of agriculture. Market volumes and prices on it are deformed. At a time of increasing volatility in the markets, it is necessary to talk about the adequacy of the ten-year forecast only for the main trends. Subject to further progress in plant breeding and the transition to more knowledge-intensive innovative production systems, it is predicted that the increase in yield will account for 80% of the global growth in gross crop yields. The introduction of new areas of arable soils into circulation is only 15%, and the traditional increase in the intensity of agricultural technologies of cultivation is only 5%.

Keywords: agriculture, intensification factors, sustainable development Goals, hunger, food security, world trade.

Natural Forage Lands of Russia

I.A. Trofimov, Dr.Sc. (Geograph.), L.S. Trofimova, Cand.Sc. (Agriculture), E.P. Yakovleva
Federal Williams Research Center of Forage Production & Agroecology

Agro-landscape and ecological zoning of natural forage lands by natural and economic regions of Russia has been developed. Their characteristics (areas, productivity, feed resources) are given. Natural forage lands (meadows, hayfields and pastures) are common in all natural areas of Russia. Meadows are widely represented in the forest zone. In the north they turn into deer pastures, in the south — into arid pastures. They occupy a significant area – a quarter of the territory of Russia and are its most important strategic resource. This is a huge source of accumulation of organic matter, accumulated solar energy. Their productive potential is huge, in many ways has not yet been used and can be increased several times by simple and effective methods of rational use and care.

Keywords: meadows, hayfields, pastures, natural zones, areas, productivity, fodder resources.

Soils

Calculation of the Environment-Forming Potential of the Territory of the Region Based on Information About its Soil Cover

A.P. Sizov, Prof.-Dr.Sc. (Technical), Ya. Marinova
Moscow State University of Geodesy & Cartography

The article shows the role of soils and soil cover in the spatial development of territories, one of the assessment tools of which is the calculation of the environment-forming potential (EFP) of the territory. On the example of two regions with contrasting soil cover (the Republic of Mari El — a subject of the Russian Federation and the sovereign Republic of Moldova), the procedure for calculating the EFP was tested, which is based on information about the soils and soil cover of the regions. It is established that the ratio of the areas of different soil allotments (types and subtypes of soils), providing spatial differentiation of bioproductivity, is advisable to use as a new criterion when calculating the EFP of the territory. It is revealed that the lands located in more contrasting "winter-summer" climatic conditions have the highest potential in both republics. The absolute values of the specific EFP in the territory of the Republic of Mari El (290.1-391.4 points/m2) are significantly (~ 2.3-2.9 times) lower than those in the territory of the Republic of Moldova (837.9-888.4 points/m2), the root cause of which are differences in lithological and climatic conditions. The differentiation of the specific EFP value by soil indicators on the territory of the Republic of Mari El is significantly higher than on the territory of the Republic of Moldova, which is close in area and configuration, which is due to the greater role of climate compared to soil-orographic conditions in the formation of the EFP value. The indicator " EFP of the territory" is recommended to be introduced into land monitoring systems, primarily agricultural lands, which will allow identifying the most valuable lands that have a high potential for fertility and soil reproduction.

Keywords: spatial development of territories, Republic of Mari El, Republic of Moldova, environment-forming potential of the territory, soil, soil cover.

Development of Cross-Platform Mobile Applications for Soil Science Using the Flutter Framework

N.N. Rybalskiy, Can.Sc. (Biology), Lomonosov Moscow State University
V.A. Dolginova, Can.Sc. (Biology), Research Centre "Agroprognoz"

The article shows the transition from the priority of software development for desktop computers — to mobile applications. The results of the study of the functionality of modern tools for creating mobile applications are presented. Features of native and cross-platform development are presented. The analysis of cross-platform application development by the example of framework Flutter and programming language Dart is performed. An algorithm for creating mobile soil science applications is developed.

Keywords: soil science, soil, ecology, programming, mobile application, mobile app, framework, Flutter, multi-platform, cross-platform, Android, iOS, programming language, Dart, mobile device, smartphone.

Agrolandscapes

Cadastral Value of Agricultural Landscapes of Krasnodar Region

K.P. Shekhter, P.M. Sapozhnikov, Dr.Sc. (Agriculture)
Lomonosov Moscow State University

The research demonstrates the cadastral value calculation sensitivity to different soil-geographical conditions of the Krasnodar region. The maximum values are noted for leached chernozems, with the cadastral value reaching 44,9 rub/m2, and sod-calcareouses soil, with the cadastral value reaching 60,6 rub/m2. The minimum values are marked for the eleventh agroclimatic subzone, where the minimum indicators of the humidity factor and agroecological potential are marked. The cadastral value of ordinary chernozems ranges from 20,2 to 33,0 rub/m2, for southern chernozems it ranges from 8,0 to 19,7 rub/m2 and for typical chernozems it ranges from 27,4 to 39,5 rub/m2. Salinization and alkalization resulted in the cadastral value decreasing down to 70%. Deflation reduces cadastral value by 30%, while soil compaction reduces it by 20%.

Keywords: cadastral value of lands, agroclimatic subzones of Krasnodar region, normative crop yields.

Agroecology

Ways of Greening Agricultural Production Using Hayfields and Pastures in the Republic of Mordovia

A.V. Kaverin, Prof.-Dr.Sc. (Agriculture), Can.Sc. (Geograph.), V.V. Mungin, Dr.Sc. (Agriculture), S.U. Grishin, I.S. Ushakov, N.P. Bochkarev
Ogarev Mordovia State University

From the point of view of ensuring food ecological security in the region, the expediency of the development of organic animal husbandry is justified. At the same time, the emphasis is placed on the local natural resource potential — 510.1 thousand hectares of "environmentally friendly" natural forage lands used today by no more than 10%. It is proposed to create "territories of traditional meadow nature management" for breeding meat breeds of livestock and the development of hunting tourism.

Keywords: wild ungulates, natural forage lands, "landscape fires", inconvenient lands, organic animal husbandry, organic farmland, hunting tourism.

Experience of Environmental and Economic Assessment of Land Degradation of Agricultural Enterprises Located in Various Subjects of the Russian Federation

O.A. Makarov[1,2], A.S. Strokov[3], E.V. Tsvetnov[1,3], N.A. Marakhova[1], V.S. Krasilnikova[1], N.R. Kryuchkov[1], M.R. Chekin[1], A.O. Makarov[5], D.R. Abdulkhanova[1]
[1]Faculty of Soil Science, Lomonosov Moscow State University
[2]Training and Experimental Soil Ecological Center of Moscow State University
[3]Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration
[4]Eurasian Center for Food Security (Agrarian Center) Lomonosov Moscow State University
[5]LLC Capt Taxes and Consulting

The article presents the results of testing two concepts of environmental and economic assessment of land degradation for agricultural enterprises located in various regions of Russia — in the Volgograd, Belgorod, Kaliningrad and Penza regions. Carried out — the calculation of the amount of damage / harm, which allows assessing the degradation at the present time and assessing the ratio of the price of «inaction» and the price of «action» in relation to the restoration of degraded lands. It is shown that the damage caused to the lands of

agricultural enterprises is due to the low level of agrotechnical measures carried out here — mainly, insufficient application of organic and mineral fertilizers, lime on acidic soils (in the agricultural enterprise of the Kaliningrad region) and gypsum on alkaline soils (in the agricultural enterprise of the Volgograd region). The results of calculations using the "action/inaction" method of J. von Braun showed that the transition to the "reference" (restored, or environmentally sustainable) type of land use is economically justified for agricultural enterprises located in the Volgograd, Kaliningrad and Penza regions. Approbation of these approaches has shown their fundamental applicability for small areas, as evidenced by similar results obtained for the same agricultural enterprises (in particular, high values of specific damage from degradation processes and the lack of profitability of projects for the restoration of the territory for agricultural enterprises of the Belgorod region).

Keywords: agricultural economy, land degradation, subject of the Russian Federation, damage/damage from degradation, J. von Braun's method.

Agroeconomics

Issues and Challenges of the Development of Russia's Agro-Logistic Infrastructure in the New Economic Conditions

R.A. Romashkin, Can.Sc. (Economics), S.A. Lamanov
Eurasian Center for food security Under Lomonosov Moscow State University

This article is devoted to the study of the adaptation of Russia's agro-logistic infrastructure to the new conditions generated by the current crisis caused by the conflict in Ukraine. Transport and logistics issues form a gradually increasing threat to reduce the margin of the agrarian business and exacerbate risks for food security in Russia. The rise in logistics costs promises to be one of the main triggers of food inflation in the second half of 2022. In this regard, in the short term, it is necessary to refrain from taking any measures that may lead to an increase in total transport costs and a spin in food inflation. In the medium term, it is advisable to ensure the formation of a promising scheme of transport corridors for the export of agricultural products and the creation of a national commodity distribution export-oriented system.

Keywords: agro-logistic infrastructure, agricultural exports, transport corridors, sanctions, food inflation, food security

ПРАВИЛА К ОФОРМЛЕНИЮ МАТЕРИАЛОВ, ПРИНИМАЕМЫХ К ПУБЛИКАЦИИ В ЖУРНАЛ «ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ОХРАНА ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ В РОССИИ»

В журнале «Использование и охрана природных ресурсов в России» публикуются статьи по природно-ресурсной и природоохранной тематике, представляющие теоретический и практический интерес. Материалы, направляемые в редакцию, должны удовлетворять следующим основным требованиям:

1. Общий объем статьи должен составлять *не более 1,0* печатного листа (включая текст, таблицы, графики и рисунки). Один печатный лист текста равен 40 тыс. знаков (с учетом пробелов).

Материал статьи должен быть стилистически и грамматически отредактирован; стиль изложения целесообразно максимально упростить. Оптимальной является следующая структура статьи: краткая вводная часть с формулировкой и характеристикой обсуждаемых проблем, содержательная часть, краткие выводы и предложения, вытекающие из изложенного материала, список литературы.

К рукописи статьи в обязательном порядке должны быть приложены аннотация (до 10 строк) и ключевые слова на русском языке, а также название статьи, краткая аннотация и ключевые слова на английском языке (5-7 строк).

2. Рукопись представляется в электронном виде (электронная почта nia_priroda@mail.ru), 12 кегель через полтора интервала, выполненном в текстовом редакторе Microsoft Word, шрифт Times New Roman. Римские цифры набираются в английском регистре.

При наборе текста необходимо соблюдать следующие размеры полей: сверху, снизу и справа – 20 мм, слева – 30 мм.

Графики и рисунки должны быть представлены как в самом тексте статьи, так и дополнительно отдельными файлами.

3. Сокращения слов, имен, названий и т.д. в тексте статьи, как правило, не должны присутствовать. Допускаются лишь общепринятые сокращения названий мер, физических, химических и математических величин и терминов и т.д.

В статье в обязательном порядке делаются ссылки на таблицы и рисунки, включенные в основной текст. Нумерация сквозная, т.е. приводится в порядке очередности для таблиц и для рисунков отдельно.

Подзаголовки в статье могут быть выделены полужирным шрифтом или курсивом и выровнены по центру. Также допускается аналогичное выделение особо важных слов (символов) в самом тексте. Для всего текста используются кавычки одного типа.

Ссылки на литературные источники, использованные в статье, делаются в квадратных скобках с указанием номера этого источника в перечне литературы в конце статьи **в порядке упоминания**. Названия рассматриваемых первоисточников, перечень которых приводится в конце статьи, должны быть оформлены в соответствии с ГОСТом 7.1-84 «Библиографическое описание документа».

4. В приложении к статье указываются сведения об авторах: фамилия, имя и отчество полностью, должность, ученая степень и ученое звание, полное и сокращенное наименование организации, в которой работает автор, на русском и английском языках; телефон, факс, адрес электронной почты, а также представляется список литературы на английском языке (references).

В начале статьи перед заголовком должен быть проставлен индекс УДК.

5. Таблицы в статье не должны быть громоздкими. Каждая таблица должна иметь название. Сокращения слов в таблицах не допускается, за исключением единиц измерения. Численные значения величин в таблицах (как и во всем тексте) должны приводиться в единицах измерения СИ.

Иллюстративные материалы в цветном или ч/б вариантах (рисунки, графики, диаграммы, карты, блок-схемы и т.д.) вставляются в текст статьи как объект.

Фотографии и рисунки принимаются размером не менее 9 х 12 см с разрешением 300 dpi в формате tiff, jpg. При необходимости файлы могут быть архивированы (WinZIP, WinRAR), самораспаковывающийся архив.

6. Редакция журнала оставляет за собой право производить сокращение и редакционные изменения рукописей.

7. После рассмотрения поступивших материалов членами Редакционной коллегии и предварительного рецензирования статей членами Редакционного совета, в необходимых случаях поступившие рукописи могут направляться на дополнительное заключение (отзыв) рецензентам для их экспертной оценки. В случае отказа в публикации автору сообщается причина отказа.

Материалы для публикации необходимо направлять по адресу: e-mail: nia_priroda@mail.ru