

# РЕГИОНАЛЬНЫЕ ГЕОСИСТЕМЫ

---

# REGIONAL GEOSYSTEMS

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Том 45, № 1

16+

# РЕГИОНАЛЬНЫЕ ГЕОСИСТЕМЫ

## 2021. Том 45, № 1

Ранее журнал издавался под названием «Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки».

Основан в 1995 г.

Журнал включен в Перечень ВАК рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук (25.00.00 – науки о Земле). Журнал зарегистрирован в Российском индексе научного цитирования (РИНЦ).

**Учредитель:** Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет».

**Издатель:** НИУ «БелГУ» Издательский дом «БелГУ».

Адрес редакции, издателя: 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85.

### РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ ЖУРНАЛА

#### Главный редактор

*Лисецкий Ф.Н.*, доктор географических наук, профессор кафедры природопользования и земельного кадастра института наук о Земле (НИУ «БелГУ», Белгород, Россия)

#### Ведущий редактор

*Голеусов П.В.*, доктор географических наук, доцент кафедры природопользования и земельного кадастра института наук о Земле (НИУ «БелГУ», Белгород, Россия)

#### Ответственный секретарь

*Зеленская Е.Я.*, м.н.с. Федерально-регионального центра аэрокосмического и наземного мониторинга объектов и природных ресурсов НИУ «БелГУ», (Белгород, Россия)

#### Члены редколлегии:

*Витченко А.Н.*, доктор географических наук, профессор Белорусского государственного университета (Минск, Республика Беларусь)

*Геннадиев А.Н.*, доктор географических наук, профессор МГУ им. М.В. Ломоносова (Москва, Россия)

*Тишков А.А.*, чл.-корр. РАН, доктор географических наук, профессор Института географии РАН (Москва, Россия)

*Ермолаев О.П.*, доктор географических наук, профессор Казанского федерального университета (Казань, Россия)  
(по согласованию)

*Куролан С.А.*, доктор географических наук, профессор Воронежского государственного университета (Воронеж, Россия)

*Луно Э.Р.*, доктор, профессор Университета Миссури (Колумбия, США)

*Недялков М.И.*, чл.-корр. Академии Наук Молдовы, доктор географических наук, профессор Института экологии и географии Академии Наук Молдовы (Кишинев, Республика Молдова)

*Хаустов В.В.*, доктор геолого-минералогических наук, профессор Юго-Западного государственного университета (Курск, Россия)

*Хуббарт Дж. А.*, доктор, профессор Университета Западной Вирджинии (Моргантаун, США)

*Чантурия Е.Л.*, доктор технических наук, профессор НИТУ «МИСиС» (Москва, Россия)

*Чендев Ю.Г.*, доктор географических наук, профессор кафедры природопользования и земельного кадастра института наук о Земле НИУ «БелГУ» (Белгород, Россия)

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор). Свидетельство о регистрации средства массовой информации ЭЛ № ФС 77-77841 от 31.01.2020. Выходит 4 раза в год.

Выпускающий редактор Л.П. Коханова. Корректурa, компьютерная верстка и оригинал-макет Л.П. Коханова. E-mail: [goleusov@bsu.edu.ru](mailto:goleusov@bsu.edu.ru). Гарнитура Times New Roman, Arial Narrow, Impact. Уч.-изд. л. 9,9. Дата выхода 30.03.2021. Оригинал-макет подготовлен отделом объединенной редакции научных журналов НИУ «БелГУ». Адрес: 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85.

## СОДЕРЖАНИЕ

- 5 **Иванов Е.С., Кочуров Б.И., Муртазов А.К., Бирюкова Е.В.**  
Теоретическая и прикладная экология и антропоэкология в аграрном природопользовании
- 28 **Прокашев А.М., Соболева Е.С., Варган И.А., Есипова Т.В.**  
Региональные аспекты проектирования красных книг почв (на примере Кировской области)
- 40 **Мальшев А.В.**  
Особенности воспроизводства почв на залежах в различных физико-географических условиях Белгородской области
- 51 **Мажитова Г.З., Пашков С.В.**  
Районирование территории Северо-Казахстанской области по степени потенциальной опасности проявления природно-очаговых заболеваний
- 63 **Адаменко М.М., Гутак Я.М., Ковалёв Р.А., Величко С.В.**  
Ледниковый и карстовый рельеф массива горы Патын (Горная Шория)
- 77 **Выродова Ю.Н.**  
Кадастровая стоимость сельскохозяйственных угодий Белгородской области: динамика и факторы изменения
- 95 **Голеусов П.В., Польшина М.А., Гнилицкий М.Ю.**  
Формирование экологического каркаса верховьев рек Псел и Северский Донец
- 107 **Талалай Т.О., Лебедева М.Г., Крымская О.В., Крымская А.А.**  
Влияние синоптических условий на содержание загрязняющих веществ в атмосфере г. Белгорода
- 118 **Юрова Ю.Д., Широков Р.С.**  
Геоэкологическая оценка территории НУБ «Горное» Зарайского района Московской области

# REGIONAL GEOSYSTEMS

## 2021. Volume 45, No. 1

*Previously, the journal was published under the title "Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural sciences".*

---

Founded in 1995

The journal is included into the List of Higher Attestation Commission of peer-reviewed scientific publications where the main scientific results of dissertations for obtaining scientific degrees of a candidate and doctor of science should be published (25.00.00 – Earth sciences). The journal is introduced in Russian Science Citation Index (ПИНЦ).

**Founder:** Federal state autonomous educational establishment of higher education «Belgorod National Research University».

**Publisher:** Belgorod National Research University «BelGU» Publishing House.

Address of editorial office, publisher: 85 Pobeda St, Belgorod, 308015, Russia.

### EDITORIAL BOARD OF JOURNAL

#### Chief Editor

*Fedor N. Lisetskii*, Doctor of Geographical Sciences, Professor (Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia)

#### Issuing Editor

*Pavel V. Goleusov*, Doctor of Geographical Sciences (Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia)

#### Responsible Secretary

*Evgeniya Ya. Zelenskaya*, (Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia)

#### Members of Editorial Board:

*Aleksandr N. Vitchshenko*, Doctor of Geographical Sciences, Professor (Belarusian State University, Minsk, Republic of Belarus)

*Aleksandr N. Gennadiyev*, Doctor of Geographical Sciences, Professor (Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia)

*Arkadiy A. Tishkov*, Member corr. RAS, Doctor of Geographical Sciences, Professor (Institute of Geography RAS, Moscow, Russia)

*Oleg P. Ermolaev*, Doctor of Geographical Sciences, Professor (Kazan Federal University, Kazan, Russia)

*Semyon A. Kurolap*, Doctor of Geographical Sciences, Professor (Voronezh State University, Voronezh, Russia)

*Anthony R. Lupo*, Doctor, Professor (University of Missouri-Columbia, Columbia, USA)

*Maria I. Nedelcov*, Member corr. Academy of Sciences of Moldova, Doctor, professor, (Institute of Ecology and Geography ASM, Chişinău Municipality, Republica of Moldova)

*Vladimir V. Khaustov*, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor (Southwestern State University, Kursk, Russia)

*Jason A. Hubbart*, Doctor (Ph. D), Professor (West Virginia University, Morgantown, USA)

*Elena L. Chanturia*, Doctor of Technical Sciences, Professor (NUST "MISiS", Moscow, Russia)

*Yuriy G. Chendev*, Doctor of Geographical Sciences, Professor (BSU, Belgorod, Russia)

The journal has been registered at the Federal service for supervision of communications information technology and mass media (Roskomnadzor). Mass media registration certificate ЭЛ № ФС 77-77841 dd 31.01.2020. Publication frequency: 4 /year

Commissioning Editor L.P. Kokhanova. Pag Proofreading, computer imposition L.P. Kokhanova. E-mail: [goleusov@bsu.edu.ru](mailto:goleusov@bsu.edu.ru). Typeface Times New Roman, Arial Narrow, Impact. Publisher's signature 9,9. Date of publishing 30.03.2021. The layout was prepared by the Department of the joint editorial Board of scientific journals of NRU "BelSU". Address: 85 Pobeda St, Belgorod, 308015, Russia

## CONTENTS

- 5 **Ivanov E.S., Kochurov B.I., Murtazov A.K., Biryukova E.V.**  
Theoretical and applied ecology and antecology in agricultural nature management
- 28 **Prokashev A.M., Soboleva E.S., Vartan I.A., Esipova T.V.**  
Regional aspects of the design of the Red Data Book of soils (on the example of the Kirov region)
- 40 **Malyshev A.V.**  
Peculiar properties of soil reproduction on fallow lands in various physical and geographical conditions of the belgorod region
- 51 **Mazhitova G.Z., Pashkov S.V.**  
Zoning of the territory of the North Kazakhstan region according to the degree of potential danger of natural focal diseases
- 63 **Adamenko M.M., Gutak Y.M., Kovalev R.A., Velichko S.V.**  
Glacial and karst relief of Mount Patyn massif (Mountain Shoria)
- 77 **Vyrodova Y.N.**  
Cadastral value of agricultural land in the Belgorod oblast: dynamics and factors of change
- 95 **Goleusov P.V., Polshina M.A., Gnilitky M.Yu.**  
Formation of the ecological framework of the upper reaches of Psel and Seversky Donets rivers
- 107 **Talalay T.O., Lebedeva M.G., Krymskaya O.V., Krymskaya A. A.**  
Influence of synoptic conditions on the content of pollutants in the atmosphere of Belgorod
- 118 **Yurova Y. D., Shirokov R.S.**  
Geoecological monitoring on the territory SEB "Gornoye" of the Zaraisky district of the Moscow region



УДК [504.75+581.5]:330.15  
DOI 10.18413/2712-7443-2021-45-1-5-27

## Теоретическая и прикладная экология и антэкология в аграрном природопользовании

Иванов Е.С.<sup>1</sup>, Кочуров Б.И.<sup>2</sup>, Муртазов А.К.<sup>1</sup>, Бирюкова Е.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО РГУ имени С.А. Есенина,  
Россия, 390000, г. Рязань, ул. Свободы, д.46

<sup>2</sup>Институт географии РАН,  
Россия, 119017, г. Москва, Старомонетный переулок, д. 29, стр. 4  
E-mail: e.ivanov@365.rsu.edu.ru, camertonmagazin@mail.ru

**Аннотация.** Антэкология и прикладная экология опираются на общие законы экологии. Несмотря на многочисленность публикаций по этой проблематике, практически отсутствуют исследования действия некоторых законов, аксиом и постулатов общей экологии в сфере антэкологии и аграрного природопользования. Целью исследования явилось обоснование перспективности действия некоторых законов, аксиом и постулатов общей экологии в сфере кофункционирования энтомофильных и анемофильных агробиоценозов, естественных экосистем и сообществ перепончатокрылых специализированных насекомых-опылителей в антэкологии, прикладной антэкологии и аграрном природопользовании. Особое внимание уделено нормированному взаимообусловленному функционированию перекрёстноопыляющихся культур и антофильных насекомых-опылителей, как фактору получения экологически безопасной продукции, органического производства энтомофильных культур и биологически активных продуктов пчеловодства (БАПП). Сформулированы интегрированные задачи научных исследований в области антэкологии и аграрного природопользования для различных климатических и экологических условий субъектов Российской Федерации.

**Ключевые слова:** концепции экологии, прикладная антэкология, агенты опыления, нормативы опыления, перекрёстноопыляющиеся агробиоценозы, безопасные органические продукты энтомофильных культур и медоносных пчел, инновационные биотехнологии аграрного природопользования.

**Благодарности:** статья подготовлена по теме Государственного задания № 0148-2019-0007 «Оценка физико-географических, гидрологических и биотических изменений окружающей среды и их последствий для создания основ устойчивого природопользования».

**Для цитирования:** Иванов Е.С., Кочуров Б.И., Муртазов А.К., Бирюкова Е.В. 2021. Теоретическая и прикладная экология и антэкология в аграрном природопользовании. Региональные геосистемы, 45(1): 5–27. DOI: 10.18413/2712-7443-2021-45-1-5-27

---

## Theoretical and applied ecology and antecology in agricultural nature management

Evgeniy S. Ivanov<sup>1</sup>, Boris I. Kochurov, Andrey K. Murtazov<sup>1</sup>, Elena V. Biryukova<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ryazan State University named for S.A. Yesenin  
46 Svobody St, Ryazan, 390000, Russia

<sup>2</sup>Institute of Geography RAS,  
29/4 Staromonetnyy pereulok, Moscow, 119017, [Russia](#)  
E-mail: e.ivanov@365.rsu.edu.ru, camertonmagazin@mail.ru



**Abstract.** Antecology and applied ecology are based on the general laws of ecology. Despite the numerous publications on this issue, there is practically no research on the operation of certain laws, axioms and postulates of general ecology in the field of antecology and agricultural nature management. The aim of the study was to substantiate the prospects for the operation of certain laws, axioms and postulates of general ecology in the field of co-functioning of entomophilic and anemophilic agrobiocenoses, natural ecosystems and communities of hymenopteran specialized insect pollinators in antecology, applied antecology and agricultural nature management. Special attention is paid to the normalized mutually dependent functioning of cross-pollinating crops and anthophilic insect pollinators, as a factor in obtaining environmentally safe products, organic production of entomophilic crops and biologically active bee products (BAPP). The integrated tasks of scientific research in the field of antecology and agricultural nature management for various climatic and environmental conditions of the subjects of the Russian Federation are formulated.

**Keywords:** ecology concepts, applied anthecology, pollinators, regulatory pollination standards, cross-pollinated agrocoenosis, ecologically-friendly products of entomophilic crops and honey-making bees, innovative biotechnologies of agriculture environmental management.

**Acknowledgements:** The article is prepared on the topic of State Task No. 0148-2019-0007 "Assessment of physical, geographical, hydrological and biotic changes in the environment and their consequences for creating the foundations of sustainable nature management".

**For citation:** Ivanov E.S., Kochurov B.I., Murtazov A.K., Biryukova E.V. 2021. Theoretical and applied ecology and antecology in agricultural nature management. *Regional Geosystems*, 45(1): 5–27. DOI: 10.18413/2712-7443-2021-45-1-5-27

## Введение

Антэкология (anthos – цветок, oikos – жилище, logos – учение) это раздел экологической науки, первоначально изучающий влияние абиотических и биотических факторов среды на цветение и опыление естественных растительных сообществ. Этот термин впервые предложил Ch. Robertson в 1904 г. С научной точки зрения термин оказался наиболее удачным, вошедшим в современную науку и образование.

В настоящее время выделяют два основных направления отмеченной науки:

1) антэкология [Пономарев, 1969; 1970] – она охватывает различные аспекты экологии цветка и экологии опыления;

2) прикладная антэкология [Фегри, Пэйл, 1982] – имеющая два важных и различных аспекта: это обеспечение урожая сельскохозяйственных культур и контроль за работой пчел, чтобы обеспечить максимальную продукцию меда.

Прикладную антэкологию также разделяют на два раздела: а) агроантэкологию [Иванов, 1999; Иванов и др., 2000] – раздел сельскохозяйственной экологии, изучающий влияние абиотических и биотических факторов среды на цветение, опыление и урожайность агрофитоценозов, трофические ресурсы пчеловодства, медовую, пыльцевую и опылительную продуктивность экосистем медоносных пчёл; б) аэропалиноэкологию [Иванов и др., 2009] – раздел, изучающий состав, закономерности формирования, динамику пыльцевого дождя и его влияние на экологию и здоровье человека.

В пределах антэкологии Ю.А. Песенко [1974] выделяет понятия: аутэкология опыления, аутантэкология и синэкология опыления, синантэкология. В аутантэкологии объектом изучения является опылительная система одного вида растений, строение, функционирование цветка, механизмы привлечения опылителей и переноса пыльцы, а также морфологические и этологические особенности его опылителя. Синантэкология рассматривается как направление изучения взаимоотношения всех или основных видов локальной энтомофильной флоры и фауны опылителей.

На самом деле, нет смысла исследовать опылительные системы энтомофильных растений вне их связи со всеми видами насекомых-опылителей, если обилие этих переносчиков пыльцы и сборщиков нектара близко к естественному [Иванов, 1999]. По нашему мнению, принимая во внимание предложенные понятия А.Н. Пономарёва [1969; 1970], К. Фегри и Л. Пэйла [1982], антэкология является наукой, исследующей влияние абиотических и биотических факторов среды на цветение, опыление, продуктивность растений и их сообществ.

В прикладном направлении, по обобщённым данным учёных, антэкология изучает процессы опыления сельскохозяйственных и лекарственных культурных и других видов растений по многим взаимосвязанным задачам: роль опыления в интродукции, селекции, гибридизации; нектаропродуктивность и пыльцепродуктивность; нормированное опыление медоносными и одиночными пчёлами, шмелями; опосредованное влияние опыления на повышение урожайности семян и плодов; нормирование работы медоносных пчёл для получения максимальных медосборов; пыльцевой мониторинг атмосферы по сезонам года; прогноз и оценка экологических рисков волн пыления и пыльцевой аллергии (поллинозов) на здоровье человека; таксономические признаки пыльцы и географические различия пыления таксонов; влияние экологических факторов на процесс эмиссии пыльцы, её распространение и длительность сезона палинации; механизмы циркуляции и распространения пыльцевых зёрен и дальний транспорт пыльцы в атмосфере и др.

В целом, по данным аспектам ученые исследуют влияние абиотических и биотических факторов среды на цветение, пыление, опыление, продуктивность (урожайность) естественно-произрастающих видов растений и возделываемых человеком сортов, клонов, линий и гибридов культурных растений; трофические ресурсы пчеловодства (нектарные, пыльцевые, падевые – животного и растительного происхождения) и пути их повышения путём воздействия ростовыми веществами, микро-и макроудобрениями энтомофильных и анемофильных растений; медопродуктивность пасек; опылительную эффективность пород медоносных пчёл, видов одиночных пчёл и шмелей; состав и закономерности формирования пыльцевого дождя в связи с диагностикой, прогнозированием, профилактикой и лечением сезонного аллергического риноконъюнктивита у животных и человека и пр.

Безусловно, антэкология и прикладная экология опираются на общие законы экологии, по трактовке Н.Ф. Реймерса [1990; 1994] и А.В. Каверина [1996], применительно к системе концепций современной экологии Г.С. Розенберга [1991]. На основании изложенного нами строится инновационная интерпретация рассматриваемых концепций применительно к фундаментальной и прикладной антэкологии путём дополнительного анализа определений и понятий в специальных толковых словарях русского языка [Даль, 2014; Ушаков, 2014], четырёх томах Большой Советской Энциклопедии [Большая Советская Энциклопедия, 1970; 1972; 1975; 1979], специальных энциклопедических словарях [Голубев, Волокитин, 1985; Быков, 1988] и др.

Опыление как биоэкологический фактор проявляется в типах самоопыления и перекрестного опыления покрытосеменных растений. Эволюция механизмов опыления рассматривается в направлении функциональной эффективности процесса опыления коадаптированных особенностей цветка и переносчиков пыльцы, на уровне межбиогеоценозного взаимодействия цветковых растений, насекомых-опылителей и абиотических агентов опыления [Иванов, 1999; Иванов, Прибылова, 2006].

В зависимости от морфофизиологических особенностей и динамики пыляще-воспринимающего комплекса у цветковых растений в определенных экологических условиях проявляются черты монофильности, амфифильности и полифильности [Голубев, Волокитин, 1985; Иванов, 1996; 1999]. Функционирование репродуктивной сферы покрытосеменных растений рассматривается с позиции совокупного и динамического взаимодействия мужских и женских гаметофитов на внешних и внутренних биологических уровнях:





цветка, соцветия, цветоносных побегов и ветви, клона, гибрида, сорта, линии, породы, популяции и вида.

Исследование процессов сопряженного взаимодействия энтомофильных и анемофильных растений с насекомыми-опылителями и абиотическими способами переноса пыльцы различных экологических групп позволяет внести ясность в понимание некоторых механизмов адаптации и степени эффективности перекрестноопыляющихся сообществ к тем или иным биотическим и абиотическим агентам опыления. Это даёт возможность выйти на решение важнейшей проблемы человечества: получать в агроэкосистемах достаточное количество высококачественных экологически безопасных традиционных или современных органических продуктов и кормов растительно-животного происхождения, с учетом экологических факторов, путем нормированной панмиксии (амфимиксиса) и создания непрерывного нектарно-пыльцевого трофического конвейера для перепончатокрылых эффективных насекомых-опылителей. К этим опылителям в России принадлежат антофильные, облигатные насекомые, питающиеся в основном пыльцой и нектаром из цветков покрытосеменных растений: медоносные, одиночные пчёлы и шмели, разделяющиеся по типу их трофических связей на монолекты и узкие олиголекты, узкие и широкие полилекты [Радченко, Песенко, 1994].

Отсюда вытекает цель нашей работы – обосновать перспективность действия некоторых законов, аксиом и постулатов общей экологии в сфере кофункционирования энтомофильных и анемофильных агробиоценозов, естественных экосистем и сообществ перепончатокрылых специализированных насекомых-опылителей в исследованиях антэкологии, прикладной антэкологии и аграрного природопользования.

### Объекты исследования

Для реализации цели исследования изучались следующие понятийные концептуальные задачи в форме законов, аксиом и постулатов: системного сепаратизма; оптимальности; последовательности прохождения фаз развития; биогенной миграции атомов В.И. Вернадского; «всё или ничего» Х. Боулича; внутреннего динамического равновесия.

Впервые проанализированы шесть концепций общей экологии для поиска эффективных путей практического получения ежегодного повышенного и стабильного органического и традиционного урожая энтомофильных и анемофильных культур и биологически активных продуктов пчеловодства (БАПП). **Аксиома системного сепаратизма** позволяет изучить механизмы ковзаимодействия перекрестноопыляемых культур и медоносных пчёл в эколого-антропогенных условиях для повышения продуктивности пасек и цветковых агробиоценозов. **Закон оптимальности** даёт возможности исследовать оптимальные параметры взаимодействия факторов абиотической и биотической среды на проявление самоопыления, перекрёстного опыления и апомиксиса в энтомофильных биоценозах агробиоценозах. **Постулат последовательности прохождения фаз развития применяется** в целях развития смены процессов самоопыления и перекрёстного опыления в цветковых биоценозах и агробиоценозах, в связи с усилением процессов самоопыления обоеполых энтомофильных цветков и сохранения пищевой нектарной-пыльцевой продуктивности для насекомых-опылителей. **Закон биогенной миграции атомов Вернадского** гарантирует прогнозирование пищевых токсикозов насекомых-опылителей, влияние элементов на выделение и сбор нектара, пади, пыльцы и образование продуктов пчеловодства, посещаемость цветков насекомыми-опылителями и продуктивность цветковых агробиоценозов. Это влияние непосредственно отражается на экологической безопасности опыления, медопродуктивности пасек и урожайности энтомофильных агробиоценозов. **Аксиома внутреннего динамического равновесия** позволяет исследовать цветковые агробиоценозы, в которых без регулирования человеком нарушается и исчезает образование большой и стабильной органической и традиционной продукция. В связи с изложен-

ным, необходимо применять нормированно-интегрированные, без применения пестицидов, экологически безопасные биотехнологии по использованию, охране и возобновлению медоносных, одиночных пчёл и шмелей и медоносных ресурсов для формирования экологически безопасной стабильно-высокой органической и традиционной продукции цветковых агробиоценозов и пасек. Закон «всё или ничего» обеспечивает исследования нормативов подпороговых, пороговых и сверхпороговых раздражений рыльца пестика пыльцой насекомоопыляемых и ветроопыляемых культур из-за неодинаковой плотности пыльцы на рыльцах. Качество естественного отбора мужских гамет пыльцы во многом зависит от физиологического и биохимического состояния гинецея и андроцея, эффективности кратного посещения цветков насекомыми-опылителями и абиотических способов опыления. Вероятно, это связано с воздействием дозированной выработки концентрации определённых флавоноидов в пыльце и флоризина в основаниях цветочных столбиков и других веществ. От этого во многом и зависит качество панмиксии и урожайность цветковых агробиоценозов.

## Результаты и их обсуждение

### 1. Аксиома системного сепаратизма: разнокачественные составляющие системы всегда системно независимы.

Н.Ф. Реймерс [1994] допускает изучение данного закона как аксиомы. Мы придерживаемся аналогичной точки зрения, так как формулировка закона соответствует определению аксиомы [Большая Советская Энциклопедия, 1970; Ушаков, 2014]. Аксиома – положение некоторой теории, которая при дедуктивном построении этой теории не доказывается в ней, а принимается за исходное положение, принимаемое без доказательств. Обычно в качестве аксиом выбираются те предложения рассматриваемой теории, которые заведомо являются истинными или могут в рамках этой теории считаться таковыми. Между разнокачественными составляющими системы существует функциональная связь, может быть взаимопроникновение элементов, но это не лишает целостности входящих в систему структурных элементов. Например, организм состоит из разных органов с диплоидным набором клеток тканей. Но ни один из них «не заинтересован» в ухудшении работы другого органа или уменьшении его резервов. Наоборот, в составе системы организма каждый орган тесно связан с другими гуморально и общей судьбой. Вместе с тем, печень не может быть частью сердца, а лишь является функциональной составляющей пищеварительной системы [Каверин, 1996]. Таковы же взаимоотношения во всех системах, в т.ч. и в системах антэкологии и прикладной антэкологии. Например, пыльцевое зерно не является составной частью пестика, но входит в состав важнейшей части репродуктивной системы перекрестноопыляющихся растений – цветка – и определяет его функционирование.

Насекомые-опылители разных экологических групп (медоносные, одиночные пчелы, шмели, бабочки, мухи, жуки, муравьи и др.) как составные части различных экосистем, структурно независимы друг от друга и от энтомофильных и анемофильных видов растений (сортов, клонов, линий, гибридов, популяций, видов), входящих в естественные экосистемы и агроэкосистемы. Однако, между антофильными насекомыми – опылителями (особенно антофильными) и амфимиктическими растениями, являющимися составными частями полевых, плодовых, овощных, лекарственных, технических и прочих агробиоценозов, существует функциональная связь, взаимоопределяющая их репродуктивность. Насекомые на протяжении онтогенеза получают из пищи (нектар, пыльца, падь) углеводы, белки, жиры, макро- и микроэлементы, витамины, гормоны, энергию и т.д. для осуществления своих жизненных функций, продолжения рода и биологического прогресса. Цветковые растения через пылящее-воспринимающий комплекс [Голубев, Волокитин, 1985] и объединяющие факторы насекомо- и ветроопыления, путём естественного микрогаметного отбора, обеспечиваются панмиксией, и через двойное оплодотворение закладываются



качественные основы урожайных ресурсов [Иванов, 1999], что в случае отсутствия применения пестицидов, агрохимикатов и других веществ обеспечивает формирование качественной органической продукции.

В итоге, представители цветкового растительного и животного опылительного миров, на фоне определённых абиотических факторов, интегрируются в единое целое, движущее их прогрессивную эволюцию. Это саморегулирует экосистемы насекомых-опылителей, цветковых естественно-произрастающих видов и сельскохозяйственных культур, размножающихся половым путём.

Безусловно, аксиома позволяет исследовать базисную цель – механизмы коэволюции структурно-независимых энтомофильных растений и пчел как экосистем на фоне экологических и антропогенных факторов для решения следующих задач: наращивания силы пчелиных семей, удовлетворения их трофических потребностей, через создание непрерывных нектарно-пыльцевых конвейеров в специальных перекрёстноопыляющихся севооборотах и для получения высоких урожаев мёда, других продуктов БАПП, семян, плодов, овощей, орехов и лекарственных растительных продуктов. Несомненно, необходимо создание всеобъемлющей системы сохранения биоразнообразия насекомых-опылителей как функциональных агентов, определяющих получение органической и традиционной продукции в аграрном природопользовании и поддерживающих функционирование разнообразных естественных цветковых экосистем.

**2. Закон оптимальности.** С наибольшей эффективностью любая система функционирует в некоторых, характерных для неё пространственно-временных пределах (или: никакая система не может сужаться или расширяться до бесконечности).

В данном случае мы соглашаемся с Н.Ф. Реймерсом [1994] и А.В. Кавериним [1996], что вышеописанная формулировка действительно соответствует определению закона [Большая Советская Энциклопедия, 1972]. Закон – необходимое существенное устойчивое и повторяющееся отношение между явлениями. Заметим, что не всякая связь – закон (связь может быть случайной и необходимой), закон – необходимая связь. Различают законы функционирования (связь в пространстве, структура системы) и развития (связь во времени), динамические (детерминированные) и статистические законы.

Размер функционирования системы должен соответствовать выполняемым ею функциям. Такой размер называют характерным размером системы. Никакой целостный организм не в состоянии превысить критические размеры, обеспечивающие поддержание его энергетики (у животных они зависят от поиска достаточного количества пищи, у растений определяются скоростью усвоения и передачи питательных веществ). Подобно тому, как в процессе эволюции глобальной экосистемы (биосферы) Земли на её поверхности сложились оптимальные лесистость, опустыненность, степная растительность, тундровые ландшафты, на региональном уровне также должны поддерживаться лесистость, распаханность и луговая растительность и т.д. [Реймерс, 1994; Каверин, 1996].

Закон оптимальности предусматривает целый комплекс агроэкобиологических факторов, приёмов и нормативов, с помощью которых обеспечивается качественное опыление и получение стабильно высоких урожаев энтомофильных культур и медосборов пчел как экосистем, с учётом интересов охраны природы и рационального использования биологических ресурсов [Иванов, Прибылова, 2001]. Некоторые параметры, влияющие на миксогенное опыление (свободное перекрёстное) и использование трофических ресурсов: размер полей, плодовых насаждений, плантаций и бахчей; степень самоопыления меллитофильных растений и морфофизиологические адаптационные структуры само- и перекрёстного опыления; плотность и размещение основных сортов и сортов-опылителей; подбор одновременно цветущих взаимоопылителей с одинаковой продолжительностью и интенсивностью цветения; условия для гнездования, размножения и функционирования экосистем насекомых-опылителей и полезных энтомофагов; методы размещения и функ-

ционирования экосистем медоносных пчёл на период цветения фитоценозов и агробиоценозов; индексы обилия и доминирования насекомых-опылителей – медоносных, одиночных пчёл и шмелей на единицу учёта.

Следует отметить некоторые оптимальные индексы обилия: яблоня (вступившая в плодоношение) 1,7...2 и смородина чёрная 3...5 особей на 1000 цветков; подсолнечник 17...22 особей на 100 корзинок; рапс яровой 70...80 и люцерна посевная 170...220 насекомых-опылителей на 100 кв. м. [Иванов, 1999]. Также необходимо постоянно уточнять следующие параметры: температурно-влажностные режимы почвы и воздуха в период опылений и нектаровыделения культур; пыльцепродуктивность растений и степень их пищевой аттрактивности для насекомых-опылителей; нектаропродуктивность новых и перспективных энтомофильных сортов, адаптированных к нектарогенезу, при неблагоприятных погодных условиях; пространственное распределение насекомых-опылителей в цветковых фитоценозах и их конкуренция; создание и подбор безвредных для пчёл быстро разлагающихся химических веществ (инсектициды, нематоциды, гербициды и др.) при получении традиционной продукции и применение биологических безвредных средств для получения органической продукции в фазы цветения, опыления и плодоношения перекрестноопыляющихся культур.

Таким образом, согласно закону, в любых экосистемах происходит становление оптимальных параметров взаимодействия основных факторов абиотической и биотической природы на проявление самоопыления, перекрёстного опыления и апомиксиса в естественных и созданных человеком энтомофильных сообществах. Размеры последних агроэкосистем необходимо устанавливать с учётом видов, сортов, клонов, линий, гибридов и видов экспериментальным путём. Причём, их размер и размещение в пространстве может изменяться в зависимости от лабильности амфимиксиса, наличия сборщиков нектара и переносчиков пыльцы (индексов обилия и доминирования) и лесозащитных полос с нормальными условиями для обитания насекомых-опылителей, защищающих агробиоценозы от сильных ветров, задерживающих снежный покров для положительной влагообеспеченности и защиты от морозов.

**3. Постулат последовательности прохождения фаз развития.** Фазы развития природных экосистем могут следовать лишь в эволюционно и функционально закреплённом порядке (исторически, эволюционно, геохимически и физиологически обусловленным), обычно от относительно простого к сложному, как правило, без выпадения промежуточных этапов, но возможно, с очень быстрым их прохождением или эволюционно закреплённым отсутствием [Реймерс, 1994; Каверин, 1996].

На наш взгляд, этот закон в большей степени соответствует определению постулата, которое звучит так: «Постулат – предложение (правило) в силу каких-либо соображений и «принимаемое» без доказательства, но с обоснованием, которое служит в пользу его «принятия» [Большая Советская Энциклопедия, 1975]. Постулат, принимаемый как истина, является аксиомой. Мы принимаем это определение и рассматриваем закон последовательности фаз развития Н.Ф. Реймерса [1994] и А.В. Каверина [1996] как постулат прохождения фаз развития.

Метаморфоз насекомых с полным превращением может идти лишь в направлении яйцо-личинка-куколка-имаго, без выпадения или смен последовательности любой из фаз. Убрать из них какую-то фазу практически невозможно (иногда доступно лишь несколько сократить её во времени). Нельзя существенно отклонить и направление развития, можно только задержать или несколько ускорить его путём регуляции внутренних взаимосвязей. Постулат последовательности прохождения фаз нередко игнорируется, например, попытка вырастить хвойные лесные культуры там, где согласно природному алгоритму смены пород им должны предшествовать в сукцессионном процессе другие виды древесных растений. Иногда такие культуры удаётся вырастить, но они либо заболевают, либо оказыва-



ются нежизнестойкими и погибают от малейших отклонений в среде жизни [Реймерс, 1994; Каверин, 1996].

Постулат последовательности прохождения фаз в антэкологии может иметь следующее применение [Иванов, Прибылова, 2001]. Более природными экологическими системами в большей степени являются энтомофильные агробиоценозы и в меньшей степени – экосистемы медоносных пчёл. В фенофазы цветения различных культур и видов растений, и в периоды роста и развития рас (пород) пчёл, происходят важные биологические процессы. Пчёлы осуществляют перекрёстное опыление, собирая при этом нектар, пыльцу и падь растительного и животного происхождения как корм для своей жизнедеятельности. Прохождение фаз онтогенеза растений и пчёл зависит от фотопериодизма и соответствия ритма их развития природным алгоритмам. Отсюда вытекает важнейшее положение аграрного природопользования – сортовое районирование энтомофильных культур и породное районирование пчёл. Гарантированная и чистая экологически безопасная органическая и традиционная продукция в виде семян, плодов, овощей, орехов, лекарственных растительных ресурсов, мёда, прополиса, маточного молочка, пчелиного яда, трутнёвого гомогената, воска, пчелиного подмора и др., будет получена только при рациональном и безвредном внедрении в сельскохозяйственное производство инновационных биотехнологий перекрёстноопыляющихся культур и пород пчёл, максимально адаптированных по фазам своего развития к местным климатическим условиям (без применения пестицидов, ветеринарных и иных химических препаратов). Надо учитывать и тот факт, что начало цветения и качественное опыление перекрёстноопыляющихся культур может задерживаться из-за позднего схода снежного покрова весной, временного похолодания, выращивания растений на холодных и малопрогреваемых склонах, применения регуляторов роста и др.

В свою очередь, длительность опыления возрастает в результате неблагоприятной погоды, при дефиците насекомых-опылителей и искусственной изоляции цветков [Куренной, 1971; Димча, 1988]. Однако убрать фазу цветения (опыления) из онтогенеза растений и насекомых-опылителей невозможно.

Постулат применим на практике для развития парадигмы чередования (смены) процессов самоопыления и перекрёстного опыления в естественных и искусственно создаваемых цветковых сообществах путём усиления функции самоопыления гермафродитных цветков энтомофильных растений, без снижения их трофической привлекательности (нектарной и пыльцевой продуктивности), для эффективных перепончатокрылых насекомых-опылителей (одиночных и медоносных пчёл, шмелей). Постулат в данных межбиогеоценозных взаимодействиях биологических систем репродуктивной сферы энтомофильных растений и агентов опыления должен опираться на генетические закономерности прохождения фаз спорофитов и гаметофитов, трофические особенности адаптированных к сбору нектара и пыльцы насекомых-опылителей, на основе процессов онтогенеза и филогенеза.

**4. Закон биогенной миграции атомов Вернадского.** Биогенную миграцию атомов А.В. Каверин определяет как закон. Другие авторы [Иванов, Иванов, 2003] опираются на работу Г.С. Розенберга [1991] и др. источники, в которых это явление рассматривается как аксиома биогенной миграции атомов [Быков, 1988; Дедю, 1989; Реймерс, 1990]. Принимая последнюю точку зрения, исследуем аксиому биогенной миграции атомов. Её формулировка гласит: «Миграция химических элементов на земной поверхности и в биосфере в целом осуществляется или при непосредственном участии живого вещества (биогенная миграция) или же она протекает в среде, геохимические особенности которой ( $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $H_2O$  и т.д.) обусловлены живым веществом, ... которое действовало на Земле в течение всей геологической истории».

Поскольку человек и все его цивилизации в процессе жизнедеятельности воздействуют прежде всего на биосферу (её живые организмы – население), постольку они тем самым изменяют условия биогенной миграции атомов, создавая её более глубокие предпосылки перемен для химических сдвигов в исторической перспективе.

Следовательно, по Н.Ф. Реймерсу, процесс может стать саморазвивающимся, не зависящим от желания человека и практически, при глобальном размахе, неуправляемым. Отсюда вытекает одна из самых насущных потребностей человечества – сохранение живого покрова Земли в относительно неизменённом состоянии. Аксиома биогенной миграции атомов, прежде всего, определяет необходимость учёта воздействия на биоту при любых реализованных проектах на преобразование природы. Она также даёт человеку ключи для сознательного и активного предотвращения нежелательных биохимических процессов на планете, включая РФ и управление ими в её субъектах. Там, где раньше были сделаны упущения и среда жизни деградировала, на её основе возможно активное (но постепенное) выправление сложившегося положения, главным образом с помощью «мягкого», опосредованного управления природными процессами [Каверин, 1996; Кочуров, 2016].

Производство же аграрной продукции в настоящее время сопровождается мощным отрицательным воздействием пестицидов (инсектицидов, гербицидов, фунгицидов, нематоцидов и т.д.) на растительно-животную биоту, человека, приземную атмосферу и почвенно-водную среду. Результатом химического прессинга является изменение условий биогенной миграции атомов, включая и период сопряжённого взаимодействия цветущих энтомофильных агрофитоценозов (естественных фитоценозов) и адаптированных насекомых-опылителей (по линии трофического и репродуктивного взаимодействий) [Галиулин и др., 2015].

Неупорядоченное и безграмотное использование пестицидов может приводить к попаданию в БАПП мутагенных и токсичных элементов. Например, в процессе питания медом и пергой личинок и имаго пчёл, не исключён их индуцированный мутагенез и токсикоз. Кроме того, при недостаточной санитарно-ветеринарной экспертизе мед экологически, биохимически, трофически и физиологически опасен и для генетики человека. Например, в условиях антропогенного воздействия в процессе адсорбции в пыльце меда (и других БАПП) могут накапливаться радионуклиды, соли тяжёлых металлов, пестициды, повышенные дозы элементов макро- и микроудобрений и др. мутагенов, либо токсиантов.

Опасен и перенос загрязнённой пыльцы для цветковых растений и экологической безопасности получаемой продукции населению. При переносе пыльцевых зёрен насекомыми-опылителями на рыльце пестика, увлажнённого специально выделенным жидким секретом, происходит их набухание и прорастание пыльцевых трубок. В процессе прорастания пыльцевых трубок, содержащих мужские гаметофиты, под воздействием гормонов пыльцы, между ними идет естественный микрогаметный отбор, что определяет качество двойного оплодотворения (амфимиксиса). При этом возможно вредное влияние всего комплекса химических загрязняющих веществ и их компонентов на гаплоидный набор мужских спермиев и женских яйцеклеток.

Имеются факты накопления мутаций в плодах, овощах, семенах, орехах, вегетативных зелёных частях растений, которые идут в готовом или переработанном виде на питание человека и кормление животных. Это угрожает пищевыми токсикозами, создавая реальную основу для мутаций и болезней человека, и появлением животных с опасными произвольно полученными селективными генами. В итоге, вероятен синтез ранее неизвестных и далеко не безопасных новых форм белков.

В отечественной науке, занимающейся созданием новых цветковых культур растений и пород пчёл и модифицированных биотехнологий возделывания энтомофильных растений, разведения медоносных пчёл, пчёл-листорезов и шмелей и др., обязательно сле-



дует учитывать возможные биохимические изменения по цепям питания и межбиогеоценозного взаимодействия перекрестноопыляющихся сортов, клонов, линий и гибридов и эффективных, подконтрольных человеку, насекомых-опылителей (медоносные пчёлы, шмели, пчёлы-листорезы).

Аксиома биогенной миграции атомов идеально вписывается в концепцию аграрного природопользования в сфере производства органической продукции БАПП и перекрестноопыляющихся культур. Она позволяет прогнозировать кормовые токсикозы насекомых-опылителей и воздействие различного поэлементного состава на нектарогенез, сбор нектара, пади, пыльцы и создание БАПП, посещаемость цветков насекомыми-опылителями и продуктивность цветковых агробиоценозов. Данное воздействие, как положительное, так и отрицательное, может непосредственно отразиться на экологической безопасности опылительной и медовой продукции пчелиных семей и урожайности энтомофильных культиваров.

Большой проблемой является перемещение мутагенных элементов по трофическим цепям через питание человека медом, в состав которого входит пыльца, иногда и падь различного происхождения. Кроме того, пыльцевая обножка, собираемая медоносными пчёлами на медицинские цели, должна проходить жёсткую санитарно-ветеринарную экспертизу, чтобы избежать попадания опасных веществ в пищевые добавки и лекарственные препараты.

**5. Аксиома внутреннего динамического равновесия.** Данная аксиома как закон была сформулирована Н.Ф. Реймерсом в 1975 году [Реймерс, 1992]. Формулировка закона гласит: «Вещество, энергия, информация и динамические качества отдельных природных систем и их иерархия взаимосвязаны настолько, что любое изменение одного из этих показателей вызывает сопутствующие функционально-структурно количественные и качественные перемены, сохраняющие общую сумму вещественно-энергетических, информационных и динамических качеств систем, где эти изменения происходят, или в их иерархии».

В нашем понимании вышеописанная формулировка не соответствует определению закона. Закон – необходимое существенное устойчивое и повторяющееся отношение между явлениями [Большая Советская Энциклопедия, 1972]. Но не всякая связь является законом, т.к. закон – необходимая связь. Из описанной формулировки закона и определения аксиомы, с точки зрения других исследователей [Иванов, Иванов, 2003], предлагается рассматривать этот закон как аксиому внутреннего динамического равновесия.

Отметим важнейшие для практики следствия из аксиомы внутреннего динамического равновесия по Н.Ф. Реймерсу [1994]:

1. Любое изменение среды (вещества, энергии, информации, динамических качеств экосистем) неизбежно приводит к развитию природных цепных реакций, идущих в сторону нейтрализации произведённого изменения или формулирования новых природных систем, образование которых при значительных изменениях среды может принять необратимый характер.

2. Взаимодействие вещественно-энергетических экологических компонентов (энергии, газов, жидкостей, субстратов, организмов, продуцентов, консументов и редуцентов), информации и динамических качеств не линейно, т.е. слабое воздействие или изменение одного из показателей может вызвать сильное отклонение в других (и во всей системе в целом).

3. Перемены, производимые в крупных экосистемах, относительно необратимы. Проходя по иерархии снизу-вверх – от места воздействия до биосферы в целом, они меняют глобальные процессы и тем самым переводят их на новый эволюционный уровень.

4. Любое местное преобразование природы вызывает в глобальной совокупности биосферы и в её крупнейших подразделениях ответные реакции, приводящие к относи-

тельной неизменности эколого-экономического потенциала, увеличение которого возможно лишь путём значительного возрастания энергетических вложений.

С нашей точки зрения, это одна из главных аксиом сельскохозяйственного природопользования. Небольшие изменения мест обитания, размножения и функционирования экосистем насекомых-опылителей и иной полезной в природе энтомофауны, которые происходят на малой площади, существенно не отражаются на качестве опыления и получения высоких и стабильных, экологически безопасных, ежегодных урожаев энтомофильных культур, а также на производстве продукции БАПП – органического меда, прополиса, маточного молочка, апитоксина, воска, трутнёвого гомогената, настойки пчелиного подмора и пр., зерна, крупы, плодов, овощей, орехов, лекарственных растений и др. биоресурсов.

При значительных нарушениях динамического равновесия в энтомофильных естественных экосистемах и агробиоценозах (распашка и мелиорация естественных земельных угодий с колониями насекомых-опылителей и мест гнездования одиночных пчёл, уничтожение природной естественной нектарно-пыльцевой растительности, неумеренный выпас сельскохозяйственных животных на кормовых участках с гнездованием полезных насекомых-опылителей, частые механические обработки поверхностного слоя почвы, исключаящие гнездование насекомых-опылителей, безграмотное применение различных пестицидов, макро- и микроудобрений, стимуляторов роста, аттрактантов и репеллентов, приводящих к гибели полезных одиночных и эусоциальных пчёл, дефицит эффективных биопрепаратов для защиты цветковых растений, насекомых-опылителей и полезных энтомофагов, сокращение периода использования травостоя многолетних бобовых нектарно-пыльцевых культур в севооборотах, частые подтопления кормовых энтомофильных угодий пчёл и др.) требуются большие вложения материальных средств и энергии для их нормальной жизнедеятельности [Скребцова и др., 1996; Иванов, 1999].

Составными элементами поддержания динамического равновесия в энтомофильных агробиоценозах в области антэкологического ковзаимодействия популяций цветковых растений и насекомых-опылителей являются: введение медоносных культур в севообороты (с учётом аллелопатического совмещения чередуемых сортов, линий и гибридов), посев медоносных растений в междурядьях сада, применение пожнивных и поукосных посевов нектароносных растений, посев смешанных кормовых и медоносных культур, введение в поле-садо- и лесозащитные насаждения древесно-кустарниковых медоносных пород, сохранение и улучшение медоносной флоры деревень, сел и городов, выведение культур и их использование в период цветения в неблагоприятную погоду с обильным и стабильным выделением нектара и пыльцы, применение кочевков для повышения медосборов пасек и качественного опыления в целях панмиксии полевых, кормовых, овощных, плодовых, лекарственных и иных энтомофильных растений, прогноз цветения и диагностика медосборов, применение микро- и макроэлементов, регуляторов роста для стимуляции нектаровыделения, использование пахучих аттрактантов в целях привлечения насекомых-опылителей на цветущие перекрёстноопыляющиеся культуры, создание непрерывных нектарно-пыльцевых конвейеров и приманочных посевов для медоносных, одиночных пчёл и шмелей, других полезных насекомых и энтомофагов, улучшение плодородия почв для увеличения нектаропродуктивности растений и повышения медопродуктивности пасек и др.

Внутреннее динамическое равновесие присуще всем антэкологическим системам. В природных энтомофильных фитоценозах параметры этих систем должны быть постоянны (вещество, энергия, информация, достаточное наличие адаптированных насекомых-опылителей и т.д.). Любое изменение, скорее всего, приведёт к развитию нехарактерных реакций для данных систем. В перекрёстноопыляющихся агробиоценозах внутреннее ди-





намическое равновесие, без регулирования человеком, нарушается, теряется их высокая и стабильная органическая продукция.

Чтобы избежать этих цепных реакций, необходимо создавать рациональные интегрированные, без применения пестицидов, биотехнологии (на основе биологии растений и насекомых-опылителей, экологических законов, постулатов и аксиом) по использованию, охране и возобновлению пчелиных и нектарно-пыльцевых ресурсов в целях получения экологически безопасной высокой и устойчивой органической продукции энтомофильных растений и пасечных экосистем.

Значительные нарушения устойчивого динамического равновесия в межбиогеоценозном функционировании систем *энтомофильные фитоценозы – природная среда – насекомые-опылители* могут приводить к необратимым изменениям и, как следствие, к их переходу на иные пути эволюции.

**6. Закон «всё или ничего».** Данному закону Х. Боулича, Н.Ф. Реймерс [1994] и А.В. Каверин [1996] уделяют большое внимание. Его формулировка гласит: «Подпороговые раздражения не вызывают нервного импульса («ничего») в возбуждаемых тканях, а пороговые стимулы или суммы подпороговых воздействий создают условия для формирования максимального ответа («всё»), или в общественном смысле – слабые воздействия могут не вызывать у природной системы ответных реакций до тех пор, пока, накопившись, они не приведут к развитию бурного динамического процесса».

Соотнесём формулировку закона с определением концепции [Большая Советская Энциклопедия, 1979]. Концепция – определённый способ понимания, трактовки какого-либо явления, процесса, основная точка зрения на предмет.

С позиции антэкологии и прикладной антэкологии, на наш взгляд, следует изучить нормативы подпороговых, пороговых и свёрпороговых раздражений тканей рыльца пестика пыльцевыми зёрнами энтомофильных и анемофильных цветков различных видов, сортов, клонов, линий и гибридов растений. В них подобные нормативы могут варьировать из-за различной концентрации (количества) пыльцевых зёрен на рыльцах. В отмеченном варианте конкурентный естественный отбор спермиев (мужских гамет) пыльцы может происходить с неодинаковой эффективностью, в зависимости от физиологического и биохимического состояния гинецея и андроеца и степени эффективности кратного посещения цветков пчёлами и шмелями, а также влияния абиотических агентов опыления. Вероятно, это связано с воздействием дозированной выработки концентрации определённых флавоноидов и др. веществ на пеликулу рыльца, определяющих степень разбухания пыльцевых зёрен и прорастание пыльцевых трубок к женской гамете в завязь гинецея. Результатом такого явления может быть резкое падение либо повышение продуктивности перекрёстноопыляющихся агробеоценозов и естественных экосистем.

В отмеченных сообществах эффективность переноса пыльцы насекомыми-опылителями или ветром (даже при частичном переносе и попадании пыльцы на рыльце), в условиях неблагоприятного высокого или низкого температурно-влажностного, светового, ветрового и дождевого режимов, резко ограничивается. Например, посещаемость цветков насекомыми-опылителями при этом значительно падает, а возможные осадки осаждают анемофильную пыльцу за пределами рылец пестиков. При отрицательных же параметрах абиотической среды репродуктивные системы андроеца (пыльцевые зёрна) и гинецея (пестиковые ткани), возможно, не позволят запустить положительные механизмы прорастания пыльцевых трубок. В таком случае пчёлы и ветер не в состоянии распространять достаточное количество пыльцы и стимулировать качественное прорастание пыльцевых трубок с мужскими спермиями по причине их очень низкой плотности на рыльце пестиков каждого цветка. При благоприятных экологических условиях кратность попадания пыльцы на рыльце пестика увеличивается, пороговая величина пыльцевых зёрен возрастает и на рыльце может попасть достаточное количество жизнеспособной пыльцы (за счёт

увеличения плотности пыльцевых зёрен) для качественного перекрёстного опыления и последующим эффективным амфимиксисом, и возрастанием урожайности возделываемых культур.

Не случайно количество пыльцевых зёрен на один семязачаток значительно выше у перекрёстноопыляющихся видов, по сравнению с самоопыляющимися: облигатные перекрестники – 5859,2, факультативные перекрестники – 796,6, преимущественно автогамные – 168,5, облигатные автогамные – 27,7, клейстогамные – 4,7, а более разрозненные цветковые растения, с особой ритмичкой растянутого цветения, существенно снижают вероятность переноса пыльцы на рыльце, что при предполагаемой ксеногамии реализуется увеличенным количеством пыльцевых зёрен в расчёте на каждый семязачаток [Cruden, 1977; 2000].

Более поздние зарубежные опыты показали, что количество завязавшихся семян у *Schefflera heptaphylla* лимитировано количеством пыльцевых зёрен, попавших на рыльце [Pei et al., 2011].

Последующие исследования у пяти представителей *Scheffleras L.*, с разными типами цветков, позволили сделать вывод, что соотношение мужских гаметофитов и семязачатков и есть индикатор эффективности пыльцы, показатель вероятного попадания на каждое рыльце необходимого числа пыльцы для наиболее полного завязывания семян [Нуралиев, 2012].

Весьма значимые эксперименты проведены учеными Мичуринского аграрного университета по изучению факторов, влияющих на прорастание и рост пыльцевых трубок у многих важнейших в России сортов яблони [Палфитов, 2001; 2003; 2015; 2017; Палфитов и др., 2010; 2011; Палфитов, Молодцов, 2013; Молодцов, 2014]. Результаты исследований показывают, что остановка роста пыльцевых трубок происходит при высоком содержании ингибитора ростовых процессов флоризина (примерно 27 % вес.) в основаниях сухих столбиков цветочных пестиков яблони и низком содержании гликозидов флавонолов (меньше 9 % вес.) в сухой пыльце опылителя. Флавонолы пыльцы в количестве свыше 9 % вес. нейтрализуют ингибирующее действие флоризина пестиков и способствуют росту пыльцевых трубок. Лучшим по самоопыляемости считается тот сорт яблони, пыльца которого содержит больше флавоноидов и меньше флоризина в основаниях цветочных столбиков. Сорта яблони, склонные к самоопылению, являются лучшими опылителями и при перекрёстном опылении. При миксогенном опылении завязываемость плодов сортов яблони возрастает от 6 до 16 %, с увеличением флавонолов в пыльце от 2 до 12 % (вес.) и улучшением качества пыльцевых трубок при прорастании в пестиках, а содержание флоризина в основаниях столбиков уменьшается от 30 % до 11 % (вес.). Остановка процесса самоопыления сортов яблони происходит из-за прекращения роста пыльцевых трубок в тканях пестика при малом содержании флавонолов в пыльце (2–6 % вес.) и высоком содержании флоризина в основаниях столбиков ( $Co = 20\text{--}30$  % вес. и более). При 2–5 % флавонолов в пыльце и флоризина в столбиках 18–30 % (от с.м.) яблоня проявляет свойство самоопыляемости. Наибольшую урожайность и экономическую эффективность при свободном опылении и самоопылении показывают сорта яблони с низким содержанием флоризина в столбиках цветков и высоким содержанием флавонолов в пыльцевых зёрнах. При пчелоопылении яблони уровень завязываемости плодов выше у сортов с меньшим содержанием флоризина в пестиках (11–13 % абс.). Самая низкая завязываемость плодов установлена у сортов яблони с высоким наличием флоризина в основаниях пестиков (23 – 28 % вес.) и низким содержанием флоризина (1 – 3 % вес.) в пыльце цветков соседних сортов яблони.

Следовательно, для качественного перекрёстного опыления яблони медоносными пчёлами необходимо создавать сорта с низким содержанием флоризина в пестиках и высокой концентрации флавонолов в пыльцевых зернах, в условиях одновременного отсут-



ствия в период цветения соседних сортов яблони с малым содержанием флавонолов в мужских гаметофитах и большим содержанием флоризина в пестиках цветков. Ведь у яблони пыльца липкая и тяжёлая [Алешин, 1933] и независимо от силы ветра и степени самоопыления яблоня нуждается в обязательном перекрёстном опылении насекомыми [Куренной, 1978; Шеметков, 1983]. Но число и размещение сортов яблони в пределах квартала определяется именно уровнем их самоплодности [Кудрявец и др., 1991].

По нашему мнению, это в значительной степени может влиять на себестоимость урожаев яблони, т.к. в зависимости от различных соотношений в цветках мужских гаметофитов и семязачатков, флоризина и флавонола, в кварталах яблони необходимо вкладывать различные соотношения численности саженцев основных сортов и сортов-опылителей. В итоге, чем больше деревьев сорта опылителя яблони, тем выше будет себестоимость урожая основного сорта, так как приходится вкладывать больше дополнительных средств на селекцию эффективных сортов опылителей и их размножение. В выведенных сортах-опылителях и основных сортах яблони должно быть оптимальное соотношение флоризина и флавонола, спермиев и женских спорангиев, нормирующих качество и при самоопылении (автогенное и гейтоногенное), и при перекрестном опылении (ксеногенное и миксогенное), обеспечивая качественную панмиксию и стабильно-высокие урожаи.

В то же время, протерогиничный цветок яблони при неблагоприятных экологических условиях исключает самоопыление посредством меллиитофилии [Иванов, 1999]. Однако гермафродитизм цветков яблони в экстремальных односортовых насаждениях (т.е. в отсутствии сорта-опылителя), исключающих межсортовое перекрестное опыление (при благоприятной погоде), может служить и эффективному автогенному опылению, посредством переноса тяжёлой и липкой пыльцы медоносными, одиночными пчёлами и шмелями. Поэтому исследования мичуринских учёных по установлению эффективных биохимических механизмов самоопыления односортовых насаждений яблони и выведению её автогенных сортов, являются ценным открытием аграрного природопользования в производстве высококачественной органической и экологически безопасной продукции плодовоговодства. Но тема односортового плодоношения энтомофильных сортов яблони при опылении пчёлами и шмелями имеет ещё одну чрезвычайную тонкость. Селекционный процесс основных сортов яблони должен обеспечить аттрактивность цветков для адаптированных и эффективных насекомых-опылителей, через сохранение механизма высокого и стабильного выделения нектара и отсутствие стерильности пыльцевых зёрен.

Несомненно, проявление разноуровневого самоопыления энтомофильной яблони (цветок, ветвь, дерево, сорт-клон) – ценное биологическое, антропоэкологическое и хозяйственное свойство аграрного природопользования. С одной стороны, оно обеспечивает перспективность закладки односортовых агробиоценозов при обязательной меллиитофилии. С другой стороны, создаются новые адаптированные сорта-клоны, более склонные к гомогамии и автомиксису, с оптимальным соотношением ингибиторов роста и гормонов, высокой нектаропродуктивностью и пыльцепродуктивностью цветка и высокой фертильностью мужских гаметофитов пыльцы.

Стратегически важными облигатными энтомофильными культурами в России также являются масличный протерандричный подсолнечник [Скребцова и др., 1996; Иванов, 1999] и кормовая люцерна синяя [Скребцова и др., 1996]. Согласно принципу необратимости эволюционных преобразований [Dollo, 1893], наши исследования позволяют выдвинуть следующую гипотезу. Эффективными биотическими посредниками в осуществлении автогенного и гейтоногенного опыления подсолнечника и люцерны, по линии консортивно-трофических связей, могут выступать разные породы взаимно адаптированных медоносных пчёл и цветков, виды одиночных пчёл и шмелей. Наиболее важным направлением сохранения жизнеспособности пыльцы подсолнечника и люцерны признаётся создание

адаптированных к самоопылению сортов и гибридов, с одновременным сохранением энтомофильно-функциональных признаков цветка. В первую очередь, у подсолнечника, это закрепление гермафродитизма, сохранение жёлтого или оранжевого цвета пыльников и оптимальной длины и указанных цветов трубчатых цветков, визуальнo аттрактивных для насекомых-опылителей, сохранение тяжелой, липкой, шиповатой, трофически привлекательной и высокопитательной для медоносных пчёл пыльцы и др. Закрепление гермафродитизма и энтомофильного облика цветка, вероятно, будет коррелировать с высокой нектарностью цветка и медопродуктивностью культуры, что, возможно ускорит решение проблемы качественного энтомофильного опыления и нормированной панмиксии, и стабильно-высокой урожайности агробиоценозов подсолнечника. Среди активных и эффективных переносчиков пыльцы подсолнечника на первом месте стоят медоносные, одиночные пчелы и шмели (в отличие от абиотической случайной анемофилии, исключаящей гарантированное перекрёстное опыление).

В отличие от эволюции репродуктивной сферы подсолнечника, эволюция медоносных пчёл и цветков люцерны, по линии трофических и репродуктивных связей, долгое время носила дивергентный характер, что является явным признаком неполной адаптации имаго рабочих медоносных пчёл к сбору пыльцы и нектара, и опылению люцерны. Межбиogeоценозное взаимодействие медоносных пчёл и люцерны исторически занимало ограниченный временной период по причине их формирования в различных географических и ландшафтно-экологических условиях, ограничивая их коэволюцию. В нашем понимании, изучение данных процессов взаимoaдaптaции должно основываться на выводе И.М. Хохуткина [1998] о том, что «реакции организма, возникающие в связи с воздействием факторов внешней среды, являются первоначально функциональными раздражителями, вызывающими, в свою очередь, и формообразовательные процессы». Разумеется, принцип необратимости в сфере репродукции можно изменить селекцией на самоопыление. Однако, в таком случае (по линии трофических связей) снизится численность и биоразнообразие полезных перепончатокрылых агентов опыления и производство БАПП.

Облигатный перекрёстноопылитель подсолнечник, которому свойственна самостерильность, при самоопылении может давать плодовитое потомство [Плачек, 1928]. Но самоопыление всегда сопровождается ослабленным потомством, часто полным бесплодием, низкой всхожестью семян и другими признаками вырождения.

Современные исследования гибридов подсолнечника на самофертильность и пчелопосещаемость доказывают [Зайцев, 2014], что сочетанием высокой самофертильности и аттрактивности для медоносных пчёл обладают сорта подсолнечника Енисей, Богучарец, Бузулук, межлинейный гибрид Юпитер, самоопыленная линия ВК-551. При недостатке насекомых-опылителей гибриды подсолнечника с высокой самофертильностью в меньшей степени снижают урожайность, чем обычные сортообразцы. Достоверной корреляции между самофертильностью и избирательностью оплодотворения не установлено. Но сочетание высокой самофертильности и пчелопосещаемости носит сложный полигенный характер, и изучение характера пчелопосещений подсолнечника – актуальная проблема.

Нарушения при самоопылении и оплодотворении подсолнечника обычно происходят в результате анатомических (асинхронность между созреванием пыльцы и восприимчивостью рыльца) и экологических барьеров (повышенная относительная влажность воздуха, дожди при температуре воздуха выше 30 градусов по Цельсию), влияющих на жизнеспособность пыльцы, восприимчивость рыльца и рост пыльцевой трубки [Astizet al., 2011].

В отличие от подсолнечника, люцерна синяя значительно хуже опыляется медоносными пчелами из-за погодных условий, триппинга «замковых» цветков и нанесения молодым рабочим пчелам (сборщикам нектара и пыльцы) сросшейся тычиночной колонкой удара в горловую выемку при сборе нектара через зев венчика, отпугивая их от



повторного посещения цветков. В такой ситуации необходимы сильные пчелиные семьи, с большим количеством постоянно меняющихся молодых рабочих пчёл для опыления люцерны.

Известные российские селекционеры люцерны И.К. Ткаченко, Е.В. Думачева, В.Л. Бабенков, Т.И. Воронкина [2008] видят возможное решение её семенной проблемы созданием высоко самофертильных линий, но с сохранением аллогамного типа опыления цветка, что выгодно при наличии насекомых-опылителей. Чередование же аллогамии с частичным инцухтом позволит сохранить все признаки сорта люцерны в течении большого числа поколений [Квасова, Шумный, 1987; Коваленко и др., 2008]. Самоопыление у люцерны, как вторичное явление, вызванное неблагоприятными условиями среды для перекрёстного опыления, выполняющего страховочную функцию, может составлять от 2 до 40 % [Нагибин и др., 2015], особенно при отсутствии нужных опылителей, несвоевременном цветении и т.п. Автогамия становится актуальной в эпоху урбанизации и массового применения химических реактивов, что пагубно влияет на энтомофауну.

С нашей точки зрения, такое состояние аграрного природопользования не соответствует положению о создании современных экологически безопасных биотехнологий энтомофильных культур и медоносных пчёл по производству органической продукции, наносит значительный вред окружающей среде, создаёт неблагоприятные условия для рекреации и здоровья человека, значительно снижает численность и плотность видового разнообразия полезных энтомофагов и насекомых-опылителей.

В условиях низкой плотности аборигенных меллитофильных насекомых-опылителей (одиночные пчёлы + шмели) динамика вскрывания цветков люцерны может оказаться параметром эффективности адаптации той или иной породы медоносных пчёл к опылению люцерны. Но породная адаптация медоносных пчёл на открытие цветков люцерны – трудный и длительный процесс. Следует выявить биоэкологические возможности пород пчёл на вскрывание цветков люцерны и получить легко вскрываемые высоконектарные сорта, линии и гибриды люцерны, одновременно стимулирующие взаимоадаптации как к энтомофильному опылению, так и к увеличению мёдопродуктивности агробиоценозов люцерны. Возникающая же флороспециализация имаго рабочих медоносных пчёл на степень эффективности вскрывания цветков люцерны базируется на их политрофизме и показывает гетерогенность изучаемых пород. Увеличение вскрываемости цветков люцерны до среднепороговой величины и повышение параметров нектаропродуктивности её цветков могут послужить важными антэкологическими показателями встречной селекции для повышения опылительной продуктивности селекционируемых пород пчёл и медоносной ценности сортов люцерны в целях привлечения агентов опыления, собирающих нектар и пыльцу, обеспечивая своё развитие и гарантированный высокий урожай перекрестноопыляющихся агрофитоценозов.

Формирование стойких трофических и поведенческих адаптаций имаго рабочих медоносных пчёл к сбору пыльцы и нектара и вскрыванию цветков люцерны предлагается начать с создания для пчелиных семей непривычной фитоценотической среды обитания, где возможно запустить «генерации» поколений рабочих пчёл в процессе их достаточного питания пыльцой и нектаром люцерны, при отсутствии в агробиоценозах люцерны и на сопредельных территориях других конкурентных энтомофильных медоносных растений. В сравнении с яблоней домашней, у подсолнечника и люцерны синей пороговые нормативы по оптимальному опылению облигатных гермафродитных цветков не установлены, особенно по содержанию и оптимальному соотношению флоризина в пестиках, флавонола в пыльце и других веществ.

В целом, агенты опыления – медоносные, одиночные пчёлы, шмели и ветер «работают» опосредованно – переносят пыльцу, осуществляя опыление, а лишь затем происходит оплодотворение, при определённых биоэкологических условиях создавая основы за-

кладки стабильно-высоких урожаев при перекрестном опылении и вариативной панмиксии. Но без оптимальных метеорологических и экологических параметров для роста, питания и фотосинтеза цветковых растений, фазы (режимы) их цветения, пыления, опыления и оплодотворения будут более низкими. Это может привести к значительной потере экономически выгодных урожаев органической продукции, необходимой и для животных и человека.

### Заключение

На основании изложенного возникают интегрированные задачи научных исследований в различных климатических и экологических условиях субъектов Российской Федерации:

1. Сферы взаимодействия репродуктивных органов цветка (гинецеев и андроцеев) основных видов, сортов, гибридов, линий энтомофильных и анемофильных растений и определения их нормированных параметров:

а) подпороговой плотности пыльцевых зёрен на рыльцах пестиков, гормональных и иных веществ в пыльцевых зернах и пестиках, блокирующих эффективную панмиксию;

б) минимальной пороговой плотности пыльцы на рыльце пестиков, ростовых и ингибирующих веществ пыльцевых зёрен и пестиков, для определения положительной нормы прорастания пыльцевых трубок и осуществления удовлетворительного двойного оплодотворения;

в) оптимальной сверхпороговой плотности мужских гаметофитов на рыльцах пестиков, флавоноидов и иных веществ в пыльцевых зернах и пестиках в целях создания конкуренции (путём естественного микрогаметного отбора) пыльцевых трубок, определяющих качество слияния мужских гамет с яйцеклетками для формирования полноценных зигот и эндосперма в целях заложения основ экологически безопасных высоких и экономически выгодных урожаев перекрестноопыляющихся растений;

г) основных нормированных абиотических показателей межбиогенного функционального взаимодействия насекомых-опылителей и репродуктивных сфер энтомофильных растений, обеспечивающих взаимный динамический процесс их ковзаимодействия по обеспечению высокой урожайной продуктивности и биологического прогресса;

д) опылительных (кратных) нормативов посещаемости цветков медоносными и одиночными пчёлами, шмелями и оптимальную численность переносимых ими пыльцевых зерен для эффективного опыления покрытосеменных культур.

2. Инновационные биотехнологии (без применения пестицидов и др. опасных веществ для беспозвоночных и позвоночных организмов, включая человека, и окружающую среду) межбиогенного взаимодействия энтомофильных культур, пород медоносных пчёл, видов одиночных пчёл и шмелей – в целях получения экологически безопасной органической продукции для животных и населения, и условий сохранения видовой биоразнообразия насекомых-опылителей:

а) в обычных севооборотах перекрестноопыляющихся травяных, кустарниковых и древесных агробиогенозов, с соответствующими лесозащитными полосами (для полей, садов, бахчей), кормовыми условиями и гнездящимися ресурсами (для насекомых-опылителей);

б) в специальных севооборотах нектарно-пыльцевых конвейеров различных жизненных форм перекрестноопыляющихся культур для высоких медосборов медоносных пчёл, с лесозащитными полосами для основных культур и антофильных насекомых, где будет обеспечено их гнездование, кормление и размножение;

в) интегрированной селекции пород медоносных пчёл и различных перекрестноопыляющихся культур, в связи с повышением их взаимной продуктивности в агробиогенозах.



### Список использованных источников

1. Большая Советская Энциклопедия. Т. 1. 1970. М., Советская энциклопедия, 608 с.
2. Большая Советская Энциклопедия. Т. 9. 1972. М., Советская энциклопедия, 624 с.
3. Большая Советская Энциклопедия. Т. 20. 1975. М., Советская энциклопедия, 608 с.
4. Большая Советская Энциклопедия. Т. 13. 1979. М., Советская Энциклопедия, 608 с.
5. Быков Б.А. 1988. Энциклопедический словарь. Алма-Ата, Наука, 212 с.
6. Даль В.И. 2014. Толковый словарь русского языка: современное написание. М., АСТ, 735 с.
7. Дедю И.И. 1989. Экологический энциклопедический словарь. Кишинев, Молдавская Советская Энциклопедия, 408 с.
8. Иванов Е.С., Наумкин В.П., Дагаргулия К.И. 2000. Словарь основных терминов и смежных понятий агроантэкологии. Орёл, Орловский государственный аграрный университет, 57 с.
9. Кочуров Б.И. 2016. Экодиагностика и сбалансированное развитие. М., Издательский дом «ИНФРА-М», 362 с.
10. Кудрявец Р.П. 1991. Плодовые культуры. Справочник. М., Агропромиздат, 383 с.
11. 12. Плачек Е.М. 1928. Узкородственное разведение (Inzucht) в применении к селекции подсолнечника. Дневник Всесоюзного Съезда Ботаников в Ленинграде в январе 1928 г. Л., 91–92.
13. Реймерс Н.Ф. 1990. Природопользование. М., Издательство «Мысль», 640 с.
14. Реймерс Н.Ф. 1992. Охрана природы и окружающей человека среды. Словарь-справочник. М., Просвещение, 320 с.
16. Ушаков Д.Н. 2014. Толковый словарь современного русского языка. М., Аделант, 800 с.

### Список литературы

1. Алешин Е.И. 1933. Введение в селекцию и сортоизучение плодовых растений. М., Сельхозгиз, 316 с.
2. Галиулин Р.В., Галиулина Р.А., Кочуров Б.И. 2015. Техногенное загрязнение окружающей среды канцерогенными веществами. Теоретическая и прикладная экология, 2: 42–46.
3. Голубев В.Н., Волокитин Ю.С. 1985. Актуальные проблемы экологии опыления антофилов. Успехи современной биологии, 99 (2): 292–302.
4. Димчя Г.Г. 1988. Опыление подсолнечника на участках гибридизации. Пчеловодство, 1: 16–17.
5. Зайцев А.Н. 2014. Исходный материал селекции гибридов подсолнечника на самофертильность и пчелопосещаемость. Дис...канд. с.-х. наук. Краснодар, 120 с.
6. Иванов Е.С. 1999. Агрэкологическое обоснование панмиксии и использования урожайных ресурсов энтомофильных фитоценозов. Дис...док. с.-х. наук. М., 318 с.
7. Иванов Е.С. Классификация основных терминов и понятий антэкологии по опылению и оплодотворению энтомофильных культурных растений. Академия пчеловодства. г. Рыбное Рязанской области. 1996 г. - 18 с. ВИНТИ 26.04.98 № 1344-B96.
8. Иванов Е.С., Иванов А.Е. 2003. Аксиомы биогенной миграции атомов и внутреннего динамического равновесия в антэкологии и апидалогии. В кн.: Ботаника, экология, сельское хозяйство. Материалы докладов межвузовской научно-практической конференции. Рязань, 27–28 февраля 2003 года. Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина: 40–43.
9. Иванов Е.С., Посевина Ю.М., Северова Е.Э. 2009. Научно-методический базис магистерской программы специальной дисциплины «Аэропалиноэкология». В кн.: Вопросы региональной географии и геоэкологии. Межвузовский сборник научных трудов. Вып. 9. Рязань, Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина: 152–161.
10. Иванов Е.С., Прибылова Е.П. 2001. Применение некоторых концепций экологии в репродуктивной ботанике и пчеловодстве. Материалы 2-й Международной научно-практической конференции «Интермед». Рыбное, 14 сентября 2001 года. Научно-исследовательский институт пчеловодства: 81–84.
11. Иванов Е.С., Прибылова Е.П. 2006. Экологическое нормирование панмиксии и нектарно-пыльцевых ресурсов энтомофильных сообществ. Рязань, Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина, 172 с.



12. Каверин А.В. 1996. Экологические аспекты использования агроресурсного потенциала (на основе концепции сельскохозяйственной экологии). Саранск, Издательство Мордовского университета, 220 с.
13. Квасова Э.В., Шумный В.К. 1987. Перспективы использования автогамии в селекции люцерны на повышенную семенную продуктивность. В кн.: Генетические методы в селекции кормовых трав. Тезисы научно-методического совещания. Дотнува, 2–3 июня 1987 года. Вильнюс: 15–16.
14. Коваленко В.И., Ибрагимов С.С., Шумный В.К., Лаптева П.С., Лаптев А.В. 2008. Триппинг и эволюция систем размножения видов рода *Nedicago* L. Сельскохозяйственная биология, 8: 35–40.
15. Куренной Н.М. 1971. Биологические особенности перекрестного опыления яблони в молодых и плодоносящих садах. В кн.: Научные труды Ставропольского сельскохозяйственного института, Т. 7. Вып. 34, Ставрополь: 7–273.
16. Куренной В.Н. 1978. Роль ветра в переносе пыльцы и перекрестном опылении яблони. В кн.: Научные труды Ставропольского сельскохозяйственного института, Вып. 41, Т. 2. Ставрополь: 43–46.
17. Молодцов М.А. 2014. Диагностика самоопыляемости сортов яблони по содержанию флавоноидов в репродуктивных структурах цветков. Автореф. ... канд. с.-х. наук. Мичуринск, 23 с.
18. Нагибин А.Е., Тормозин М.А., Зырянцева А.А. 2015. Селекционная работа на люцерне на среднем Урале. Аграрный вестник Урала, 7 (137): 20–24.
19. Нуралиев М.С. 2012. Соотношение числа пыльцевых зерен и семязачатков в цветках пяти азиатских представителей *SCHEFFLERAS*. L. (*ARALIACEAE*) с разным планом строения цветка и его репродуктивной биологии этих видов. Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический, 117 (4): 48–55.
20. Палфитов В.Ф. 2001. Биохимическая диагностика репродуктивных и вегетативных особенностей яблони. Вестник Мичуринского аграрного университета, 1 (1): 115–123.
21. Палфитов В.Ф. 2003. Диагностика самоплодности и силы роста яблони. Мичуринск, Издательство Мичуринский государственный аграрный университет, 198 с.
22. Палфитов В.Ф., Козлов Н.Е., Молодцов М.А. 2011. Взаимовлияние сортов яблони на завязываемость плодов при пчелоопылении. Вестник Мичуринского Государственного Аграрного Университета, 2-1: 18–21.
23. Палфитов В.Ф., Козлов Н.Е., Молодцов М.А. 2010. Эндогенные факторы совместимости сортов яблони при опылении. Вестник Мичуринского Государственного Аграрного Университета, 2: 41–46.
24. Палфитов В.Ф., Молодцов М.А. 2013. О связи самоплодности сортов яблони с содержанием флавоноидов в генеративных структурах их цветков. Вестник Мичуринского Государственного Аграрного Университета, 1: 8–11.
25. Палфитов М.А. 2017. Прогнозирование плодовитости сортов яблони и выбор лучших среди них опылителей по содержанию флавоноидов в репродуктивных структурах их цветков. Мичуринск, Изд-во Мичуринского аграрного университета, 160 с.
26. Палфитов М.А. 2015. Сопоставление сортов яблони по содержанию флоризина в пестичных цветках и флавонолов в пыльце. Ветеринария, Зоотехния и Биотехнология, 5: 52–58.
27. Песенко Ю.А. 1974. О биоценологическом направлении в исследованиях по экологии опыления зоофильных растений. Журнал общей биологии, 35 (4): 507–517.
28. Пономарев А.Н. 1970. О постанове и направлениях антэкологических исследований. Ученые записки Пермского государственного университета. Биология, 206: 3–10.
29. Пономарев А.Н. 1969. Предмет и некоторые аспекты антэкологии. В кн.: Вопросы антэкологии. Материалы к симпозиуму по антэкологии. Пермь, 26–30 мая 1969 года. Ленинград, Наука: 43–45.
30. Радченко В.Г. Песенко Ю.А. 1994. Биология пчёл (*Hymenoptera*, *Apoidea*). СПб., Санкт-Петербургская типография № 1 ВО «Наука», 351 с.
31. Реймерс Н.Ф. 1994. Экология (теории, законы, правила, принципы и гипотезы). М., Журнал «Россия Молодая», 367 с.





32. Розенберг Г.С. 1991. К построению системы концепций современной экологии. *Общая биология*, 52 (3): 422–440.
33. Скребцова Н.Д., Иванов Е.С., Дроздов В.Б. 1996. Экологические и эволюционные аспекты взаимодействия агроценозов люцерны и медоносных пчёл. Рязань, ВНИИМС, 102 с.
34. Ткаченко И.К., Думачева Е.В., Бабенков В.Л., Воронкина Т.И. 2008. Проблемы и задачи автогамии у люцерны. *Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки*, 3 (43): 60–68.
35. Фегри К., Пэйл Л. 1982. Основы экологии опыления. М., Мир, 379 с.
36. Хохуткин И.М. 1998. Экологическая обусловленность индивидуального и исторического развития моллюсков. *Экология*, 4: 297–303.
37. Шеметков М.Ф. 1983. Использование пчёл для опыления сельскохозяйственных культур. В кн.: *Советы пчеловоду*. Минск, Колос: 14–185.
38. Astiz V., Iriarte L.A., Flemmer A., Hernandez L.F. 2011. Self-compatibility in modern hybrids of sunflower (*Helianthus annuus* L.) fruit set in open and self-pollinated (bag isolated) plants grown in two different locations. *Helia*, 34 (54): 129–138.
39. Cruden R.W. 1977. Pollen-ovule ratios: conservative indicator of breeding systems in flowering plants. *Evolution*, 31 (1): 32–46.
40. Cruden R.W. 2000. Pollen grains: why so many. *Plant Systematics and Evolution*, 222 (1): 143–165.
41. Dollo L. 1893. Les lois de l'évolution. *Bulletin De La Société Belge De Géologie*, 7: 164–166.
42. Pei N., Luo Z., Schlesman M.A., Zhang D. 2011. Synchronised protandry and hermaphroditism in a tropical secondary forest tree, *Schefflera heptaphylla* (Araliaceae). *Plant systematics and evolution*, 296: 29–39.

## References

1. Aleshin E.I. 1933. *Vvedeniye v selektsiyu i sortoizucheniye plodovykh rasteniy* [Introduction into selection and into study of fruit plants variety]. Moscow, Selkhozgiz, 316 p.
2. Galiulin R.V., Galiulina R.A., Kochurov B.I. 2015. Technogenesis contamination of environment by cancerogenic substances. *Theoretical and Applied Ecology*, 2: 42–46 (in Russian).
3. Golubev V.N., Volokitin Yu.S. 1985. Aktualnyye problemy ekologii opyleniya antofitov [Actual problems of pollination ecology of anthophytes]. *Uspekhi sovremennoy biologii*, 99 (2): 292–302.
4. Dimchya G.G. 1988. Opyleniye podsolnechnika na uchastkakh gibridizatsii [Pollination of sunflower on hybridization sites]. *Pchelovodstvo*, 1: 16–17.
5. Zaitsev A.N. 2014. *Iskhodnyy material selektsii gibridov podsolnechnika na samofertilnost i pcheloposeshchayemost* [Source material for selection of sunflower hybrids for self-fertility and bee attendance]. Dis. ... cand. agric. sciences. Krasnodar, 120 p.
6. Ivanov E.S. 1999. *Agroekologicheskoye obosnovaniye panmiksii i ispolzovaniya urozhaynykh resursov entomofilnykh fitotsenozov* [Agroecological justification of panmixia and use of crop resources of entomophilic phytocenoses]. Dis. ... doc. agric. sciences. Moscow, 318 p.
7. Ivanov E.S. 1996. *Klassifikatsiya osnovnykh terminov i ponyatiy antekologii po opyleniyu i oplodotvoreniyu entomofilnykh kulturnykh rasteniy* [Classification of basic terms and concepts of antecology for pollination and fertilization of entomophilic cultural plants]. Abstract. dis. ... doc. agric. sciences. Rybnoye, 18 p.
8. Ivanov E.S., Ivanov A.E. 2003. *Aksiomy biogennoy migratsii atomov i vnutrennego dinamicheskogo ravnesiya v antekologii i apidologii* [Axioms of biogenic migration of atoms and internal dynamic equilibrium in antecology and apidology]. In: *Botanika. ekologiya. selskoye khozyaystvo* [Botany, ecology, agriculture]. Materials of reports of the inter-university scientific and practical conference. Rязань, 27–28 February. Ryazanskiy gosudarstvennyy universitet imeni S.A. Esenina: 40–43.
9. Ivanov E.S., Posevina Yu.M., Severova E.E. 2009. *Nauchno-metodicheskiy bazis masterskoy programmy spetsialnoy distsipliny «Aeropalinoekologiya»* [Scientific and methodological basis of the master's program of the special discipline "Aeropalinoecology"]. In: *Voprosy regionalnoy geografii i geoeologii* [Issues of regional geography and geoecology]. Scientific and methodological basis of the mas-

ter's program of special discipline "Aeropalinoecology". Intercollegiate collection of scientific works. V. 9. Ryazan, Ryazanskiy gosudarstvennyy universitet imeni S.A. Esenina: 152–161.

10. Ivanov E.S., Pribylova E.P. 2001. Primeneniye nekotorykh kontseptsiy ekologii v reproduktivnoy botanike i pchelovodstve [Application of some concepts of ecology in reproductive botany and beekeeping]. Materials of the 2nd International scientific and practical conference "INTERMED". Rybnoye, 14 September 2001. Nauchno-issledovatel'skiy institut pchelovodstva: 81–84.

11. Ivanov E.S., Pribylova E.P. 2006. Ekologicheskoye normirovaniye panmiksii i nektarno-pyltsevykh resursov entomofilnykh soobshchestv [Ecological balancing of panmixia and nectar-pollen resources of entomophilic communities]. Ryazan, Ryazanskiy gosudarstvennyy universitet imeni S.A. Esenina, 172 p.

12. Kaverin A.V. 1996. Ekologicheskoye normirovaniye panmiksii i nektarno-pyltsevykh resursov entomofilnykh soobshchestv [Ecological aspects of the use of agro-resource potential (based on the concept of agricultural economology)]. Saransk, publishing house of the Mordovian University, 220 p.

13. Kvasova E.V., Shumny V.K. 1987. Perspektivy ispolzovaniya avtogamii v selektsii lyutserny na povyshennuyu semennuyu produktivnost [Prospects for using autogamy in alfalfa breeding for increased seed productivity]. In: Geneticheskiye metody v selektsii kormovykh trav [Genetic methods in the selection of forage grasses]. Abstracts of the scientific and methodological meeting. Dotnuva, 2–3 June 1987. Vilnius: 15–16.

14. Kovalenko V.I., Ibragimova S.S., Shumny V.K., Lapteva P.S., Laptev A.V. 2008. Tripping i evolyutsiya sistem razmnozheniya vidov roda *Nedicago* L. [Tripping and evolution of reproduction systems of species of *Nedicago* L. genus]. *Selskokhozyaystvennaya biologiya*, 8: 35–40.

15. Kurennoy N.M. 1971. Biologicheskiye osobennosti perekrestnogo opyleniya yabloni v molodykh i plodonosyashchikh sadakh [Biological features of cross-pollination of apple trees in young and fruiting gardens]. In: Nauchnyye trudy Stavropolskogo selskokhozyaystvennogo institute [Scientific works of the Stavropol agricultural Institute], Is. 34, V. 7. Stavropol: 7–273.

16. Kurennoy V.N. 1978. Rol vetra v perenose pyltsey i perekrestnom opylenii yabloni [The Role of wind in pollen transfer and cross-pollination of apple trees]. In: Nauchnyye trudy Stavropolskogo selskokhozyaystvennogo institute [Scientific works of the Stavropol agricultural Institute], Is. 41, V. 2. Stavropol: 43–46.

17. Molodtsov M.A. 2014. Diagnostika samoopylyayemosti sortov yabloni po sodержaniyu flavonoidov v reproduktivnykh strukturakh tsvetkov [Diagnostics of self-pollination of apple varieties dependent on content of flavonoids in the reproductive structures of blossom]. Abstract dis. ... cand. agric. sciences. Michurinsk, 23 p.

18. Nagibin A.E., Tormozin M.A., Zyryantseva A.A. 2015. Breeging work with alfalfa in the Middle Urals. *Agrarian Bulletin of the Urals*, 7 (137): 20–24 (in Russian).

19. Nuraliev M.S. 2012. Pollen /ovule ratio in flowers of five Asian species *SCHEFFLERAS*. L. (ARALIACEAE) with various flower groundplane and its possible significance for reproductive biology of these species. *Byulleten' Moskovskogo Obshchestva Ispytatelei Prirody. Otdel Biologicheskii*, 117 (4): 48–54 (in Russian).

20. Palfitov V.F. 2001. Biokhimicheskaya diagnostika reproduktivnykh i vegetativnykh osobennostey yabloni [Biochemical diagnosis of reproductive and vegetative characteristics of apple trees]. *Vestnik Michurinskogo agrarnogo universiteta*, 1 (1): 115–123.

21. Palfitov V.F. 2003. Diagnostika samoplodnosti i sily rosta yabloni [Diagnostics of self-fertility and growth strength of an apple tree]. Michurinsk, Publ. Michurinsk State Agrarian University, 198 p.

22. Palfitov V.F., Kozlov N.E., Molodtsov M.A. 2011. Reciprocal compatibility of Apple trees variety to fruit inception with pollination of bees. *Bulletin of Michurinsk State Agricultural University*, 2-1: 18–21 (in Russian).

23. Palfitov V.F., Kozlov N.E., Molodtsov M.A. 2010. Endogenous factors of compatibility for Apple trees varieties during pollination. *Bulletin of Michurinsk State Agricultural University*, 2: 41–46 (in Russian).

24. Palfitov V.F., Molodtsov M.A. 2013. About connection between Apple trees varieties self-compatibility and flavonoids content in their flowers generative structures. *Bulletin of Michurinsk State Agricultural University*, 1: 8–11 (in Russian).



25. Palfitov M.A. 2017. Prognozirovaniye plodovitosti sortov yabloni i vybor luchshikh sredi nikh opyliteley po sodержaniyu flavonoidov v reproduktivnykh strukturakh ikh tsvetkov [Forecasting the fruitfulness of Apple varieties and selecting the best pollinators among them for the content of flavonoids in the reproductive structures of their flowers]. Michurinsk, Publishing House of Michurinsk agrarian University, 160 p.
26. Palfitov M.A. 2015. Comparison of the content apple varieties phlorizin in pistil and pollen flavonol. *Veterinary, Zootechnics and Biotechnology*, 5: 52–58 (in Russian).
27. Pesenko Yu.A. 1974. O biotsenologicheskoy napravlenii v issledovaniyakh po ekologii opyleniya zoofilnykh rasteniy. [About the biocenological direction in research on the ecology of pollination of zoophilic plants]. *Zhurnal obshchey biologii*, 35 (4): 507–517.
28. Ponomarev A.N. 1970. O postanove i napravleniyakh antekologicheskikh issledovaniy [On the nature and directions of antecological research]. *Uchenyye zapiski Permskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya*, 206: 3–10.
29. Ponomarev A.N. 1969. Predmet i nekotoryye aspekty antekologii [The subject and aspects of antecology]. In: *Voprosy antekologii [Antecology issues]. Materials of Antecology Symposium. Perm, 26–30 May 1969. Leningrad, Publ. Nauka: 43–45.*
30. Radchenko V.G., Pesenko Yu.A. 1994. *Biology of Bees (Gymenoptera, Apoidea)*. Saint-Petersburg, St. Petersburg Printing House 1 VO "Nauka", 351 p. (in Russian)
31. Reimers N.F. 1994. *Ekologiya (teorii. zakony. pravila. printsipy i gipotezy) [Ecology (theories, laws, rules, principles and hypotheses)]*. Moscow, *Zhurnal "Rossiya Molodaya"*, 367 p.
32. Rosenberg G.S. 1991. K postroyeniyu sistemy kontseptsiy sovremennoy ekologii [Building a system of concepts for modern ecology]. *Obshchaya biologiya*, 52 (3): 422–440.
33. Skrebtsova N.D., Ivanov E.S., Drozdov V.B. 1996. *Ekologicheskiye i evolyutsionnyye aspekty vzaimodeystviya agrotsenozov lyutserny i medonosnykh pchel [Ecological and evolutionary aspects of interaction of agrocenoses of alfalfa and honeybees]*. Ryazan, Publ. VNIIMS, 102 p.
34. Tkachenko I.K., Dumacheva E.V., Babenkov V.L., Voronkina T.I. 2008. Problems and the tasks of autogamy in Lucerne. *Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural Sciences Series*, 3 (43): 60–68 (in Russian).
35. Fegri K., Peil L. 1982. *Osnovy ekologii opyleniya [Fundamentals of pollination ecology]*. Moscow, Publ. Mir, 379 p.
36. Khokhutkin I.M. 1998. The ecological dependence of ontogeny and phylogeny in mollusks. *Russian Journal of Ecology*, 4: 297–303 (in Russian).
37. Shemetkov M.F. 1983. *Ispolzovaniye pchel dlya opyleniya selskokhozyaystvennykh kultur. [Use of bees for pollination of agricultural crops]*. In: *Sovety pchelovodu [Tips for beekeepers]*. Minsk, Publ. Kolos: 14–185.
38. Astiz V., Iriarte L.A., Flemmer A., Hernandez L.F. 2011. Self-compatibility in modern hybrids of sunflower (*Helianthus annuus* L.) fruit set in open and self-pollinated (bag isolated) plants grown in two different locations. *Helia*, 34 (54): 129–138.
39. Cruden R.W. 1977. Pollen-ovule ratios: conservative indicator of breeding systems in flowering plants. *Evolution*, 31 (1): 32–46.
40. Cruden R.W. 2000. Pollen grains: why so many. *Plant Systematics and Evolution*, 222 (1): 143–165.
41. Dollo L. 1893. Les lois de l'evolution. *Bulletin De La Société Belge De Géologie*, 7: 164–166.
42. Pei N., Luo Z., Schlesman M.A., Zhang D. 2011. Synchronised protandry and hermaphroditism in a tropical secondary forest tree, *Schefflera heptaphylla* (Araliaceae). *Plant systematics and evolution*, 296: 29–39.

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Иванов Евгений Сергеевич**, профессор, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры географии, экологии и природопользования Рязанского государственного университета имени С.А. Есенина, Рязань, Россия

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Evgeniy S. Ivanov**, Professor, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Geography, Ecology and Nature Management of the Ryazan State University named after S.A. Yesenin, Ryazan, Russia



**Кочуров Борис Иванович**, профессор, доктор географических наук, ведущий научный сотрудник отдела физической географии и проблем природопользования Института географии РАН, Москва, Россия

**Муртазов Андрей Константинович**, доктор технических наук, доцент ВАК, профессор кафедры географии, экологии и природопользования Рязанского государственного университета имени С.А. Есенина, Рязань, Россия

**Бирюкова Елена Вадимовна**, кандидат географических наук, доцент кафедры географии, экологии и природопользования Рязанского государственного университета имени С.А. Есенина, Рязань, Россия

**Boris I. Kochurov**, Professor, Doctor of Geographical Sciences, Leading Researcher, Department of Physical Geography and Environmental Problems of the Institute of Geography RAS, Moscow, Russia

**Andrey K. Murtazov**, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor of the Higher Attestation Commission, Professor of the Department of Geography, Ecology and Environmental Management of the Ryazan State University named after S.A. Yesenin, Ryazan, Russia

**Elena V. Biryukova**, Candidate of Sciences in Geography, Associate Professor of the Department of Geography, Ecology and Nature Management of the Ryazan State University named after S.A. Yesenin, Ryazan, Russia



УДК 631.474

DOI 10.18413/2712-7443-2021-45-1-28-39

## Региональные аспекты проектирования красных книг почв (на примере Кировской области)

Прокашев А.М.<sup>1,2</sup>, Соболева Е.С.<sup>1</sup>, Варган И.А.<sup>1</sup>, Есипова Т.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Вятский государственный университет,

Россия, 610000, г. Киров, ул. Московская, д. 36

<sup>2</sup>Вятский государственный агротехнологический университет,

Россия, 610017, г. Киров, Октябрьский проспект, 133

E-mail: amprokashev@gmail.com

**Аннотация.** Проблемы охраны почвенного покрова в современный период носят многовекторную направленность. Рядом отечественных учёных в качестве одного из инструментов сбережения почвенного наследия обосновывается и реализуется идея создания красных книг почв, подобно аналогичным книгам растений и животных. Ввиду различия региональных условий и истории педогенеза, степени техногенного преобразования почвенного покрова России эта концепция нуждается в дальнейшем развитии с учётом специфики местных природных и социальных условий. Целью публикации является представление некоторых теоретико-методологических подходов общенаучного характера в их региональной интерпретации, актуальных для разработки красных книг почв. Выделены основные почвенные объекты в составе почвенного покрова Кировской области, отвечающие критериям зональных эталонов, редких, уникальных и исчезающих почв, перспективные для включения в данные природоохранные документы. В состав зональных эталонов включены подзолистые почвы средней тайги, дерново-подзолистые почвы южной тайги и серые (лесные) почвы смешанных лесов. Среди представителей раритетных почв первоочередное внимание уделено объектам с реликтовыми феноменами в виде остаточных – вторых гумусовых – и погребённых гумусовых горизонтов. В обеих группах в качестве основных рассматривались почвы, развитые на покровных суглинках – наиболее однородных и распространенных во всех подзонах региона материнских породах. Настоящие материалы могут представлять интерес для природоохранных служб в качестве руководящей научной информации по оптимизации региональных сетей охраняемых природных территорий за счёт включения в их состав новой – педогенной – категории объектов сбережения природного наследия в составе заказников, микро-заповедников, почвенных памятников природы.

**Ключевые слова:** эталонные почвы, редкие почвы, уникальные почвы востока лесной зоны европейской России, охрана почв.

**Для цитирования:** Прокашев А.М., Соболева Е.С., Варган И.А., Есипова Т.В. 2021. Региональные аспекты проектирования красных книг почв (на примере Кировской области). Региональные геосистемы, 45(1): 28–39. DOI: 10.18413/2712-7443-2021-45-1-28-39

---

## Regional aspects of the design of the Red Data Book of soils (on the example of the Kirov region)

Alexey M. Prokashev<sup>1,2</sup>, Elena S. Soboleva<sup>1</sup>, Igor A. Vartan<sup>1</sup>, Tatyana V. Esipova<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Vyatka State University,

36 Moskovskaya St., Kirov, 610000, Russia

<sup>2</sup>Vyatka State Agrotechnological University,

133 Oktyabrsky Ave., Kirov, 610017, Russia

E-mail: amprokashev@gmail.com

**Abstract.** The problems of soil cover protection in the modern period are multi-vector. A number of Russian scientists, as one of the tools for preserving the soil heritage, substantiate and implement the idea of creating red books of soils, similar to similar books of plants and animals. Due to the different regional conditions and the history of pedogenesis, the degree of technogenic transformation of the soil cover of Russia, this concept needs further development, taking into account the specifics of local natural and social conditions. The purpose of the publication is to present some theoretical and methodological approaches of a general scientific nature in their regional interpretation, relevant for the development of red soil books. The main soil objects in the pedosphere of the Kirov region that meet the criteria of zonal standards, rare, unique and endangered soils, and are promising for inclusion in these environmental documents are identified. The zonal standards include podzolic soils of the middle taiga, sod-podzolic soils of the southern taiga, and gray (forest) soils of mixed forests. Among the representatives of rare soils, priority attention is paid to objects with relict phenomena in the form of residual – second humus – and buried humus horizons. In both groups, the main soils were considered to be developed on the cover loam – the most homogeneous and widespread parent rocks in all subzones of the region. These materials may be of interest to the environmental services as a guiding scientific information on the optimization of regional networks of protected natural areas by including in their composition a new-pedogenic-category of objects of conservation of natural heritage as part of nature reserves, micro-reserves, soil monuments of nature.

**Keywords:** reference soils, rare soils, unique soils of the eastern forest zone of European Russia, soil protection

**For citation:** Prokashev A.M., Soboleva E.S. Vartan I.A., Esipova T.V., 2021. Regional aspects of the design of the Red Data Book of soils (on the example of the Kirov region). *Regional Geosystems*, 45(1): 28–39. DOI: 10.18413/2712-7443-2021-45-1-28-39

## Введение

Идея создания красных книг почв (ККП) вытекает из положения об уникальности и незаменимости почвенного покрова в силу выполнения им ряда важных биосферных функций. В числе таких функций – сохранение биоразнообразия, обеспечение биопродукционного процесса, поддержание стабильного газового режима атмосферы, химического состава природных вод и, в итоге, сохранение жизни на Земле [Добровольский, Никитин, 1990]. Вдохновителями этого движения, зародившегося в конце 1970-х гг., являются наши отечественные учёные Е.Д. Никитин, И.А. Крупеников, Г.В. Добровольский и др. [Крупеников, 1985; Никитин, Гирусов, 1993; Чернова, 1995; Климентьев и др., 1998; 2001; Ташнинова, 2000; Чернова, Матвеев, 2001; Красная книга почв ..., 2009; и др.]. Поначалу это движение носило неофициальный характер, поскольку в природоохранном законодательстве страны отсутствовала соответствующая нормативная база. Сдвигу ситуации в конструктивном направлении способствовало принятие Правительством РФ в 2002 г. ФЗ № 7 об охране окружающей среды, статья 62 которого гласит: «Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения почвы подлежат охране государством, и в целях их учёта и охраны учреждаются Красная книга почв Российской Федерации и красные книги почв субъектов Российской Федерации...» [Федеральный закон «Об охране окружающей среды»..., 2002]. Последнее послужило стимулом для активизации работ в указанном направлении силами энтузиастов ряда регионов страны и ближнего зарубежья [Добровольский и др., 2006; Апарин и др., 2007; Соловиченко и др., 2007; Еремченко и др., 2010; Александрова и др., 2012; Цытрон, Матыченкова, 2012; Халитов и др., 2013; Герасимова и др., 2014; Куксанов и др., 2014; Никитин и др., 2011; Никитин и др., 2014; Кулик и др., 2017; Ергина и др., 2018; Чернова, Безуглова, 2018; Богданова, Герасимова, 2019; и др.]. Инициаторами этих работ уделялось внимание обоснованию научных подходов к созданию ККП, определению таксономического ранга и списка почвенных объектов, нуждающихся в первоочеред-



ной охране. По предложению первого из авторов этой статьи в первое издание Красной книги почв России (2009) были включены паспортные данные о серии ценных почвенных объектов (ЦПО), выявленные в 80–90-х гг. XX в. на территории вятской земли.

Задачей настоящей публикации является выдвижение и обсуждение концептуальных подходов к созданию региональной ККП Кировской области, учитывающих общенаучные и региональные аспекты.

### **Объекты и методы исследования**

К настоящему времени нами собраны репрезентативные материалы о типичных и раритетных компонентах почвенного покрова (ПП) Кировской области, необходимые для постановки актуальной цели – обоснования необходимости создания красной книги почв. В число основных объектов включены зональные, аazonальные и интразональные представители почвенного покрова средне-, южнотаёжных и смешаннолесных ландшафтов востока европейской России, приуроченные к бассейнам рек Камы, Вятки и Северной Двины. Это почвы, во-первых, сформированные на наиболее широко распространённых в регионе и однородных по субстантивным свойствам и генезису материнских породах – почвенных бескарбонатных и карбонатных суглинках; во-вторых, соответствующие зональным условиям педогенеза – подзолистые, дерново-подзолистые, серые (лесные); в-третьих, имеющие признаки полигенеза в виде реликтовых вторых остаточных или погребенных гумусовых горизонтов и почвенных профилей, а также педо-литоседиментов. Они исследованы с применением комплекса стандартных и специальных методов физических, химических, физико-химических, биохимических, геохронологических методов почвенных исследований. В числе основных назовем следующие: гранулометрический состав – по Качинскому, валовой химический состав – по Аринушкиной, фракционно-групповой состав гумуса – по Кононовой и Бельчиковой, возраст гуминовых кислот – по радиоуглероду.

### **Результаты и их обсуждение**

Изложенные ниже взгляды опираются на опыт отечественных и зарубежных ученых и результаты собственных исследований авторов по сбору материалов о ЦПО Вятского края. Особое место среди этих ценных объектов занимают почвы с реликтовыми признаками, освещенные в серии публикаций [Прокашев и др., 2003; Прокашев, 2009; Goluyeva, Prokashev, 2020; Prokashev, Tyul'kin, 2020; и др.]. Обобщение имеющихся данных позволяет свести их в целостную концепцию по проблемам идеологии и теоретического обоснования ККП. В концепции предпринята попытка синтеза общенаучных представлений о месте почвы как компонента, занимающего фокусное положение в структуре геосистем, с учётом региональных особенностей истории палеогеографического развития, зональных и аazonальных факторов формирования почв.

Общенаучные подходы в их региональном преломлении имеют определяющее значение при разработке идеологии ККП любого территориального образования. К их числу, по нашему мнению, должны быть отнесены следующие принципиальные положения: феноменологический, равноценности компонентов, репрезентативности, зональный, аazonальный, катенарный, приоритетности целинных почвенных объектов, естественно-исторический, раритетности компонентов ПП.

Феноменологический принцип – признание в авторской трактовке важности любого компонента в составе педосферы, как и в составе природы в целом в качестве самобытного естественно-исторического тела, заслуживающего исследования и сохранения. Это было признано ещё В.В. Докучаевым на заре становления генетического почвоведения в положении об уникальности почв как четвертого царства природы наряду с растениями, животными, минералами. Во второй половине XX в. оно получило развитие в виде учения

о незаменимости ПП для выполнения ряда биосферных и антропосферных функций, включая сохранение жизни на Земле [Добровольский, Никитин, 1990].

Принцип равноценности компонентов ПП – относительная равнозначность представителей ПП, независимо от занимаемой площади ввиду возможной незаменимости в качестве экологической ниши для обитателей местных биомов, тесно связанных с почвами как средой их жизнедеятельности.

Принцип репрезентативности – включение в состав ККП основных представителей зональных, азональных и интразональных компонентов ПП, раскрывающих палитру местных почв, режимов и процессов педогенеза.

Приоритетность целинных почвенных объектов как единственных эталонных образцов естественного – девственного – ПП, служащих точкой отсчёта при оценке первичного состояния – морфологии, субстантивных свойств, функционирования, динамики, развития, эволюции местной педосферы – в условиях возможной техногенной трансформации почв. Одновременно они являются естественной средой обитания, воспроизводства и эволюции большинства видов флоры и фауны, включая микробиоту.

Зональный подход предусматривает обязательное включение в состав ККП фоновых представителей ПП. Применительно к территории Кировской области, расположенной в подзонах средней, южной тайги и смешанных лесов в качестве кандидатов в ККП должны фигурировать подзолистые, дерново-подзолистые и серые почвы на суглинисто-глинистых почвообразующих породах.

Региональный подход – учёт местных природных условий и особенностей ПП любого из субъектов РФ. Для Кировской области к их числу следует отнести: нахождение в трёх подзонах, неоднородность рельефа, разнообразие и пестрота материнских и подстилающих пород, принадлежность почв к подзолисто-серому, дерновому, торфяному, аллювиальному типам педогенеза, полигенетичность ПП и некоторые другие, о чём сказано далее.

Азональный (литогенный) подход является дополнением к зональному с избирательным выбором почвообразующих пород по двум взаимодополняющим критериям: а) типичности и однородности – для зональных эталонов; б) экзотичности или уникальности почвообразующих субстратов, на которых сформировались те или иные почвенные разновидности, интересные с научной и иных точек зрения. На вятской земле оптимальным вариантом почвообразующих пород для зональных почвенных эталонов являются покровные суглинки. Они известны во всех подзонах и большинстве геоморфологических позиций, при этом замечательны благодаря стабильным свойствам: однородность гранулометрического и химико-минералогического состава, сложения и т.п. К числу редких и уникальных почвообразующих пород можно отнести фосфоритоносные юрско-меловые отложения Вятско-Камского месторождения, а также исключительно редкие в регионе кремнистые посткарбонатные монтмориллонитовые глины – продукты выщелачивания известняков казанского яруса перми, обнаруженные авторами в районе Атарской луки.

Катенарный подход – сопряжённое представление типов и подтипов почв элювиального, полугидроморфного и гидроморфного рядов разных подзон, развитых на однородных почвообразующих породах. Это позволяет в сравнительном аспекте полнее раскрыть почвенно-географические закономерности функционирования почв и латерального вещественно-энергетического обмена между ними.

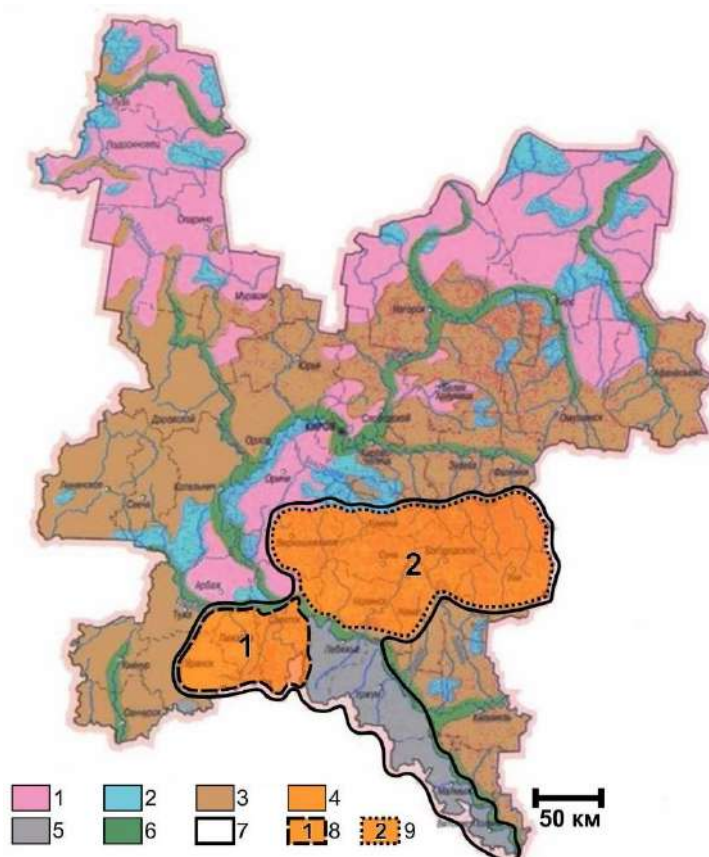
Естественно-исторический подход – выбор объектов с учётом региональной истории развития ПП в послеледниковые и/или более ранние этапы эволюции природы. Для вятской земли этот подход имеет особое значение в силу положения её южной и центральной частей вблизи бореального экотона европейской России, на контакте таёжных и лесостепных биомов. На весьма динамичном – постледниковом этапе развития – в предбореальную, бореальную, атлантическую, суббореальную и субатлантическую стадии го-



лоцена оно вызвало существенные изменения климата и миграцию ландшафтных зон [Прокашев и др., 2003; Прокашев, 2009]. Важным следствием этого оказалось формирование ряда типов почв с чёткими морфологическими и аналитически фиксируемыми признаками полигенеза в виде реликтовых – остаточных и погребённых – гумусовых горизонтов и т.п. Таковы в частности, почвы с т.н. вторыми гумусовыми горизонтами (ВГГ), широко известные ныне на правах рода в составе нескольких фоновых типов почв водораздельных, а также долинных ландшафтов на различных почвообразующих породах.

Принцип раритетности компонентов тесно связан с вышеизложенным подходом. Его суть заключается в ранжировании почв с учётом их научной ценности, биосферной роли, продуктивности, угрозы деградации и исчезновения тех или иных таксонов. Данный принцип касается практически всех почв с полигенетическим профилем Вятского края, а также интенсивно эксплуатируемых почв серого лесного типа.

В свете изложенного можно выделить следующие группы кандидатов в региональную ККП: I. Эталонные почвы: а) основные эталоны; б) локальные эталоны; в) эталонные комплексы. II. Редкие почвы: а) уникальные; б) редкие на территории РФ; в) редкие на территории области; г) исчезающие почвы (см. рисунок и таблицу).



Карта-схема почв Кировской области. Условные обозначения:

- 1 – подзолистые почвы и подзолы, 2 – торфяные и торфяно-подзолисто-глеевые,
- 3 – дерново-подзолистые, 4 – дерново-подзолистые, в том числе со вторым гумусовым горизонтом (ВГГ), 5 – серые (лесные), в том числе с ВГГ,
- 6 – аллювиальные (пойменные), 7 – ареалы почв с ВГГ,
- 8 – Ярано-Немдинская равнина, 9 – Чепецко-Кильмезское междуречье

The map-scheme of soils of the Kirov region. Symbols:

- 1 – podzolic soils and podzols, 2 – peat and peat-podzolic-gley,
- 3 – sod-podzolic, 4 – sod-podzolic, including the second humus horizon (SHH), 5 – gray (forest), including SHH,
- 6 – alluvial (floodplain), 7 – soil areas with SHH, 8 – Yarano-Nemda plain,
- 9 – Chepetsk-Kilmez interfluve.

Примерный перечень объектов для Красной книги почв Вятского края  
Approximate list of objects for the Red Data Book of Soils of the Vyatka Region

Группы почв	Критерии выделения	Объекты	Районы
I. Эталонные почвы			
Основные эталоны	Целинные зональные почвы на широко распространенных породах	Подзолистые почвы на покровных бескарбонатных суглинках	Подосиновский (ГПЗ «Былина»), Мурашинский
		Дерново-подзолистые почвы на покровных бескарбонатных (и карбонатных) суглинках	Куменский, Советский, Яранский
		Серые и темно-серые почвы на покровных бескарбонатных и карбонатных суглинках	Малмыжский, Вятскополянский
Локальные литогенные эталоны	Целинные (зональные) почвы на специфических породах: моренные суглинки, двучленные отложения, элювий глин, фосфоритоносные отложения, посткарбонатные кремнистые монтмориллонитовые глины	Подзолистые и дерново-подзолистые почвы на моренных бескарбонатных суглинках	Подосиновский (ГПЗ «Былина»), Юрьянский
		Дерново-подзолистые почвы на элювии пермских глин	Слободской, Кирово-Чепецкий
		Дерново-подзолистые почвы на покровных суглинках, подстилаемых элювием песчаников	Уржумский район (ГПЗ «Бушковский лес»)
		Дерново-подзолы на элювии пермских песчаников	Слободской, Кирово-Чепецкий
		Подзолы и дерново-подзолы на элювии пермских песчаников, подстилаемых элювием пермских глин или мергелем глинистым	Котельничский (урочище Жуковляне), Юрьянский
		Подзолы и дерново-подзолы на водно-ледниковых песчаных отложениях, подстилаемых мореными суглинками или элювием пермских глин	Подосиновский (ГПЗ «Былина»), Юрьянский
Локальные гидрогенные эталоны	Целинные (зональные) переувлажненные почвы	Торфяные олиготрофные и эутрофные почвы на двучленных (песчано-глинистых) и глинистых отложениях	Подосиновский (ГПЗ «Былина»), Кильмезский
		Торфяные эутрофные почвы на двучленных (песчано-глинистых) и глинистых отложениях	Кильмезский
		Торфяно-подзолы на древнем аллювии, подстилаемом коренными пермскими глинистыми и карбонатно-глинистыми отложениями	Слободской (Известковый Завод – Боровица), Нолинский (урочище Высокий бор)
		Дерновые (темногумусовые) и серые оглеенные почвы на покровных суглинках	Малмыжский, Пижанский



Окончание таблицы

Группы почв	Критерии выделения	Объекты	Районы
Эталонные комплексы (сочетания)	Комбинации почв, обусловленные мезо-рельефом	Подзолистые + подзолистые глееватые + торфяно-подзолистые + торфяные мезотрофные + торфяные эутрофные почвы на песчано-глинистых отложениях различного генезиса	Подосиновский (ГПЗ «Былина»),
		Серые + темно-серые + темно-серые оглеенные почвы на покровных суглинках	Малмыжский, Вятскополянский
<b>II. Редкие почвы</b>			
Уникальные	Исключительная редкость, сложная история развития	Рендзины и дерново-карбонатные почвы с реликтовыми остаточными (вторыми гумусовыми) горизонтами на элювии пермских глинисто-карбонатных отложений	Вятскополянский (окрестности д. Верхние Изиверки)
		Подзолы с погребенным профилем дерново-подзола (с реликтовым гумусовым горизонтом) на древнеаллювиальных эоловых песчаных отложениях	Нолинский (Белаевский бор)
Редкие для РФ	Сложная история развития, при особом сочетании факторов педогенеза	Серые почвы с реликтовыми остаточными гумусовыми горизонтами на элювии пермских карбонатно-глинистых отложений	Вятскополянский
		Серые почвы с реликтовыми остаточными и погребенными гумусовыми горизонтами на древнеаллювиальных суглинистых отложениях	Малмыжский (долина р. Гоньбинка)
Редкие для Вятского края	Сложная история развития	Дерново-подзолистые почвы с реликтовыми остаточными гумусовыми горизонтами на покровных бескарбонатных (и карбонатных) суглинках	Куменский, Советский, Пижанский, Яранский
		Дерновые (темногумусовые) оглеенные почвы на покровных бескарбонатных (и карбонатных) суглинках	Пижанский, Яранский
		Серые почвы с реликтовыми остаточными гумусовыми горизонтами на покровных бескарбонатных (и карбонатных) суглинках	Советский, Лебяжский, Уржумский, Малмыжский
		Торфяные эутрофные на дерново-подзолах оглеенных	Слободской р-н (окр. д. Чирки)
Исчезающие	Деградирующие под влиянием естественных и антропогенных факторов	Дерново-подзолистые, дерновые оглеенные, серые, в том числе оглеенные почвы с реликтовыми остаточными гумусовыми горизонтами на покровных бескарбонатных (и карбонатных) суглинках	Южная группа районов Кировской области
<b>III. Посттехногенные почвы</b>			
Постагрогенные	Возвращающиеся к целинному состоянию под влиянием ценодинамических сукцессий	Пост-агродерново-подзолистые почвы на моренных и покровных суглинках	Лузский, Подосиновский (ГПЗ «Былина»)

К числу основных эталонов предлагается отнести зональные типы и подтипы почв – подзолистые, дерново-подзолистые, серые, – сформированные в плакорных условиях под целинными или условно коренными лесами на покровных суглинках, известные в соответствующих подзонах области. Однако при движении в южном направлении возникают трудности с подбором целинных геосистем ввиду высокой степени агрогенной трансформации земель. Другим затруднением является частичное сохранение в профиле дерново-подзолистых и серых почв следов былых эпох педогенеза в виде ВГГ, т.е. реликтов бореально-атлантического времени послеледниковья. Под вторичными лесами дерново-подзолистые почвы, по существу, нередко представляют собой дериваты наиболее элювирированных разностей почв с ВГГ.

Критериями выделения локальных – местных – эталонов являются особенности литологии почвообразующих пород, рельефа, гидротермического режима или исторического развития. На территории вятской земли в качестве таковых могут быть избраны почвы, развитые на моренных суглинках, элювии пермских коренных пород или на двучленных отложениях (пески на глинах и наоборот). Они достаточно распространены в средне-, южноатаёжных и, отчасти, смешанно-лесных ландшафтах нашей области.

В качестве зональных эталонных комплексов с комбинациями почв, обусловленными мезо- и микрорельефом, представляют интерес плоско-волнистые плато южного правобережья Вятки. Здесь вдоль склонов можно выделить почвенные серии: серые – серые тёмногумусовые – серые тёмногумусовые глееватые – серые тёмногумусовые глеевые почвы.

К категории эталонов редких почв принято относить те, которые формируются на малораспространенных почвообразующих породах, в необычных гидротермических условиях, характеризуются сложной историей развития, запечатлённой во внешнем облике и свойствах почв. С позиции естественно-исторического подхода, отражающего сложную историю формирования почвенного покрова Вятского края в послеледниковье, в данную категорию следует включить, прежде всего, почвы с ВГГ и с погребёнными гумусовыми горизонтами (ПГГ). Эти полигенетичные почвы являются одновременно редкими, уникальными, и/или исчезающими, поскольку представляют собой реликты более ранних стадий голоцена. Их следы сохранились до наших дней в морфологии, свойствах минеральной и органической фазы. Подобные раритетные педообъекты исследованы нами в составе серии типов и подтипов почв южной половины Кировской области. Они выявлены преимущественно среди ареалов междуречных – дерново-подзолистые, гумусово-глеевые, серые, серые оглеенные, дерново-карбонатные – и, в меньшей степени, долинных ландшафтов – палеоаллювиальные и др. Среди них наиболее характерны почвы с остаточными от более ранних эпох педогенеза ВГГ, лежащими на уровне современных приповерхностных – гумусово-аккумулятивных AU(B)[hh], аккумулятивно-элювиальных AEL[hh] или, реже, срединных – иллювиально-текстурных B[hh] – горизонтов. Независимо от глубины залегания – от 15–50 до 100–120 см – ВГГ обнаруживают близкий (около 5–8 тыс. лет и более) возраст гуминовых кислот (ГК) в составе органического вещества (ОВ), соответствующий раннему и среднему голоцену. Данные почвы с бинарным профилем образовались в ходе временного смещения к северу природных зон, при ином сочетании факторов педогенеза, более соответствующем бывшим лесостепным обстановкам.

Начиная со второй половины голоцена, они вступили в фазу аккумулятивно-элювиального почвообразования вслед за возвратной миграцией природных зон и экспансией бореальных ландшафтов к югу. В результате спровоцированных ими процессов деградации органической (и минеральной фазы) следы раннеголоценовой аккумулятивной стадии педогенеза отчасти сохранились во внешнем облике и субстантивных свойствах почв: остаточные тёмноцветные вторые гумусовые горизонты, древний возраст, гуматно-кальциевый состав ОВ ВГГ и другие маркеры былой интенсивной био-аккумулятивной



стадии почвогенеза. При сохранении сложившейся около 5 тыс. лет назад направленности спонтанной эволюции можно ожидать полное стирание с почвенной карты области почв с ВГГ в ближней или отдалённой перспективе. Сказанным объясняется актуальность первоочередного включения упомянутых полигенетических почв в ККП. Их наличие в нашем крае проливает свет не только на историю развития почвенно-растительного покрова, климата и ландшафтов в целом на хроносрезе поздне- и послеледниковые (12–0 тыс. лет назад), но и имеет весомый прогностический потенциал для предсказания сценариев будущего состояния педосферы и ландшафтов вятской земли.

Научная ценность почв с бинарным гумусовым профилем ещё более возрастает ввиду обнаружения авторами серых остаточных-карбонатных почв с ВГГ и, особенно, инзитных палеокарбонатных педореликтов, гипотетически обоснованных ранее [Караваяева и др., 1986], но фактически неизвестных в составе педосферы до наших исследований на правом берегу бассейна нижней Вятки. Аналогичный интерес в качестве кандидатов в ККП региона представляют дерново-подзолистые почвы с ВГГ, развитые на проблематичных валунно-суглинистых наносах Чепецко-Кильмезской возвышенности (окрестности дер. Медвежена). Не меньшую ценность имеют серые почвы с ВГГ и ПГГ на надпойменных террасах р. Гоньбинка в Малмыжском районе. Последние могут служить примером педогенных памятников природы, доступных для непосредственного визуального научно-познавательного знакомства с ценным природным наследием Вятского края.

### Заключение

Из изложенного выше очевиден вывод об уникальности почвенного покрова бассейна средней и нижней Вятки, сильно преобразованного в ходе земледельческого освоения. В агроландшафтах большая часть почв с реликтовыми феноменами находится на грани уничтожения из-за выпаживания реликтовых гумусовых горизонтов и сопутствующей водной эрозии. Необходимо срочное сбережение для науки, биосферы и общества дошедшего до наших дней бесценного – педогенного – природного наследия вятской земли. Первыми шагами в этом направлении должны стать работы по созданию красных книг почв, организации почвенных заказников и мини-заповедников с эталонными зональными, редкими и уникальными почвами. Идеология ККП включает в себе большую эвристическую составляющую, поскольку работа над ней служит дополнительным импульсом для более углубленного познания почв, структур почвенного покрова, педобиомов и почвенных режимов любой территории, выявления новых научных фактов и закономерностей почвогенеза. Рассмотренные материалы могут представлять большой интерес для региональных природоохранных служб Кировской области и смежных субъектов РФ в качестве научного обоснования при проектировании и развитии местных сетей ОПТ.

*Авторы выражают благодарность коллективу лаборатории палеогеографии и геохронологии четвертичного периода факультета географии и геоэкологии СПбГУ за помощь в определении возраста гумуса почв с реликтовыми феноменами.*

### Список источников

1. Александрова А.Б., Бережнов Н.А., Григорян Б.Р., Иванов Д.В., Кулагина В.И. 2012. Красная книга почв Республики Татарстан. Казань, Фолиант, 192 с.
2. Апарин Б.Ф., Касаткина Г.А., Матинян Н.М., Сухачева Е.Ю. 2007. Красная книга почв Ленинградской области. СПб., Аэроплан, 320 с.
3. Кулик К.Н., Кретинин В.М., Рулёв А.С., Шишкунов В.М. 2017. Красная книга почв Волгоградской области. Волгоград, 224 с.
4. Никитин Е.Д., Гирусов Э.В. 1993. Шагреневая кожа Земли: биосфера – почва – человек. М., Наука, 357 с.

5. Об охране окружающей среды : Федеральный закон от 10.01.2002 года № 7-ФЗ. СПС КонсультантПлюс. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_34823/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/) (дата обращения 10.02.2021).

6. Соловиченко В.Д., Лукин С.В., Лисецкий Ф.Н., Голусов П.В. 2007. Красная книга почв Белгородской области. Белгород, Изд-во БелГУ, 190 с.

7. Чернова О.В., Матвеев Ю.М. 2001. Методические основы создания региональных Красных книг почв. Заповедное дело : науч.-метод. записки комиссии по заповедному делу. М., 8: 60–73.

### Список литературы

1. Богданова М.Д., Герасимова М.И. 2019. Почвенные карты в новом экологическом атласе России. Почвоведение, 12: 1454–1470. DOI: 10.1134/S0032180X19120025

2. Герасимова М.И., Богданова М.Д., Никитин Е.Д. 2014. Географо-генетические аспекты «Красной книги почв России». Вестник Московского университета. Серия 17. Почвоведение, 2: 3–8.

3. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. 1990. Функции почв в биосфере и экосистемах (экологическое значение почв). М., Наука, 261 с.

4. Добровольский Г.В., Чернова О.В., Семенов О.В., Богатырев Л.Г. 2006. Принципы выбора эталонных объектов при создании Красной книги почв России. Почвоведение, 4: 387–395.

5. Ергина Е.И., Горбунов Р.В., Щербина А.Д. 2018. Почвенные эталоны и редкие почвы равнинного Крыма. Симферополь, Ариал, 167 с.

6. Еремченко О.З., Филькин Т.Г., Шестаков И.Е. 2010. Редкие и исчезающие почвы Пермского края. Пермь, 93 с.

7. Караваева Н.А., Черкинский А.Е., Горячкин С.В. 1986. Понятие «второй гумусовый горизонт»: опыт генетико-эволюционной систематизации. В кн.: Успехи почвоведения. Советские почвоведы к XIII Международному конгрессу почвоведов, 167–173.

8. Климентьев А.И., Чибилев А.А., Блохин Е.В., Грошев И.В. 1998. Красная книга почв и система особо охраняемых почвенных ареалов степени Южного Урала. Почвоведение, 3: 347–358.

9. Климентьев А.И., Чибилев А.А., Блохин Е.В., Грошев И.В. 2001. Красная книга почв Оренбургской области. Оренбург, Институт степи УрО РАН, 296 с.

10. Красная книга почв России: объекты Красной книги и кадастра особо ценных почв. 2009. Под ред. Добровольского Г.В., Никитина Е.Д. М., МАКС Пресс, 576 с.

11. Крупеников И.А. 1985. Сохраним и приумножим (рассказы об охране почв). Кишинев, Картя молдовеняскэ, 136 с.

12. Куксанов В.Ф., Климентьев А.И., Куксанова Е.В. 2014. Особая охрана почв Оренбургской области. Вестник Оренбургского государственного университета, 1 (162): 112–117.

13. Никитин Е.Д., Скворцова Е.Б., Сабодина Е.П. 2014. Красная книга почв Евразии: Россия и сопредельные страны. Почвоведение, 3: 375–382. DOI: 10.7868/S0032180X14030071

14. Никитин Е.Д., Щеглов Д.И., Сабодина Е.П. 2011. Интегральная Красная книга почв экономического района страны и ее социальное и экологическое значение. Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация, 1: 100–104.

15. Прокашев А.М. 2009. Генезис и эволюция почв бассейна Вятки и Камы (по палеопочвенным данным). Киров, Изд-во ВятГГУ, 386 с.

16. Прокашев А.М., Жуйкова И.А., Пахомов М.М. 2003. История развития почвенно-растительного покрова Вятско-Камского края в послеледниковье. Киров, Вятский государственный гуманитарный университет, 143 с.

17. Ташнинова Л.Н. 2000. Красная Книга почв и экосистем Калмыкии. Элиста, Джангар, 216 с.

18. Халитов Р.М., Сулейманов Р.Р., Абакумов Е.В. 2013. О создании Красной книги почв Республики Башкортостан. Известия Самарского научного центра Российской академии наук, 15 (3-2): 874–876.

19. Цытрон Г.С., Матыченкова О.В. 2012. Почва как объект охраны природных комплексов Беларуси. Почвоведение и агрохимия, 2: 34–40.

20. Чернова О.В. 1995. Проект Красной книги почв России. Почвоведение, 4: 514–519.



21. Чернова О.В., Безуглова О.С. 2018. Принципы и особенности создания Красных книг почв степных регионов (на примере Ростовской области). *Аридные экосистемы*, 24 (1(74)): 40–51.
22. Golyeva A.A., Prokashev A.M. 2020. Geocological trends of natural and anthropogenic transformation of soils of Vyatka Ridge in the Holocene. *IOP Conference series Earth and Environmental Science*, 579 (1): 012037. DOI: 10.1088/1755-1315/579/1/012037.
23. Prokashev A.M., Tyul'kin A.V. 2020. General scientific and regional conceptual approaches to compilation of Red Data Books of Soils. *IOP Conference series Earth and Environmental Science*. 579 (1): 012073. DOI: 10.1088/1755-1315/579/1/012073.

### References

1. Bogdanova M.D., Gerasimova M.I. 2019. Soil maps in the new ecological Atlas of Russia. *Eurasian Soil Science*, 12: 1454–1470. DOI: 10.1134/S0032180X19120025 (in Russian)
2. Gerasimova M.I., Bogdanova M.D., Nikitin E.D. 2014. Geographic and pedogenetic aspects of the Red Book of Russian soils. *Moscow University Soil Science Bulletin*, 2: 3–8 (in Russian).
3. Dobrovolsky G.V., Nikitin E.D. 1990. *Funkcii pochv v biosfere i v ekosistemakh*. [Functions of soils in the biosphere and ecosystems (ecological significance of soils)]. Moscow, Publ. Nauka, 261 p.
4. Dobrovolskii G.V., Chernova O.V., Semenyuk O.V., Bogatyrev L.G. 2006. Principles of selecting reference soils for the Red Data Book of Russian Soils. *Eurasian Soil Science*, 4: 387–395 (in Russian).
5. Yergina E.I., Gorbunov R.V., Shcherbina A.D. 2018. *Pochvennie etaloni I redkie pochvi ravninnogo Krima* [Soil standards and rare soils of the plain Crimea]. Simferopol, Publ. Arial, 167 p.
6. Eremchenko O.Z., Filkin T.G., Shestakov I.E. 2010. *Redkie i ischezayushshie pochvi Permskogo kraj* [Rare and disappearing soils of the Perm Region]. Perm, 93 p.
7. Karavaeva N.A., Cherkinsky A.E., Goryachkin S.V. 1986. *Ponyatie "Vtoroi gumusovii gorizont": opit genetiko-evoljucionnoi sistematizacii* [The concept of "the second humus horizon": the experience of genetic and evolutionary systematization]. *Uspekhi pochvovedeniya. Sovetskiye pochvovedy k XIII Mezhdunarodnomu kongressu pochvovedov*, 167–173.
8. Klimentyev A.I., Chibilev A.A., Blokhin E.V., Groshev I.V. 1998. *Krasnaja kniga pochv Orenburgskoj oblasti* [Red Data Book of soils and the system of specially protected soil areas of the South Ural region]. *Eurasian Soil Science*, 3: 347–358.
9. Klimentev A.I., Chibilev A.A., Blokhin E.V., Groshev I.V. 2001. *The Red Book of Soils of the Orenburg region*. Orenburg, Institute of the Steppe of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 296 p. (in Russian)
10. *Krasnaya kniga pochv Rossii: ob"ekty Krasnoi knigi i kadastra osobo tsennykh pochv*. [Red Book of soils of Russia: objects of the Red Data Book and cadastre of especially valuable soils]. Ed. Dobrovolsky G. V., Nikitin E. D. 2009. Moscow, MAKS Press, 576 p. (in Russian)
11. Krupennikov I.A. 1985. *Sohranim i priumnozhim (rasskazi ob ohrane pochv)* [To Preserve and increase (stories about the conservation of soil)]. Kishinev, Kartya moldovenyaske, 136 p.
12. Kuksanov V.F., Clementyev A.I., Kuksanova E.V. 2014. Special protection of soils of Orenburg region: scientific and legal aspects. *Vestnik of the Orenburg State University*, 1 (162): 112–117 (in Russian).
13. Nikitin E.D., Sabodina E.P., Skvortsova E.B. 2014. Red Data Book of Eurasian Soils: Russia and contiguous countries. *Eurasian Soil Science*, 3: 375–382. DOI: 10.7868/S0032180X14030071 (in Russian)
14. Nikitin E.D., Shcheglov D.I., Sabodina E.P. 2011. The Integrated Red Book of economic region of the country both its social and ecological value. *Proceedings of Voronezh State University. Series: Chemistry. Biology. Pharmacy*, 1: 100–104. (in Russian)
15. Prokashev A.M. 2009. *Genesis i evoljucija pochv bassejna Vyatki i Kami* [Genesis and evolution of soils in the Vyatka and Kama basins (based on paleosol data)]. Kirov, Vyatggu Publishing House, 386 p.
16. Prokashev A.M., Zhuikova I.A., Pakhomov M.M. 2003. *Istoriya razvitiij pochvenno-rastitelnogo pokrova Vyatsko-Kamskogo kraja v poslednikovje* [History of the development of the soil and vegetation cover of the Vyatka-Kama Region in the post-glacial period]. Kirov, Vyatskiy gosudarstvennyy gumanitarnyy universitet, 143 p.



17. Tashninova L.N. 2000. The Red Book of soils and ecosystems of Kalmykia. Elista, Djangar, 216 p. (in Russian)
18. Halitov R.M., Suleimanov R.R., Abakumov E.V. 2013. About the creation of Bashkortostan Republic Red Book of soils. Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 15 (3-2): 874–76 (in Russian).
19. Tsitron G.S., Matychenkova O.V. 2012. Soil in the protected areas of Belarus. Soil science and Agrochemistry, 2: 34–40 (in Russian).
20. Chernova O.V. 1995. Proekt Krasnoj knigi pochv Rossii [Draft Red Data Book of soils of Russia. Pochvovedenie, 4: 514–519.
21. Chernova O.V., Bezuglova O.S. 2018. Principles and features of the compilation of the Red Data books of soils of the steppe regions (on example of the Rostov oblast). Arid ecosystems, 24 (1(74)): 40–51 (in Russian).
22. Golyeva A.A., Prokashev A.M. 2020. Geoecological trends of natural and anthropogenic transformation of soils of Vyatka Ridge in the Holocene. IOP Conference series Earth and Environmental Science, 579 (1): 012037. DOI: 10. 1088/1755-1315/579/1/012037.
23. Prokashev A.M., Tyul'kin A.V. 2020. General scientific and regional conceptual approaches to compilation of Red Data Books of Soils. IOP Conference series Earth and Environmental Science. 579 (1): 012073. DOI: 10. 1088/1755-1315/579/1/012073.

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Прокашев Алексей Михайлович**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры географии и методики обучения географии Вятского государственного университета, г. Киров, Россия

**Есипова Татьяна Владимировна**, аспирант кафедры географии и методики обучения географии Вятского государственного университета, г. Киров, Россия

**Вартан Игорь Александрович**, аспирант/ассистент кафедры географии и методики обучения географии Вятского государственного университета, г. Киров, Россия

**Соболева Елена Сергеевна**, аспирант кафедры географии и методики обучения географии Вятского государственного университета, г. Киров, Россия

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Alexey M. Prokashev**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Geography and Methods of Teaching Geography, Vyatka State University, Kirov, Russia

**Tatyana V. Esipova**, Post-graduate student of the Department of Geography and Methods of Teaching Geography, Vyatka State University, Kirov, Russia

**Igor A. Vartan**, Postgraduate student / assistant of the Department of Geography and Methods of Teaching Geography, Vyatka State University, Kirov, Russia

**Elena S. Soboleva**, Post-graduate student of the Department of Geography and Methods of Teaching Geography, Vyatka State University, Kirov, Russia





УДК 504.062.4\*504.53.062.4  
DOI 10.18413/2712-7443-2021-45-1-40-50

## Особенности воспроизводства почв на залежах в различных физико-географических условиях Белгородской области

**Малышев А.В.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение  
«Центр агрохимической службы «Белгородский»  
Россия, 308027, г. Белгород, ул. Щорса, д. 8  
E-mail: sashmal2010@yandex.ru

**Аннотация.** В статье рассматривается изменение свойств залежных черноземов на территории Ракитянского и Ровеньского районов Белгородской области, деградированных в результате антропогенной деятельности. Эти два района были выбраны для сравнения, т.к. находятся в разных физико-географических и почвенно-географических условиях и отличаются по климату, рельефу, эрозионному потенциалу. На объектах исследования в каждом районе было заложено по 7 разрезов. Для каждого разреза отобраны образцы почв новообразованного (АUrа), нижележащего горизонта (PU) и близлежащей пашни со сходными почвенными ситуациями, выполнено подробное описание почвенного профиля. Были описаны морфологические признаки почвенных горизонтов и подгоризонтов, а также посредством полевых методов установлены показатели их физических свойств. Исследованы физико-химические свойства изучаемых объектов. Было выявлено, что для всех исследуемых объектов восстановленный горизонт отличается от подпахотного и сравниваемой пашни в лучшую сторону практически по всем исследованным физико-химическим свойствам. Установлены зависимости некоторых физико-химических свойств от территориального расположения объектов. Например, для таких показателей как содержание гумуса, ёмкость катионного обмена, рН, соотношение содержания углерода и азота (C/N) принадлежность разрезов к восточной или западной части области играет значительную роль и влияет на показатели. Для гидролизуемого и валового азота, лабильного гумуса, показателей фосфора и калия заметных различий не наблюдается. Таким образом, данное исследование подтверждает возможность использования естественных механизмов воспроизводства почвы применимо к территории лесостепной и степной зон Белгородской области.

**Ключевые слова:** естественное воспроизводство почв, залежи, лесостепные черноземы, степные чернозёмы, физико-химические свойства почв.

**Благодарности:** исследования проведены при финансовой поддержке РФФ, проект №20-67-46017.

**Для цитирования:** Малышев А.В. 2021. Особенности воспроизводства почв на залежах в различных физико-географических условиях Белгородской области. Региональные геосистемы, 45(1): 40–50. DOI: 10.18413/2712-7443-2021-45-1-40-50

---

## Peculiar properties of soil reproduction on fallow lands in various physical and geographical conditions of the belgorod region

**Alexander V. Malyshev**

FSBI «Agrochemical Service Center «Belgorodsky»  
8 Schorsa St, Belgorod, 308027, Russia  
E-mail: sashmal2010@yandex.ru

**Abstract.** The article examines the change in the properties of fallow chernozems on the territory of the Rakityansky and Rovensky districts of the Belgorod region, degraded as a result of anthropogenic

activity. These two areas chosen for comparison, because they are located in different physical-geographical and soil-geographical conditions and differ in climate, relief, and erosion potential. At the objects of study in each area, 7 soil profiles were laid. For each section, soil samples were taken from the newly formed (Aupa), underlying horizon (PU), and nearby arable land with similar soil situations, and a detailed description of the soil profile was performed. The morphological features of soil horizons and subhorizons were described, and also indicators of their physical properties were established using field methods. The physical and chemical properties of the objects under study investigated. It found that for all the objects under study, the restored horizon differs from the subsurface and compared arable land in large values of almost all physicochemical properties. Dependences of some physical and chemical properties on the territorial location of objects established. For example, for such indicators as the humus content, the cation exchange capacity, the degree of acidity (pH), the ratio of carbon and nitrogen content (C/N), the belonging of the sections to the eastern or western part of the region plays a significant role and affects the indicators. For hydrolyzable and bulk nitrogen, labile humus, phosphorus and potassium, no noticeable differences are observed. Thus, this study confirms the possibility of using natural mechanisms of soil reproduction applicable to the territory of the forest-steppe and steppe zones of the Belgorod region.

**Keywords:** natural reproduction of soils, abandoned lands, forest-steppe chernozems, steppe chernozems, physical and chemical properties of soils.

**Acknowledgments:** This work was funded by the Russian Science Foundation, project no. 20–67–46017.

**For citation:** Malyshev A.V. 2021. Peculiar properties of soil reproduction on fallow lands in various physical and geographical conditions of the belgorod region. *Regional Geosystems*, 45(1): 40–50. DOI: 10.18413/2712-7443-2021-45-1-40-50

---

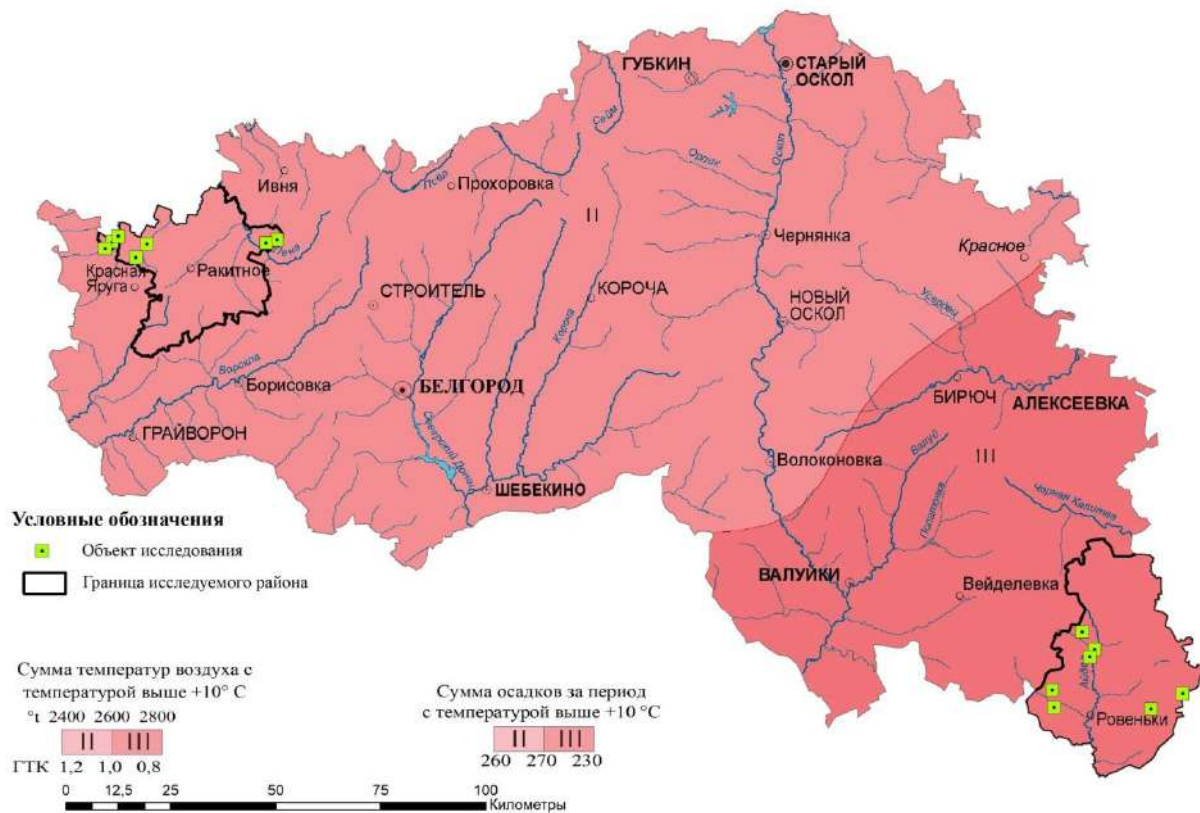
## Введение

Территория Белгородской области (БО) может служить примером широкого распространения процессов деградации почвенных ресурсов в Центрально-Черноземном регионе. Общая площадь нарушенных земель почти втрое превосходит площадь земель особо охраняемых природных территорий. Площадь эродированных земель составляет 53,6 % общей площади Белгородской области, из них слабосмытые почвы – 940 тыс. га (34,6 %), среднесмытые – 332,6 тыс. га (12,6 %), сильносмытые – 154,2 тыс. га (5,6 %), развеваемые 26,6 тыс. га (0,9 %) [Географический атлас..., 2018]. По некоторым данным [Уваров, Соловichenko, 2010], площадь эродированных земель в области существенно увеличилась за последние десятилетия. Таким образом, антропогенно деградированные земли (постпромышленные и эродированные) в области составляют не менее 3 % ее территории, что превышает долю земель, например, занятых населенными пунктами.

Согласно исследованиям [Лебедева и др., 2016], область относится к двум агроклиматическим районам: второму и третьему. Их расположение можно увидеть на карте (см. рисунок). Второй агроклиматический район характеризуется суммой осадков за период 1981–2010 гг. с температурой выше +10 °C от 260 до 280 мм, третий – от 230 до 260 мм. Сумма температур воздуха с температурой выше +10 °C за тот же период составляет 2600–2800 °C для второго агроклиматического района,  $\geq 2800$  °C для третьего. Гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК) во втором агроклиматическом районе колеблется от 1 до 1,2, в третьем районе – от 0,8 до 1 [Lebedeva et al., 2016; 2019].

На территории Белгородской области традиционно выделяется степная зона, однако такие авторы, как Мильков Ф.Н. [Физико-географическое..., 1961] и Лисецкий Ф.Н. [Природные ресурсы..., 2005] считают, что степной зоны в области нет – есть типичная и южная лесостепь. Степные же условия можно уверенно идентифицировать только по почвенно-географическому районированию (граница зон проходит по реке Тихая Сосна), но почвы отражают ситуацию прошлых климатических условий голоцена,

а не современное состояние климата. Ввиду интенсивной агрогенной нагрузки на почвенные ресурсы БО различия между лесостепью и степью области стали проявляться меньше [Тишков и др., 2020].



Агроклиматические районы и расположение объектов исследования на территории Ракитянского и Ровеньского районов Белгородской области, по данным [Лебедева и др., 2016; Географический атлас..., 2018]  
Agroclimatic regions and location of research objects on the territory of the Rakityansky and Rovensky districts of the Belgorod region, according to [Лебедева и др., 2016; Географический атлас..., 2018]

Восточная и юго-восточная части области характеризуются наибольшей опасностью деградации почв и концентрацией эрозионно-опасных земель [Тютюнов, 2004]. В восточных районах области (Красногвардейский, Красненский, Алексеевский, Ровеньский и Валуйский) эродированные почвы занимают 60–73 % площади [Географический атлас..., 2018]. В качестве примера степной части области (III агроклиматический район), мы выбрали Ровеньский район, рельеф которого характеризуется повышенной эрозионной опасностью. В большинстве своем тип местности района склоновый; территории с уклоном от 0° до 2° составляют около 30 % от всей площади, с уклоном от 2° до 3° – не больше 29 %, от 3° до 5° – до 21 %, а свыше 5° – примерно 20 %. На территории района в большей степени распространены черноземы обыкновенные, на втором месте по распространенности расположены карбонатные и солонцеватые в сочетании с остаточнокорбонатными на мелу [Географический атлас..., 2018].

В западной части области отмечен более низкий уровень деградации почв – 27–40 % смыва площади почв [Географический атлас..., 2018]. Западные районы (Ракитянский, Краснояружский, Грайворонский, Борисовский, Ивнянский) характеризуются относительно ровным рельефом, потому как сельскохозяйственные угодья занимают в большинстве своем территории с крутизной склонов не выше 2°. Здесь преимущественно рас-

пространены несмытые и слабосмытые почвы [Тютюнов, 2004]. Однако наше предыдущее исследование показало [Малышев, Голеусов, 2019б], что и западные районы Белгородской области содержат эрозионно-опасные земли. Данные территории также подвержены эрозионным процессам. По выполненным расчетам, на западные районы приходится около 7 % всех эрозионно-опасных земель области [Малышев, Голеусов, 2019б]. Ракитянский район будет рассматриваться как представитель лесостепной части области (II агроклиматический район). Как и вся Белгородская область в целом, данный район характеризуется недостатком земель с высокой степенью естественной защищенности (лесных, занятых естественной травянистой растительностью и др.), чрезмерной распаханностью, что приводит к низкой экологической стабильности его территории.

Эти два района были выбраны для сравнения, т.к. находятся в разных природных зонах: лесостепь и степь и отличаются рельефом, водным режимом, климатическими условиями, эрозионным потенциалом и подтипами чернозёмов.

### Объекты и методы исследования

Объектами исследования являются залежные черноземы Ракитянского и Ровеньского районов Белгородской области, деградированные в результате длительной распашки, эрозионных процессов и антропогенной деятельности, и впоследствии выведенные из сельскохозяйственного оборота.

На объектах исследования в Ракитянском районе было заложено 7 разрезов, в Ровеньском – также 7 разрезов. Расположение объектов исследования отражено на рисунке.

Для каждого разреза отобраны образцы почв новообразованного горизонта (AU<sub>a</sub>), нижележащего пахотного горизонта (PU), выполнено подробное описание почвенного профиля. Схема описания и отбора образцов была следующей: возле каждого разреза регенерационной почвы отбирался образец почвы с близлежащей пашни со сходной почвенной ситуацией (одинаковый тип почвы, материнская порода, экспозиция и степень эродированности).

Нами были выбраны разновозрастные залежи, чтобы пронаблюдать динамику регенерационных процессов. Все разрезы были разделены на 4 возрастные группы: 1) до 10 лет; 2) от 10 до 30 лет; 3) от 40 до 80 лет; 4) более 80 лет. Этот принцип деления позволяет отследить изменения почвенных показателей на залежи и пашне, с учётом распространения подобных ситуаций в регионе.

В почвенно-генетическом отношении все объекты исследования являются агрочернозёмами с дифференцированными показателями степени эродированности. Тип почв: выщелоченные (глинисто-иллювиальные), типичные (миграционно-мицелярные) и обыкновенные (миграционно-сегрегационные) чернозёмы. До 2004 года эти типы почв считались разными подтипами чернозёмов [Классификация..., 1977], в новой классификации [Шишов и др., 2004] они выделены в разные типы почв. Материнская порода всех объектов – лессовидные суглинки, сходная степень эродированности (средне- и сильносмытые почвы).

Были описаны морфологические признаки почвенных горизонтов и подгоризонтов: определена их структура, мощность, цвет, распределение корней и следов деятельности землероев, новообразований, включений, а также характер перехода одного горизонта в другой. Также посредством полевых методов установлены показатели для таких физических свойств, как гранулометрический состав почвы и её влажность. С помощью качественной реакции на наличие карбонатов (реакция с 10-процентным раствором соляной кислоты) определена глубина «вскипания» почвы – степень выщелоченности профиля от карбонатов [Коньк, Шахова, 2013].

В дальнейшем был проведен химический анализ отобранных образцов почвы в Центре агрохимической службы «Белгородский».



Материалы: картографические данные о распространении эродированных почв на территории Ровеньского и Ракитянского районов Белгородской области (почвенные карты, полученные на основе сплошного почвенно-эрозионного обследования 2 цикла); космические снимки ресурсов Google, Яндекс; данные полевых исследований.

Методы исследования: геоинформационные технологии (использование программы ArcGIS 10.5); методы полевого почвенного обследования; методы лабораторных исследований почв.

### Результаты и их обсуждение

В результате вывода агрочернозёмов из сельскохозяйственного оборота на месте агроценозов появляются постагрогенные фитоценозы, отличающиеся не только составом, но и структурой растительности. Постагрогенные сукцессии оказывают положительное влияние на микробиологические, физические, химические и морфологические свойства новообразованного горизонта почвы [Сорокина, Рыбакова, 2012].

Формирование постагрогенного гумусового горизонта выступает основным показателем протекания регенерационных процессов в залежных почвах. В залежном режиме новообразованные горизонты накладываются на эродированный профиль почв. В свою очередь, новообразованный гумусовый горизонт формируется из почвенного материала (PU) [Lisetskii et al., 2016].

В результате проведения данного исследования было установлено, что в почвах залежей в режиме естественного воспроизводства почв был сформирован новообразованный (постагрогенный) гумусовый горизонт (AUра) мощностью от 6 до 18 см (см. таблицу).

Фактические значения почвенных показателей постагрогенных почв и пашни  
Actual values of soil indicators of postagrogenic soils and arable land

Название разреза (возраст залежи)	Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	Лабильный гумус, %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг	K <sub>2</sub> O, мг/кг	pH <sub>вод</sub>	pH <sub>сол</sub>	Валовый азот, %	ЕКО, мг·экв/100 г почвы	Азот гидрол., мг/кг	C <sub>общ</sub> /N <sub>общ</sub>
<b>Ровеньский район</b>												
16Айд1 (5-6 лет)	AУра	8	4,2	0,079	163	161	7,2	6,1	0,204	45,2	154	11,94
	PU	8–20	3,4	0,06	60	84	7,7	6,5	0,164	54,4	126	12,03
16Айд1 (пашня)		0–25	3,6	0,03	29	348	7,9	7	0,19	36	147	10,99
17Кли (более 25 лет)	AУра	12	4,2	0,062	526	110	6,9	6	0,19	44,4	154	12,82
	PU	12–21	3,1	0,026	476	95	7,2	6,1	0,13	43,2	119	13,83
17Кли (пашня)		0–25	3,2	0,036	34	408	7,7	6,8	0,18	35,6	150	10,31
16Лоз1 (около 25 лет)	AУра	10	4,5	0,019	30	220	7,9	6,7	0,235	49	161	11,11
	PU	10–24	3,8	0,012	14	211	8,2	7	0,19	47	126	11,72
16Лоз1 (пашня)		0–25	4,0	0,016	15	332	8	6,9	0,21	33,6	140	11,05
20Лоз2 (около 30 лет)	AУра	10	4,7	0,032	8	322	8	7,1	0,25	37,8	161	10,90
	PU	10–25	3,4	0,019	5	212	8,2	7,1	0,16	29,4	140	12,33
20Лоз2 (пашня)		0–25	4	0,016	23	274	8	7,1	0,31	34	140	7,48
20Айд1 (более 30 лет)	AУра	13	4,7	0,017	6	279	7,8	6,9	0,24	45,4	165	11,36
	PU	13–25	3,8	0,015	6	235	8,1	7	0,15	51,3	131	14,69
20Айд1 (пашня)		0–25	3,6	0,018	17	276	8	6,9	0,19	37	140	10,99



Окончание таблицы

Название разре- за (возраст зале- жи)	Гори- зонт	Глу- бина, см	Гу- мус, %	Ла- биль- ный гумус, %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг	K <sub>2</sub> O, мг/кг	pH <sub>вод</sub>	pH <sub>сол</sub>	Вало- вый азот, %	ЕКО, мг·экв/ 100 г почвы	Азот гид- рол., мг/кг	C <sub>общ</sub> / N <sub>общ</sub>
<b>Ровеньский район</b>												
17Прис (около 30 лет)	AУра	10	4,1	0,067	152	100	6,8	5,9	0,11	25	143	21,62
	PU	10–21	2,8	0,016	140	67	7,2	6,3	0,07	24,8	70	23,20
17Прис (пашня)		0–25	3,3	0,026	16	354	8	7,1	0,10	26,8	133	19,14
<b>Ракитянский район</b>												
20Др1 (более 77 лет)	AУра	18	6,2	0,131	33	318	7,1	6	0,38	38,9	203	9,46
	PU	18–24	3,6	0,041	27	191	7,4	6,3	0,21	48,7	148	9,94
20Др1 (пашня)		0–25	5,3	0,039	79	97	7,2	6,2	0,32	55,2	168	9,61
20Доб1 (12 лет)	AУра	8	4	0,04	7	268	8,2	7,2	0,22	28,4	140	10,55
	PU	8–25	2,8	0,02	6	197	8,2	7,2	0,12	29,8	126	13,53
20Доб2 (28 лет)	AУра	14	3,4	0,04	11	119	6,8	5,8	0,2	37,2	140	9,86
	PU	14–24	2,9	0,15	5	249	7,7	6,8	0,17	41	126	9,89
20Доб2 и 20Доб1 (пашня)		0–25	3,4	0,04	68	88	6,5	5,5	0,2	32,4	140	9,86
20Мел2 (около 20 лет)	AУра	9,5	6,2	0,16	14	135	6,3	5,4	0,38	33,6	203	9,46
	PU	9,5–28	4,9	0,14	10	91	6,2	5	0,27	29,6	161	10,53
20Мел1 (около 30 лет)	AУра	13	4,8	0,21	10	224	6,1	5	0,28	24	161	9,94
	PU	13–26	3,8	0,14	10	84	5,6	4,6	0,22	22	140	10,02
20Мел1 и 20Мел2 (паш- ня)		0–25	4,4	0,12	44	128	6	5	0,28	30	154	9,12
18РАК2-1 (30 лет)	AУра	12	4,1	0,048	11	178	8,5	7,2	0,27	27,4	146	8,81
	PU	12–19	3,0	0,017	14	171	8,1	7,1	0,15	26,2	105	11,60
18РАК2-1 (пашня)		0–25	3,6	0,016	84	125	6,3	5,4	0,21	25,5	115	9,94
20Свят1 (более 30 лет)	AУра	13	5,6	0,19	119	378	6,4	5,5	0,34	32,4	182	9,55
	PU	13–24	3,5	0,09	43	256	6,5	5,6	0,19	29,6	140	10,69
20Свят1 (паш- ня)		0–25	5,5	0,04	65	367	7,7	6,8	0,35	36,4	175	9,12
18Бон1-1 (бо- лее 75 лет)	AУра	17,5	4,4	0,08	19	169	7,1	6,1	0,27	39,8	158	9,45
	PU	17,5– 29	1,6	0,015	7	118	6,5	5,4	0,12	26,1	69	7,73
18Бон1-1 (паш- ня)		0–25	2,5	0,051	18	116	6	4,9	0,12	24	112	12,08



Стоит отметить, что формирование гумусового горизонта – это нелинейный процесс, и каждый из исследованных объектов находится на своем этапе развития, но общая тенденция связана с ростом гумусового горизонта с течением времени.

Для молодых залежей скорость формирования гумусового горизонта является максимальной и составляет в среднем около 70 мм за 10 лет. Для возрастов залежей от 10 до 30 лет гумусовый горизонт продолжает расти, но скорость его формирования сильно замедляется и к 30 годам мощность регенерационного слоя может составлять около 105 мм (в сравнении с первыми 10 годами скорость упала в 4 раза). Рассматривая 30–80-летние залежи в сравнении с 10-летними, также следует отметить замедление воспроизводства гумусового горизонта (почти в 20 раз). Таким образом, за 80 лет может быть сформирован постагрогенный горизонт мощностью до 180 мм [Малышев, Голеусов, 2019а].

Для Ракитянского и Ровеньского района формирование гумусового горизонта для одних и тех же групп возрастов находится в одном тренде и вписывается в рамки предыдущих исследований [Малышев, Голеусов, 2019а].

Для всех исследуемых объектов регенерационный горизонт отличается от подпахотного и сравниваемой пашни лучшим состоянием практически всех физико-химических свойств.

Одним из основных показателей плодородия почв выступает содержание гумуса в постагрогенном горизонте [Долгополова, Широких, 2016; Пигорев и др., 2017]. Улучшение гумусового состояния положительно сказывается на водно-физических свойствах почв [Ерёмин, 2017]. Исследование фракционного состава позволяет идентифицировать почвенно-генетические специфики образования гумуса и играет немаловажную роль в оценке плодородия почв [Завьялова и др., 2018]. В качестве аналитических показателей степени преобразования материала пахотных горизонтов использованы содержание гумуса (по Тюрину в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26213-93)) и общего азота (по Кьельдалю), в качестве расчётного – соотношение содержания углерода и азота (C/N). Для всех образцов гумуса в новообразованном горизонте больше, чем в нижележащем и пашне, что также говорит о позитивном развитии постагрогенного горизонта. Залежи возрастом до 10 лет и возрастные залежи (около 70 лет) степного района отличаются большими показателями содержания гумуса в сравнении с лесостепью. В восточной части области процесс гумусонакопления идет быстрее, чем в западной (см. таблицу), несмотря на то что почвенные ситуации рассматриваемых объектов схожи (20Доб1, 16Айд1). В 13 объектах из 14 соотношение C/N для постагрогенного горизонта более узкое по отношению к нижележащему. При сравнении АУра с пашней в большинстве разрезов C/N шире. Эта ситуация наблюдается практически на всей территории Белгородской области, вместе с тем значения показателя C/N на западе шире, чем на востоке.

Показатели содержания фосфора и калия также указывают на различия между новообразованным горизонтом, погребённым и фоновой пашней. Практически для всех разрезов в горизонте АУра содержание макроэлементов больше, чем в РУ и в сравниваемой пашне, что также свидетельствует о естественном производстве плодородия почв.

Общая направленность изменения показателей степени кислотности такова, что с возрастом почвы становятся более щелочными. В целом, в любом возрасте залежи в постагрогенном горизонте рН сопоставимы с нижележащим пахотным горизонтом. Однако стоит отметить, что для Ракитянского района показатели рН восстановленного горизонта в любом возрасте залежи выше, чем на пашне. Это подтверждает и тенденцию подкисления пашни, и тот факт, что перевод «кислых» земель в залежи этому препятствует. В Ровеньском районе отмечена противоположная ситуация – на пашне показатели рН больше в сравнении с залежью (АУра). Это может быть связано с тем, что с запада на восток континентальность климата возрастает, количество осадков уменьшается. Поэтому промывной режим на пашне в Ракитянском районе более сильный, чем в восточной части области. В

то же время подтягивание карбонатов на востоке области идет быстрее, т.к. профиль почвы менее мощный, чем на западе области, почва прогревается сильнее и без культуры она находится дольше, поскольку урожай убирается раньше, в сравнении с западной частью области. Стоит отметить, что на залежах показатели степени кислотности для запада и востока области сопоставимы.

Рассматривая динамику лабильного гумуса, можно отметить, что, несмотря на неоднородность данных, в восстановленном горизонте (AU<sub>ра</sub>) содержание лабильного гумуса выше относительно нижележащего горизонта (PU). С возрастом идет увеличение содержания лабильного гумуса в почвах залежи в сравнении с пашней. Аккумуляция лабильных форм гумуса сказывается положительно на плодородии исследуемых почв, чем доказывает эффективность данного способа восстановления деградированных почв. Лабильный гумус активно участвует в питании растений и формировании водопрочной структуры, служит поставщиком энергии микроорганизмам. Данный показатель также играет защитную роль для консервативного органического вещества. В полной мере содержание лабильного гумуса в почве влияет на них лишь в агрономическом отношении. Так, слабая насыщенность почвы лабильными формами гумуса означает, что почва выпаханная, характеризуется ухудшением структурного состояния и питательного режима [Кирюшин, 1996; Ганжара, 2001].

Практически во всех образцах содержание доли валового азота выше в постагрогенном горизонте относительно нижележащего и пашни, что свидетельствует о естественном воспроизводстве данного показателя плодородия в регенерированных почвах.

Ёмкость катионного обмена (ЕКО) – достаточно консервативный показатель почвы. Для пашни этот показатель с возрастом изменяется не сильно и, в принципе, соответствует показателям в целом по Белгородской области. В большинстве случаев в восстановленном горизонте ЕКО больше, чем в нижележащем. Для востока Белгородской области ёмкость катионного обмена для всех возрастов выше в сравнении с данными западной части. Это объясняется тем, что почвы Ровеньского района преимущественно степные и они окарбонаты. Т.к. обменный кальций входит в состав ёмкости катионного обмена, этот показатель выше, чем в Ракитянском районе. ЕКО влияет на образование водопрочной агрономически ценной зернисто-комковатой структуры почвы, благоприятно сказываясь на ее агрофизических свойствах. Общая тенденция показывает, что с возрастом ЕКО увеличивается.

Заметных различий между показателями гидролизуемого азота постагрогенных почв Ракитянского и Ровеньского районов не наблюдается. Можно отметить тенденцию роста данного показателя с возрастом: практически для всех образцов в восстановленном горизонте гидролизуемого азота больше, чем в нижележащем и пашне. Исследования показали, что легкогидролизуемый азот в постагрогенных почвах является одним из важнейших индикаторов воспроизводства почвы на залежи после гумуса. Его содержание в почве обусловлено в первую очередь содержанием гумуса и общего азота [Пискунов, 2004].

### Заключение

Исследования естественного воспроизводства почв показали позитивные тренды по улучшению физико-химических и морфологических свойств почв как в лесостепной, так и в степной зонах области. Основные показатели плодородия восстанавливаются практически одинаково в степной и лесостепной зонах (гидролизуемый и валовый азот, лабильный гумус, содержание подвижных форм фосфора и калия). Однако для некоторых почвенных свойств прослеживаются территориальные различия даже в пределах области (содержание гумуса, ёмкость катионного обмена, степень кислотности, соотношение содержания углерода и азота).





Наше исследование подтверждает, что использование естественных механизмов воспроизводства почвы перспективно на территории как лесостепной, так и степной зоны Белгородской области. Для глубоко нарушенных сельскохозяйственных ландшафтов степного региона экосистемы, возникающие на залежах, по многим своим функциям и предоставляемым экологическим услугам становятся временной заменой давно уничтоженным степям. Они в масштабах ландшафта обеспечивают предохранение склонов от эрозии, восстановление физико-химических свойств (в частности содержания гумуса) и структуры почв.

Таким образом, систему естественного воспроизводства почв можно применять как на западе, так и на востоке БО с учетом того, что для некоторых показателей плодородия результаты могут незначительно различаться. Это связано с физико-географическими различиями условий воспроизводства почв.

### Список использованных источников

1. Ганжара Н.Ф. 2001. Почвоведение. М., Агроконсалт, 392 с.
2. Географический атлас Белгородской области: природа, общество, хозяйство. 2018. Отв. ред. А.Г. Корнилов, А.Н. Петин, Ю.Г. Чендев, В.И. Петина. Белгород, КОНСТАНТА, 200 с.
3. Кирюшин В.И. 1996. Экологические основы земледелия. М., Колос, 365 с.
4. Конык О.А., Шахова Т.В. 2013. Контроль качества грунтов. Электронный ресурс. URL: <http://lib.sfi.komi.com> (дата обращения: 18 января 2021).
5. Пискунов А.С. 2004. Методы агрохимических исследований. М., КолосС, 312 с.
6. Лисецкий Ф.Н., Пересадько В.А., Лукин С.В., Петин А.Н. 2005. Природные ресурсы и экологическое состояние Белгородской области: атлас. Белгород, Белгородский государственный университет, 180 с.

### Список литературы

1. Долгополова Н.В., Широких Е.В. 2016. Изменение запаса органического вещества чернозема типичного в зависимости от вида, эродированности и местоположения угодий. Региональный вестник, 1: 27–31.
2. Егоров В.В., Фридланд В.М., Иванова Е.Н., Розов Н.Н., Носин В.А., Фриев Т.А. 1977. Классификация и диагностика почв СССР. М., Колос, 221 с.
3. Ерёмин Д.И. 2017. Роль илистой фракции и гумуса в формировании наименьшей влагоемкости пахотных черноземов. Вестник Омского государственного аграрного университета, 4 (28): 19–25.
4. Завьялова Н.Е., Фомин Д.С., Тетерлев И.С. 2018. Фракционно-групповой состав гумуса дерново-подзолистой почвы при различном землепользовании. Аграрная наука Евро-Северо-Востока, 4 (65): 82–86. DOI: 10.30766/2072-9081.2018.65.4.82-86
5. Лебедева М.Г., Крымская О.В., Чендев Ю.Г. 2016. Агроклиматические ресурсы Белгородской области в начале XXI века. Достижения науки и техники АПК, 30 (10): 71–76.
6. Малышев А.В., Голушов П.В. 2019. Естественное воспроизводство агрогенно нарушенных почв Центрально-чернозёмного региона. Экология и развитие общества. 2019, 2 (29): 47–55.
7. Малышев А.В., Голушов П.В. 2019. Критическое значение фактора рельефа и эрозионная опасность агроландшафтов Белгородской области. Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки, 43 (1): 63–75. DOI: 10.18413/2075-4671-2019-43-1-63-75
8. Пигорев И.Я., Долгополова Н.В., Батраченко Е.А., Широких Е.В. 2017. Роль естественных и антропогенных факторов на состояние чернозема выщелоченного в адаптивно-ландшафтном земледелии ЦЧЗ. Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии, 1: 2–5.
9. Сорокина О.А., Рыбакова А.Н. 2012. Почвенно-экологический подход при оценке возможности использования залежей в различных стадиях сукцессий. Вестник Красноярского государственного аграрного университета, 5 (68): 134–140.

10. Тишков А.А., Белоновская Е.А., Золотухин Н.И., Титова С.В., Царевская Н.Г., Чендев Ю.Г. 2020. Сохранившиеся участки степей как основа будущего экологического каркаса Белгородской области. *Аридные системы*, 26 (1(82)): 43–53. DOI: 10.24411/1993-3916-2020-10082
11. Тютюнов С.И., Соловиченко В.Д., Татаринцев Р.Ю. 2004. Агроэкология почв Белгородской области. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*, 3 (3): 23–24.
12. Уваров Г.И., Соловиченко В.Д. 2010. Деградация и охрана почв Белгородской области. Белгород, Отчий край, 180 с.
13. Физико-географическое районирование Центральных черноземных областей. 1961. Ред. Ф.Н. Мильков. Воронеж, Изд-во Воронежского университета, 261 с.
14. Шишов Л.Л., Тонконогов В.Д., Лебедева И.И., Герасимова М.И. 2004. Классификация и диагностика почв России. Смоленск, Ойкумена, 341 с.
15. Lebedeva M.G., Krymskaya O.V., Lupo A.R., Chendev Yu.G., Petin A.N., Solovyev A.B. 2016. Trends in summer season climate for Eastern Europe and Southern Russia in the early 21st century. *Advances in Meteorology*, 2016: 1–10. doi: 10.1155/2016/5035086.
16. Lebedeva M.G., Lupo A.R., Chendev Y.G., Krymskaya O.V., Solovyev A.B. 2019. Changes in the atmospheric circulation conditions and climatic characteristics in two remote regions since the mid-20th century. *Atmosphere*, 10 (1): 11. doi: 10.3390/atmos10010011.
17. Lisetskii F.N., Stolba V.F., Goleusov P.V. 2016. Modeling of the Evolution of Steppe Chernozems and Development of the Method of Pedogenetic Chronology. *Eurasian Soil Science*, 49 (8): 846–858. DOI: 10.1134/S1064229316080056.

## References

1. Dolgopolova N.V., Shirokikh E.V. 2016. Izmenenie zapasa organicheskogo veshchestva chernozema tipichnogo v zavisimosti ot vida, erodirovannosti i mestopolozheniya ugodiy [Change in the stock of organic matter of typical chernozem depending on the species, erosion and location of the land]. *Regional'nyy vestnik*, 1: 27–31.
2. Egorov V.V., Fridland V.M., Ivanova E.N., Rozov N.N., Nosin V.A., Friev T.A. 1977. Klassifikatsiya i diagnostika pochv SSSR [Classification and diagnostics of soils in the USSR]. Moscow, Publ. Kolos, 221 p.
3. Eryomin D.I. 2017. The role of clay fraction and humus in the formation of the field moisture capacity of arable chernozems. *State Agrarian University of the Northern Trans-Urals*, 4 (28): 19–25 (in Russian).
4. Zavyalova N.E., Fomin D.S., Teterlev I.S. 2018. Fractional and group humus composition of the sod-podzolic soils under different land use. *Agricultural Science Euro-North-East*, 4 (65): 82–86. DOI: 10.30766/2072-9081.2018.65.4.82-86 (in Russian)
5. Lebedeva M.G., Krymskaya O.V., Chendev Yu.G. 2016. Agroclimatic Resources of Belgorod Region at the Beginning of the 21st Century. *Achievements of Science and Technology of AIC*, 30 (10): 71–76 (in Russian).
6. Malyshev A.V., Goleusov P.V. 2019. Natural reproduction of agrogenically disturbed soils in fallow lands of the Central black soil region. *Ecology and development of society*, 2 (29): 47–55 (in Russian).
7. Malyshev A.V., Goleusov P.V. 2019. Landscape Features Distribution Critical Values of the Relief Factor on the Territory of Belgorod Region. *Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural Sciences Series*, 43 (1): 63–75. DOI: 10.18413/2075-4671-2019-43-1-63-75 (in Russian)
8. Pigorev I.Ya., Dolgopolova N.V., Batrachenko E.A., Shirokikh E.V. 2017. Rol' estestvennykh i antropogennykh faktorov na sostoyanie chernozema vyshchelochennogo v adaptivno-landshaftnom zemledelii TsChZ [The role of natural and anthropogenic factors on the state of leached chernozem in adaptive-landscape agriculture of the CCR]. *Vestnik Kurskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii*, 1: 2–5.
9. Sorokina O.A., Rybakova A.N. 2012. Soil and ecological approach in the process of estimating the possibility to use deposits in various succession stages. *Bulletin of KrasSAU*, 5 (68): 134–140 (in Russian).



10. Tishkov A.A., Belonovskaya E.A., Titova S.V., Tsarevskaya N.G., Chendev Y.G., Zolotukhin N.I. 2020. Preserved sections of steppes as the basis for the future ecological framework of Belgorod oblast. *Arid Ecosystems*, 10 (1): 36–43. DOI: 10.24411/1993-3916-2020-10082 (in Russian)
11. Tyutyunov S.I., Solovichenko V.D., Tatarincev R.Yu. 2004. Agroecology of soils of the Belgorod region. *News of Orenburg state agrarian University*, 3 (3): 23–24 (in Russian).
12. Uvarov G.I., Solovchenko V.D. 2010. Degradatsiya i okhrana pochv Belgorodskoy oblasti [Degradation and soil protection of the Belgorod region]. Belgorod, Publ. Otchij kraj, 180 p.
13. Fiziko-geograficheskoe rayonirovanie Tsentral'nykh chernozemnykh oblastey [Physical and geographical zoning of the Central chernozem regions]. 1961. Red. F.N. Mil'kov. Voronezh, Publishing house Voronezhskogo universiteta, 261 p.
14. Shishov L.L., Tonkonogov V.D., Lebedeva I.I., Gerasimova M.I. 2004. Klassifikatsiya i diagnostika pochv Rossii [Classification and diagnostics of soils in Russia]. Smolensk, Oykumena, 341 p.
15. Lebedeva M.G., Krymskaya O.V., Lupo A.R., Chendev Yu.G., Petin A.N., Solovyev A.B. 2016. Trends in summer season climate for Eastern Europe and Southern Russia in the early 21st century. *Advances in Meteorology*, 2016: 1–10. doi: 10.1155/2016/5035086.
16. Lebedeva M.G., Lupo A.R., Chendev Y.G., Krymskaya O.V., Solovyev A.B. 2019. Changes in the atmospheric circulation conditions and climatic characteristics in two remote regions since the mid-20th century. *Atmosphere*, 10 (1): 11. doi: 10.3390/atmos10010011.
17. Lisetskii F.N., Stolba V.F., Goleusov P.V. 2016. Modeling of the Evolution of Steppe Chernozems and Development of the Method of Pedogenetic Chronology. *Eurasian Soil Science*, 49 (8): 846–858. DOI: 10.1134/S1064229316080056.

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

**Мальшев Александр Валерьевич**, инженер-программист ФГБУ «Центр агрохимической службы «Белгородский», Белгород, Россия

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

**Alexander V. Malyshev**, software engineer, Agrochemical Service Center «Belgorodsky», Belgorod, Russia



УДК 911.3:613.16

DOI 10.18413/2712-7443-2021-45-1-51-62

## **Районирование территории Северо-Казахстанской области по степени потенциальной опасности проявления природно-очаговых заболеваний**

**Мажитова Г.З., Пашков С.В.**

Северо-Казахстанский университет им. М. Козыбаева  
Республика Казахстан, 150000, г. Петропавловск, ул. Пушкина, 86  
E-mail: mazhitova\_gulnur@mail.ru, sergp2001@mail.ru

**Аннотация.** Зоонозные инфекционные заболевания (природно-очагового характера) представляют серьезную угрозу здоровью и санитарно-эпидемиологическому благополучию населения. Стойкость природных очагов, непрогнозируемое и даже непредсказуемое возрастание их активности, обуславливают рост заболеваемости среди людей, обостряя медико-экологическую ситуацию в отдельных регионах и странах в целом. Несмотря на достигнутые ранее результаты изучения ландшафтно-географических и социально-экономических условий территории Северо-Казахстанской области (СКО) и их влияния на комфортность проживания с медико-географической точки зрения, комплексные репрезентативные медико-географические исследования природно-очаговых заболеваний на территории региона не проводились. Целью данного исследования является изучение особенностей пространственно-временного проявления природно-очаговых заболеваний на территории СКО. В результате исследования были выявлены природные предпосылки проявления природно-очаговых болезней на территории региона, основные тенденции в развитии зоонозных инфекционных заболеваний на территории СКО, выделены территории с повышенным (Кызылжарский, Айыртауский районы, г. Петропавловск) и пониженным (Акжарский, Уалихановский районы) риском проявления. Полученные результаты вносят практический вклад в развитие медицинской географии Казахстана, электронная база данных ГИС может быть включена в систему медико-экологического мониторинга природно-очаговых болезней на территории СКО.

**Ключевые слова:** медико-экологическая ситуация, нозогеографическое районирование, природно-очаговые болезни, Северо-Казахстанская область, эпизоотическая ситуация, эпидемическая ситуация.

**Для цитирования:** Мажитова Г.З., Пашков С.В. 2021. Районирование территории Северо-Казахстанской области по степени потенциальной опасности проявления природно-очаговых заболеваний. Региональные геосистемы, 45(1): 51–62. DOI: 10.18413/2712-7443-2021-45-1-51-62

---

## **Zoning of the territory of the North Kazakhstan region according to the degree of potential danger of natural focal diseases**

**Gul'nur Z. Mazhitova, Sergey V. Pashkov**

North Kazakhstan University named after M. Kozybayev  
86 Pushkin St., Petropavlovsk, 150000, Republic of Kazakhstan  
E-mail: mazhitova\_gulnur@mail.ru, sergp2001@mail.ru

**Abstract.** Zoonotic infectious diseases (of a natural-focal nature) pose a serious threat to the health and sanitary and epidemiological well-being of the population. The persistence of natural foci, the unpredictable and even unpredictable increase in their activity, lead to an increase in the incidence among



people, aggravating the medical and environmental situation in certain regions and countries as a whole. Despite the previously achieved results of studying the landscape-geographical and socio-economic conditions of the territory of the North Kazakhstan region (NKR) and their impact on the comfort of living from a medical and geographical point of view, comprehensive representative medical and geographical studies of natural focal diseases in the region were not conducted. The purpose of this research is studying the features of the spatial and temporal manifestation of natural focal diseases in the territory of the NKR. As a result of the research, the natural prerequisites for the manifestation of natural focal diseases in the region and the main trends in the development of zoonotic infectious diseases in the territory of the North Kazakhstan region were identified, also territories with an increased (Kyzylzharskij, Ajyrtauskij districts, Petropavlovsk) and with a reduced (Akzhaskij, Ualikhanovskij districts) risk of manifestation were determined. The obtained results make a practical contribution to the development of the medical geography of Kazakhstan, the electronic GIS database can be included in the system of medical and environmental monitoring of natural focal diseases in the territory of the NKR.

**Keywords:** medical-ecological situation, nosogeographical zoning, natural focal diseases, North Kazakhstan region, epizootic situation, epidemic situation.

**For citation:** Mazhitova G.Z., Pashkov S.V. 2021. Zoning of the territory of the North Kazakhstan region according to the degree of potential danger of natural focal diseases. *Regional Geosystems*, 45(1): 51–62. DOI: 10.18413/2712-7443-2021-45-1-51-62

---

## Введение

Изучение природно-очаговых болезней, выявление предпосылок их возникновения и распространения с целью своевременного предупреждения и предотвращения распространения остается важнейшей научно-практической задачей прикладных медико-географических исследований [Прохоров, Рященко, 2012]. Теория природной очаговости болезней, сформулированная академиком Е.Н. Павловским и впервые озвученная им в 1939 г. на Общем заседании АН СССР в докладе «О природной очаговости инфекционных и паразитарных болезней», по сей день занимает одно из центральных мест в медицинской географии и предполагает, что возбудители ряда болезней появились и существуют в природной среде под влиянием основных факторов эволюции, являясь естественными компонентами экосистем [Павловский, 1946]. Заболевания природно-очагового характера представляют серьезную угрозу здоровью и санитарно-эпидемиологическому благополучию населения. Стойкость природных очагов, периодическое, иногда непрогнозируемое и даже непредсказуемое возрастание их активности обуславливает рост заболеваемости среди людей, обостряя медико-экологическую ситуацию в отдельных регионах и странах в целом. Негативное влияние природно-очаговых болезней на человека определяется не только временной потерей трудоспособности в период заболевания. Нередко они служат своеобразным фактором для формирования других болезней с длительным клиническим течением, возможными осложнениями и нарушениями. Некоторые природно-очаговые болезни представляют большую экономическую и социальную проблему, поскольку способны поражать сельскохозяйственных животных, которые, в свою очередь, могут служить источником заражения человека [Келлер, Кувакин, 1998; Ющук, Мартынов, 2003].

Таким образом, к настоящему времени сформулировано и развито научное представление о природных очагах, факторах их формирования, предпосылках активизации и распространения, накоплен обширный фактический материал о пространственно-временных особенностях эпидемической и эпизоотической активности болезней природно-очаговой этиологии на различных территориях. Тем не менее, в недостаточной степени изучены природно-очаговые болезни отдельных регионов. Требуют детального рассмотрения такие вопросы: особенности течения эпидемиологического процесса болезней с природной очаговостью, факторы, способствующие их активизации на различных

территориях, закономерности пространственно-временного проявления, в т.ч. эпидемические особенности сочетанных природно-очаговых заболеваний, эпизоотологическое обследование и картографирование природных очагов, вопросы прогнозирования и моделирования, создания специализированных баз данных и др. [Литвин, Коренберг, 1999; Коренберг, 2010; Cimperman et al., 2002; Knapp, Rice, 2015; Wilke et al., 2015]. Геоинформационное картографирование медико-экологических ситуаций на региональном уровне, обобщенное в виде специализированных атласов-монографий [Лисецкий, 2010; Куролап и др., 2011], позволяет помимо карт как моделей, которые способны обеспечить непосредственное чувственно-наглядное восприятие пространственной информации, также представить анализ временных и пространственных различий картографируемых явлений, вероятные причины этих различий, используя текстовые пояснения к картам.

Район исследования выбран не случайно. Несмотря на достигнутые ранее результаты изучения природных (ландшафтно-географических) и социально-экономических условий территории Северо-Казахстанской области (далее – СКО) и их влияния на комфортность проживания с медико-географической точки зрения [Пашков, 2016; Пашков, Мажитова, 2016; Мажитова, Пашков, 2018а; Мажитова, Пашков, 2018б], комплексные репрезентативные медико-географические исследования природно-очаговых заболеваний на территории региона не проводились. Ландшафтно-географические условия СКО характеризуются тем, что в пределах ее территории имеются природные очаги и отмечаются случаи проявления ряда заболеваний природно-очаговой этиологии, таких как клещевой энцефалит, боррелиоз, риккетсиоз, бруцеллез, описторхоз и др. По данным официальной статистики [Статистический ежегодник..., 2008–2019], в СКО ежегодно регистрируются более 15 случаев заболевания людей природно-очаговыми болезнями. В отдельные годы число заболевших достигает нескольких десятков и даже сотен [Сравнительные данные инфекционной..., 2000–2020]. Все вышеуказанное обусловило актуальность предпринятого исследования.

В работе представлены результаты медико-географических исследований, актуальных для территории СКО природно-очаговых заболеваний.

Цель настоящего исследования заключалась в изучении особенностей пространственно-временного проявления природно-очаговых заболеваний на территории СКО.

В ходе исследования решались следующие задачи: ознакомление с опытом и результатами медико-географических исследований природно-очаговых заболеваний на различных территориях; сбор и анализ материалов, данных медицинской статистики; изучение условий и факторов для формирования очагов и проявления болезней природно-очаговой этиологии на территории области; составление базы данных по заболеваемости населения природно-очаговыми нозоформами; выделение по эпидемиологическому проявлению актуальных для региона болезней (изучение нозологической структуры), определение типа их распространения и динамики; определение степени риска, групп риска, территорий риска проявления болезней с природной очаговостью с помощью математико-статистического анализа и ГИС-технологий; разработка предложений по оптимизации мероприятий, направленных на улучшение эпидемиологической ситуации. Вышеназванные задачи определили основные этапы проведения исследования.

### **Объекты и методы исследования**

В теоретико-методологическом плане исследование основывается на трудах отечественных и зарубежных ученых, посвященных изучению взаимосвязи факторов природной среды и здоровья населения: А.А. Шошина, Е.И. Игнатьева, Б.В. Вершинского, С.А. Куролапа, А.А. Келлера, В.И. Кувакина, В.В. Хлебовича, С.М. Малхазовой, В.И. Русанова, Б.Б. Прохорова, С.В. Рященко, М.С. Meade, G.G. Marten, K.L. Knapp, N.A. Rice [2015] и др. Изучение природно-очаговых болезней на региональном уровне



связано с исследованиями Т.В. Ватлиной, И.Н. Ротановой, Н.Ю. Курепиной, Н.С. Майканова и др.

В качестве информационной основы в исследовании привлечены литературные, фондовые, картографические материалы, содержащие сведения об эпидемиологической ситуации в регионе. Изучение и оценка медико-географической ситуации по природно-очаговым болезням базировались на ретроспективном анализе данных по заболеваемости населения данной группой нозоформ за период 2000–2020 гг. (число зарегистрированных случаев, заболеваемость на 100 тыс. человек). Статистические данные предоставлены РГУ «Департамент санитарно-эпидемиологического контроля СКО Комитета санитарно-эпидемиологического контроля МЗ РК», филиалом РГП на ПХВ «Республиканский центр электронного здравоохранения», Департаментом статистики СКО.

В исследовании применяли следующие методы: сравнительно-географический, картографический, математико-статистический, полевые, ГИС-технологии.

Для изучения современного проявления и распространения природно-очаговых болезней сформирована база данных в ГИС по заболеваемости населения данной группой болезней в разрезе административных районов и населенных пунктов. Определены географические координаты населенных пунктов, в которых были зарегистрированы случаи заболевания людей болезнями природно-очагового характера. Оценка медико-географической ситуации на территории региона по болезням природно-очаговой этиологии, характера и степени выраженности риска их проявления проводилась посредством анализа активности эпидемического процесса. При этом учитывалось число случаев заражения и уровень заболеваемости (на 100 тыс. человек), кратность (повторяемость) проявления, т.е. количество лет регистрации заражения людей данной группой нозоформ за определенный период времени. Математико-статистическую обработку данных проводили стандартными методами с применением программного приложения Microsoft Excel. Разработку электронных нозогеографических карт выполняли в программе ArcGIS 10.1 (ESRI Inc.). Данный программный пакет позволяет проводить стандартные операции с базами данных, наглядно визуализировать полученные результаты, а также решать задачи пространственного анализа эпидемиологической и эпизоотической ситуации по природно-очаговым болезням, используя электронные карты и методы математического моделирования и картографирования.

### Результаты и их обсуждение

Согласно нозогеографическому районированию, природно-ландшафтные условия рассматриваемого региона благоприятны для формирования очаговости следующих болезней: клещевой энцефалит, риккетсиоз (клещевой сыпной тиф), боррелиоз (болезнь Лайма), туляремия, лептоспироз, геморрагическая лихорадка с почечным синдромом (ГЛПС), описторхоз, бруцеллез, бешенство, сибирская язва, чума и др. [Кереев, 1965; Прохоров, Рященко, 2012]. Среди вышеназванной группы актуальными для региона являются: риккетсиоз, туляремия, лептоспироз, бруцеллез. Случаи заболевания населения данными болезнями довольно часто регистрируются на территории области. К другим природно-очаговым заболеваниям, встречающимся в пределах ее территории, относятся клещевой энцефалит, боррелиоз. Сохраняется относительно напряженная эпизоотическая ситуация по заболеваемости описторхозом. Характерной эпидемиологической особенностью вышеперечисленных заболеваний является строго выраженная их сезонность.

Всего за период 2000–2020 гг. в СКО зарегистрировано 1314 случаев заболевания людей природно-очаговыми болезнями [Сравнительные данные инфекционной ..., 2000–2020]. Выявленные на территории области природно-очаговые заболевания характеризуются разным типом распространения и динамики.

Случаи заболевания людей риккетсиозом регистрируются в регионе ежегодно. Данное заболевание среди актуальных для СКО природно-очаговых болезней характеризуется наиболее продолжительным эпидемическим процессом. Случаи заболевания регистрировались на протяжении 20 лет. Исключение составил 2020 г. – проявление риккетсиоза не наблюдалось. В среднем за анализируемый период по области показатель заболеваемости риккетсиозом составил 10,8 случаев на 100 тыс. человек. Всего за этот период зарегистрировано 1051 случаев заболевания в 11 из 13 районов области и г. Петропавловске. Наибольшее число заболеваний риккетсиозом выявлено в Кызылжарском (323), Мамлютском (131) районах и г. Петропавловск (431), что составило 84 % всех выявленных случаев. Значительно меньшее число заболевших отмечается в районах: М. Жумабаева (53), Аккайынский (45), Есильский (40), Айыртауский (15). Единичные случаи риккетсиоза зарегистрированы в Шал акына, Тайыншинском, Г. Мусрепова, Тимирязевском административном районах. Оценивая многолетнюю динамику заболеваемости риккетсиозом, можно отметить ее подъемы в 2001, 2005, 2012, 2018 гг. Максимальное число случаев заражения за анализируемый период зарегистрировано в 2012 г. – 156. Спад заболеваемости приходился на 2008, 2015–2017 гг.

Достаточно продолжительным эпидемическим процессом характеризуется бруцеллез. Регистрация случаев заболеваний бруцеллезом отмечалась на протяжении 17 лет. По количеству заболевших данная нозоформа занимает третье место среди выявленных природно-очаговых болезней. Всего в регионе за анализируемый период зарегистрирован 81 случай заражения бруцеллезом. Максимальное число заболевших отмечено в 2001 г. – 13 случаев. В 2008, 2016, 2017 гг. случаев бруцеллеза по области не отмечалось. Наибольшее число заболевших бруцеллезом выявлено в Уалихановском (25) и Жамбылском (10) районах – 42 % всех заболевших. Единичные случаи отмечаются в районах М. Жумабаева, Тимирязевском, Г. Мусрепова. В Мамлютском районе заболевших бруцеллезом выявлено не было. В среднем за анализируемый период показатель заболеваемости бруцеллезом по области составил 1,4 случаев на 100 тыс. человек. Многолетняя динамика заболеваемости не имеет выраженных тенденций к росту или снижению.

По количеству выявленных случаев на втором месте находится описторхоз. Всего зарегистрировано 146 случаев описторхоза. Однако проявление эпидемического процесса на территории региона по данной природно-очаговой болезни отмечалось только в последние годы (2016–2020 гг.). Уровень заболеваемости составил 5,2 случаев на 100 тыс. человек. Наибольшее число заболевших зарегистрировано в г. Петропавловске (90 или 61 % всех выявленных случаев). В двух сухостепных районах – Акжарском и Уалихановском – описторхоз не выявлен. В остальных районах определены единичные случаи заражения описторхозом. В Тимирязевском районе в 2020 г. зарегистрирован первый случай заболевания описторхозом за достаточно продолжительный период отсутствия проявления.

Проявления туляремии в области регистрировались в 2002, 2003, 2006, 2016–2018 гг. Всего выявлено 11 случаев заболевания. Основная доля заболевших приходится на г. Петропавловск (10 случаев). Единичный случай зафиксирован в Жамбылском районе. Уровень заболеваемости не превышает 2,0 случаев на 100 тыс. человек.

Случаи проявления лептоспироза отмечены в 2004–2006, 2011 гг. в г. Петропавловске (выявлено 6 заболевших). В Есильском районе в 2005 г. отмечен единичный случай заражения лептоспирозом.

В основном, данные нозоформы относятся к группе болезней с периодическими эпидемическими вспышками на фоне сравнительно стабильной эпидемиологической обстановки.

За последние три года выявлены случаи заболевания клещевым энцефалитом (11 случаев), боррелиозом (7 случаев). Заражение клещевым энцефалитом зарегистрировано в



Айыртауском, Кызылжарском районах (по 4 случая) и г. Петропавловске (3 случая). Случаи боррелиоза определены в Мамлютском (3 случая), Кызылжарской (1 случай) и г. Петропавловске (3 случая) (рис. 1). Следует отметить, что эти болезни на территории области ранее не регистрировались, что является неблагоприятным прогностическим признаком. Отмечается синхронное проявление данных заболеваний, что свидетельствует о сходстве механизма передачи возбудителей (трансмиссивный характер) и зависимости от колебания уровня зараженности их переносчиков и резервуарных хозяев (иксодовые клещи). В связи с отсутствием многолетней динамики проявления клещевого энцефалита, боррелиоза, определить тенденции заболеваний не имеется возможным.

Случаи заболевания населения ГЛПС, сибирской язвой и бешенством в СКО за рассматриваемый период не выявлены [Сравнительные данные инфекционной..., 2000–2020; Статистический ежегодник ..., 2008–2019].

В зависимости от природы (этиологии) возбудителя, нозологическая структура проявляющихся на территории СКО природно-очаговых болезней представлена несколькими группами. Из них 4 (57,1 %) имеют бактериальную этиологию, 1 (14,3 %) – риккетсиозную, 1 (14,3 %) – относится к вирусным, 1 (14,3 %) – к паразитарным или инвазионным (биогельминтозы).

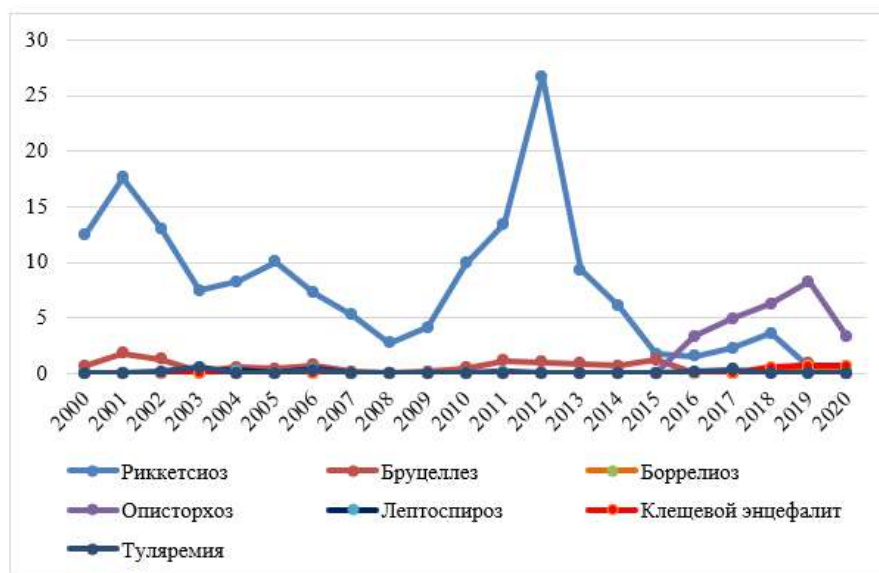


Рис. 1. Динамика заболеваемости населения СКО природно-очаговыми болезнями (на 100 тыс.) за 2000–2020 гг. (составлено по данным [Сравнительные данные инфекционной..., 2000–2020])  
 Fig. 1. Dynamics of the incidence of the population in North Kazakhstan region natural focal diseases (by 100 thousand) for 2000–2020 (compiled from data [Comparative data of infectious..., 2000–2020])

Случаи природно-очаговых заболеваний отмечаются во всех районах области. Тем не менее, по числу выявленных видов (нозоформ) болезней лидируют Айыртауский и Кызылжарский районы (по 5 видов), г. Петропавловск (7 видов). Наименьшее количество видов болезней природно-очагового характера отмечается в Акжарском и Уалихановском районах (по одной нозоформе). Однако по общему числу зарегистрированных случаев заболеваний населения природно-очаговыми болезнями на первом месте находятся Кызылжарский и Мамлютский районы, г. Петропавловск.

На севере региона, в пределах лесостепной зоны, в структуре природно-очаговых болезней основная доля приходится на нариккетсиозы. Небольшую долю составляют клещевой энцефалит, боррелиоз. В южной части области, располагающейся в степной природной зоне, по числу выявленных случаев лидируют бруцеллез, описторхоз. Пове-

шенная потенциальная опасность проявления природно-очаговых болезней характерна для районов, расположенных в долине р. Ишим, где представлено наибольшее число нозоформ и приурочены активные очаги описторхоза, лептоспироза.

На основе ГИС-анализа эпидемического проявления природно-очаговых болезней за 2000–2020 гг. проведено районирование (зонирование) территории области по степени риска, потенциальной опасности их проявления (рис. 2). При этом учитывалось количество выявленных болезней природно-очагового характера (нозоформ), лет их регистрации (периодичность), уровень заболеваемости населения (число случаев заболеваний, на 100 тыс. человек).

Установлено, что районы с высокой степенью потенциальной эпидемической опасности болезней природно-очаговой этиологии и кратностью их проявления занимают 16 % территории СКО. Большая часть территории СКО (42 %) характеризуется умеренно благополучной медико-географической ситуацией по проявлению природно-очаговых заболеваний. Сравнительно благополучная ситуация отмечается на 26 % территории области. Тем самым, риск заболевания природно-очаговыми болезнями на преобладающей территории региона оценивается как крайне малый.

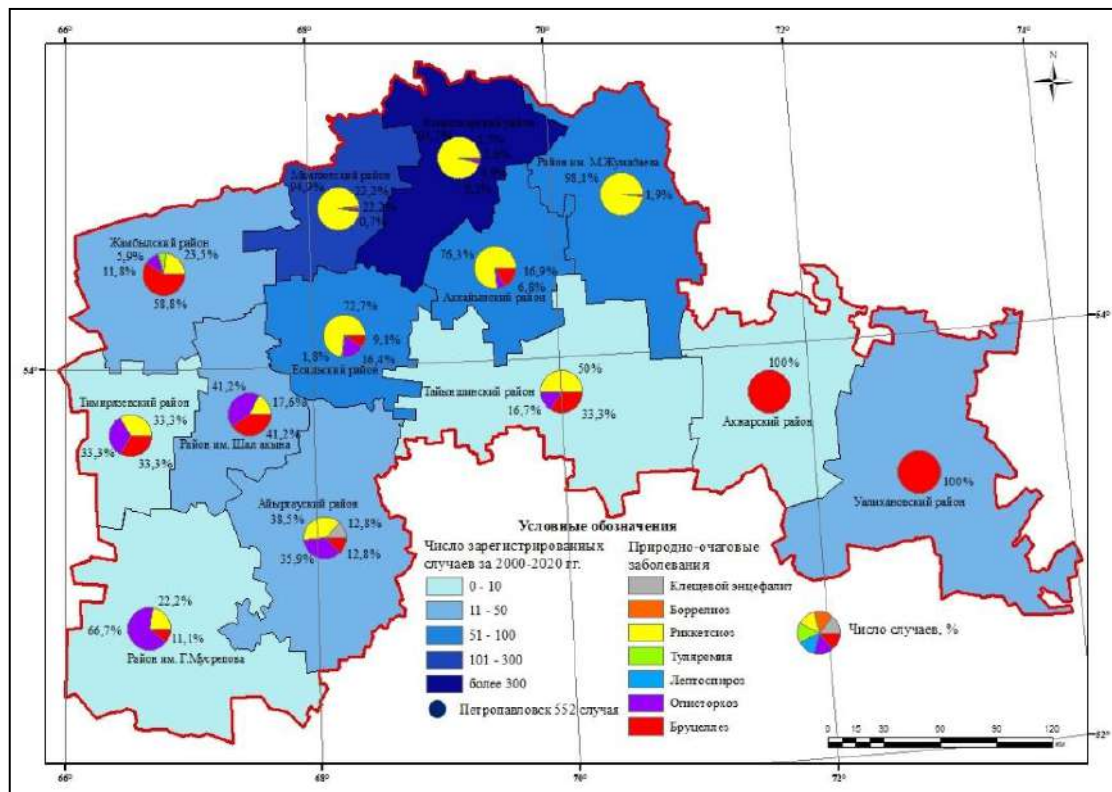


Рис. 2. Проявление природно-очаговых заболеваний на территории СКО (составлено по данным [Сравнительные данные инфекционной..., 2000–2020])  
 Fig. 2. Manifestation of natural focal diseases in the territory of North Kazakhstan region (compiled from data [Comparative data of infectious..., 2000–2020])

Анализ литературных, справочных, архивных источников позволил выделить факторы, оказывающие влияние на характер проявления природно-очаговых заболеваний в СКО и определяющие особенности медико-географической ситуации на территории региона.

1. Географическое положение СКО, близость к природным очагам, расположенным на территории соседних областей республики (Костанайская, Акмолинская, Павлодар-



ская) и пограничных регионов Российской Федерации (Омская, Тюменская, Курганская области). Последние характеризуются проявлением активности эпидемиологических процессов таких природно-очаговых болезней, как клещевой энцефалит, боррелиоз, описторхоз и др. Возможен привнос на территорию области источника заражения за счет миграции больных диких животных из приграничных регионов. Следует отметить, что СКО имеет интенсивные транспортные связи с регионами республики и приграничными субъектами РФ. В связи с этим остается достаточно высоким риск завоза возбудителей с прилегающих территорий с последующим попаданием их в объекты окружающей среды.

2. Простирается в пределах двух ландшафтных зон (лесостепная, степная). Данный фактор определяет условия для формирования и одновременного наличия в пределах региона потенциальных природных очагов, характерных как для лесостепной, так и степной природных зон, а также сочетанное проявление природно-очаговых болезней [Шкарин и др., 2017]. На стыке различных типов ландшафтов наблюдается большее видовое разнообразие животных [Исаченко, 1991], а также наибольшее количество грызунов, птиц и членистоногих, которые служат потенциальными резервуарами, переносчиками возбудителей болезней природно-очагового характера.

3. Положение в центральной части территории региона долины р. Ишим. В большинстве природных очаги, особенно смешанных или сочетанных заболеваний, свойственны не только территориям, расположенным на стыке разных ландшафтов, но и таким местностям, как долины рек [Прохоров, Рященко, 2012].

4. Сельскохозяйственная специализация региона. Данный фактор обусловил преобладание доли сельского населения и его занятость в агропроизводственной сфере, что определяет включение значительного числа людей в группу потенциального риска. Распространение ряда природно-очаговых болезней (бешенства, бруцеллеза, сибирской язвы) в области обусловлено формированием сельскохозяйственных очагов зооантропонозов. Это связано с наличием возникших в прошлом мест захоронений скота (скотомогильники). Усложняет ситуацию отсутствие и утеря данных об их расположении, кадастра неблагополучных населенных пунктов, переименование сел или их исчезновение.

5. Особенности природно-климатических условий, колебания основных климатических показателей. В ряде исследований отмечена взаимосвязь климатических параметров и эпидемиологической ситуации по ряду природно-очаговых заболеваний. Выявлена закономерность активизации эпизоотии у мелких млекопитающих, в частности мышевидных грызунов, увеличение популяции диких плотоядных животных, насекомых, их миграции и распространения с повышением температуры воздуха [Ющук, Мартынов, 2003]. Если обратиться к рассматриваемому региону, то, по данным, приведенным в работах местных ученых [Белецкая, Фомин, 2012], анализ скользящих значений средних температур и сумм осадков января и июля по метеостанции г. Петропавловска за 1993–2002 гг., показал, что за указанный период данные показатели испытывали колебания с некоторой тенденцией к потеплению и увеличению увлажнения. Такая тенденция сохраняется и в настоящее время.

6. Характер почвенного покрова. Одним из основных факторов риска, обуславливающих сохранение *B. anthracis* во внешней среде, является характер почвы. Почва обладает определенным, одновременным динамическим и статическим критерием обеспечения существования микроорганизмов [Ющук, Мартынов, 2003; Густокашин, 2013]. Установлено, что наиболее благоприятными для сохранения и проявления активности почвенных очагов сибирской язвы являются черноземные почвы.

В ходе анализа причинно-следственных связей, влияющих на интенсивность проявления природно-очаговых болезней, установлена не только территория риска (районирование), но и группы риска среди населения (по профессии), время (период) риска (по

активности представителей фауны, распределению заболеваемости во внутригодовой и многолетней динамике).

К социально-профессиональной группе риска среди населения региона отнесены работники сельского хозяйства, особенно животноводческой отрасли, лесного, коммунального хозяйства, санитарно-эпидемиологической службы, здравоохранения. Подвержены потенциальному риску заболевания работники системы здравоохранения. Риск возможного заражения природно-очаговыми заболеваниями сохраняется для любителей промысловой, спортивной охоты, рыболовов, в т.ч. любителей. В потенциальную группу риска включены жители сельских населенных пунктов, занимающихся разведением домашних животных и птиц, производством продукции животноводства для собственных потребностей и реализации на внутреннем рынке (так называемое, «самозанятое население»). Сохраняется риск в отношении людей, которые предпочитают проводить отдых выходного дня, отпуск в лесу, на дачных участках, занимающихся сбором диких ягод, грибов, лекарственных растений и т.д.

Риск возможного заражения людей, занятых в вышеуказанных сферах деятельности, различен и зависит от ряда факторов: наличия выявленных случаев и эпидемиологической активности природно-очаговой болезни, продолжительности работы на открытом воздухе и контакта с животными, уровня обеспечения санитарно-гигиенической и эпидемиологической безопасности на предприятии, состояния здоровья, восприимчивости к заражению и др.

Время риска заболевания различно для каждого вида природно-очаговой болезни и зависит от активности проявления, жизненного цикла животных, насекомых, являющихся их переносчиками, резервуарами, частоты контакта людей с ними. Увеличение числа заболевших природно-очаговых болезней в большинстве случаев отмечается в конце весны, летнее время, начале осени (май-сентябрь), так как на этот период приходится размножение насекомых-переносчиков возбудителей болезней, увеличивается продолжительность пребывания людей на открытом воздухе.

Для оптимизации мероприятий по профилактике природно-очаговых болезней и снижения уровня заболеваемости предлагается ряд направлений. В первую очередь, следует усовершенствовать систему оперативного реагирования на конкретные случаи активизации природных очагов и проявления болезней природно-очаговой этиологии. Особое внимание следует уделить оценке активности очагов и прогнозирования эпизоотологической и эпидемиологической обстановки, их сезонной и многолетней динамике с учетом степени потенциальной эпизоотической опасности фауны основных видов-носителей. Система эпидемиологического надзора и борьбы с природно-очаговыми болезнями должна соответствовать уровню, характеру их проявления. Совершенствование мероприятий по профилактике природно-очаговых заболеваний невозможно рассматривать без проведения научных и прикладных медико-географических исследований с использованием современных методов диагностики и ГИС-технологий. Не менее важно проведение информационно-разъяснительной, санитарно-просветительной работы среди населения об опасности заболеваний природно-очаговыми болезнями и мерах их предупреждения. Для снижения риска заболевания населения болезнями природно-очагового характера наиболее эффективны меры индивидуальной защиты, соблюдение правил личной гигиены, санитарных норм, исключение посещения мест наибольшего риска заражения (биотопов переносчиков заболеваний), проведение борьбы с грызунами и кровососущими насекомыми.



### **Заключение и выводы**

Характеризуя в рамках выполненного исследования медико-географическую ситуацию на территории СКО по актуальным природно-очаговым болезням, в целом, следует отметить:

1. Отсутствие значительного роста заболеваемости.
2. На территории СКО имеют место в основном локальные случаи проявления болезни данной группы.
3. Показатели заболеваемости природно-очаговыми болезнями в регионе на протяжении последних лет не превышают среднего уровня по республике, чаще – значительно ниже их.
4. Значительных осложнений эпидемической ситуации по заболеваниям природно-очагового характера в области за анализируемый период не отмечалось.
5. Распределение риска заболевания болезнями природно-очагового характера на территории СКО неравномерно, количество представленных нозоформ и степень их эпидемического проявления различаются по районам. Выделены три группы административных районов с низкими, средними, высокими показателями неблагополучия, что целесообразно учитывать при планировании и осуществлении профилактических мероприятий. Наиболее эпидемически опасными по комплексу нозоформ являются южнолесостепные районы области (Кызылжарский и Мамлютский административные районы).
6. Приведенные данные о регистрации случаев заболевания населения СКО природно-очаговыми болезнями свидетельствуют о валентном состоянии природных очагов и необходимости проведения профилактических мероприятий, направленных на предотвращение их активизации.

Предложенные рекомендации по проведению профилактических мероприятий могут быть учтены и использованы в работе региональных и местных, а также органов управления, санитарно-эпидемиологической службы, учреждений здравоохранения. Электронная база данных и ГИС может быть включена в систему медико-экологического мониторинга природно-очаговых болезней на территории области. Собранные сведения и полученные результаты могут стать информационной основой для дифференцированного планирования и осуществления санитарно-эпидемиологических (профилактических) мероприятий.

### **Список источников**

1. Белецкая Н.П., Фомин И.А. 2012. Местные ресурсы Северо-Казахстанской области. Петропавловск, СКГУ им. М. Козыбаева, 102 с.
2. Исаченко А.Г. 1991. Ландшафтоведение и физико-географическое районирование. М., Высшая школа, 366 с.
3. Келлер А.А., Кувакин В.И. 1998. Медицинская экология. СПб., Петроградский и К°, 256 с.
4. Кереев Н.И. 1965. Природноочаговые болезни человека в Казахстане. Алма-Ата, Казахстан, 310 с.
5. Сравнительные данные инфекционной заболеваемости в Северо-Казахстанской области. 2000–2020. Департамент охраны общественного здоровья СКО КООЗ МЗ РК. 2020. Петропавловск, 90 с.
6. Статистический ежегодник «Северо-Казахстанская область». 2008–2019. Департамент статистики СКО. 2019. Петропавловск, 540 с.
7. Ющук Н.Д., Мартынов Ю.В. 2003. Эпидемиология. М., Медицина, 448 с.

## Список литературы

1. Густокашин К.А. 2013. Фактор численности грызунов и динамика эпизоотического процесса в Алтайском крае. Вестник Алтайского государственного аграрного университета, 4 (102): 50–52.
2. Коренберг Э.И. 2010. Природная очаговость инфекций: современные проблемы и перспективы исследований. Зоологический журнал, 89 (1): 5–17.
3. Куролап С.А., Мамчик Н.П., Клепиков О.В., Федотов В.И., Нестеров Ю.А. 2011. Медико-экологический атлас Воронежской области как информационная основа экологической политики в регионе. Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология, 2: 208–210.
4. Лисецкий Ф.Н. 2010. Экологические проблемы и здоровье населения Воронежской области. Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология, 2: 154–156.
5. Литвин В.Ю., Коренберг Э.И. 1999. Природная очаговость болезней: развитие концепции к исходу века. Паразитология, 33 (3): 179–191.
6. Мажитова Г.З., Пашков С.В. 2018а. Медико-географическая оценка социально-экономической комфортности территории Северо-Казахстанской области. Известия Тульского государственного университета. Серия: Науки о Земле, 1: 307–316.
7. Мажитова Г.З., Пашков С.В. 2018б. Медико-географическая оценка комфортности ландшафтов Северо-Казахстанской области. Ученые записки Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского. География. Геология, 4 (70), № 3: 141–150.
8. Павловский Е.Н. 1946. Основы учения о природной очаговости трансмиссивных болезней человека. Журнал общей биологии, 7 (1): 3–33.
9. Пашков С.В. 2016. Влияние агрогенных факторов на медико-географическую ситуацию в Северо-Казахстанской области. Вестник Московского городского педагогического университета. Серия: Естественные науки, 2 (22): 73–83.
10. Пашков С.В., Мажитова Г.З. 2016. Медико-географическая оценка комфортности климатических условий Северо-Казахстанской области. Известия Тульского государственного университета. Серия: Науки о Земле, 3: 88–98.
11. Прохоров Б.Б., Рященко С.В. 2012. Медицинская география Сибири. Иркутск, Изд-во Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 223 с.
12. Шкарин В.В., Благонравова А.С., Чумаков М.Э. 2017. Эпидемиологические особенности сочетанных природно-очаговых инфекций. Эпидемиология и вакцинопрофилактика, 16 (5): 43–52.
13. Cimperman J., Maraspin V., Lotric-Furlan S., Ruzic-Sabljić E., Avsic-Zupanc T., Strle F. 2002. Double infection with tick borne encephalitis virus and *Borrelia burgdorferi* sensu lato. Wiener Klinische Wochenschrift, 114 (13–14): 620–622.
14. Knapp K.L., Rice N.A. 2015. Human coinfection with *Borrelia burgdorferi* and *Babesia microti* in the United States. Journal of Parasitology Research: 1–11. DOI: 10.1155/2015/587131
15. Wilke M., Eiffert H., Christen H.-J., Hanefeld F. 2000. Primarily chronic and cerebrovascular course of Lyme neuroborreliosis: case reports and literature review. Archives of disease in childhood, 83 (1): 67–71. DOI: 10.1136/adc.83.1.67

## References

1. Gustokashin K.A. 2013. Faktor chislennosti gryzunov i dinamika epizooticheskogo protsesssa v Altayskom kraye [Rodents' Population Factor and epizootic Process Dynamics in the Altai Region]. Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 4 (102): 50–52.
2. Korenberg E.I. 2010. Natural focaloty of infections: current problems and prospects of investigation. Zoological Journal, 1 (89): 5–17 (in Russian)
3. Kurolap S.A., Mamchik N.P., Klepikov O.V., Fedotov V.I., Nesterov Ju.A. Mediko-ekologicheskij atlas Voronezhskoy oblasti kak informatsionnaya osnova ekologicheskoy politiki v regione [Medical-ecological Atlas of the Voronezh Region as an informational Basis for Environmental Polity in the Region]. Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Series: Geografiya. Geoeekologiya, 2: 208–210.



4. Liseckij F.N. 2010. Ekologicheskiye problemy i zdorovye naseleniya Voronezhskoy oblasti [Environmental Problems and Public health in the Voronezh Region]. Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geografiya. Geoekologiya, 2: 154–156.
5. Litvin V.Ju., Korenberg Je.I. 1999. Prirodnaya ochagovost bolezney: razvitiye kontseptsii k iskhodu veka [Natural foci of disease: the development of the concept by the end of the century]. Parazitologiya, 33 (3): 179–191.
6. Mazhitova G.Z., Pashkov S.V. 2018a. Medical and geographical Assessment of social and economic Comfort of the Territory of the North Kazakhstan Region. Izvestiya Tula State University. Seriya: Nauki o Zemle, 1: 307–316 (in Russian).
7. Mazhitova G.Z., Pashkov S.V. 2018b. Medical and geographical Assessment of Comfort of the Landscapes of the North Kazakhstan Region. Uchenye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta im. V.I. Vernadskogo. Geografija. Geologija, 4 (70), No. 3: 141–150 (in Russian).
8. Pavlovskij E.N. 1946. Osnovy ucheniya o prirodnoy ochagovosti transmissivnykh bolezney cheloveka [Fundamentals of the Doctrine of Natural Focus of Human Transmissible Diseases]. Zhurnal obshchey biologii, 7 (1): 3–33.
9. Pashkov S.V. 2016. Influence of Agrogenous Factors on a Medical and Geographical Situation in North Kazakhstan Region. Vestnik of Moscow City University. Series: Natural Sciences, 2 (22): 73–83 (in Russian).
10. Pashkov S.V., Mazhitova G.Z. 2016. Medical and geographical Assessment of Comfort of climatic Conditions in the North Kazakhstan Region. Izvestiya Tula State University. Seriya: Nauki o Zemle, 3: 88–98 (in Russian).
11. Prokhorov B.B., Ryashchenko S.V. 2012. Meditsinskaya geografiya Sibiri [Medical geography of Siberia]. Irkutsk, Izd-vo Instituta geografii im. V.B. Sochavy SO RAN, 223 p.
12. Shkarin V.V., Blagonravova A.S., Chumakov M.E. 2017. Epidemiological features of combined natural-focal infections. Epidemiology and Vaccinal Prevention, 16 (5): 43–52 (in Russian).
13. Cimperman J., Maraspin V., Lotric-Furlan S., Ruzic-Sabljić E., Avsic-Zupanc T., Strle F. 2002. Double infection with tick borne encephalitis virus and Borrelia burgdorferi sensu lato. Wiener Klinische Wochenschrift, 114 (13–14): 620–622.
14. Knapp K.L., Rice N.A. 2015. Human coinfection with Borrelia burgdorferi and Babesia microti in the United States. Journal of Parasitology Research: 1–11. DOI: 10.1155/2015/587131.
15. Wilke M., Eiffert H., Christen H.-J., Hanefeld F. 2000. Primarily chronic and cerebrovascular course of Lyme neuroborreliosis: case reports and literature review. Archives of disease in childhood, 83 (1): 67–71. DOI: 10.1136/adc.83.1.67

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Мажитова Гульнур Забихулаевна**, старший преподаватель кафедры географии и экологии Северо-Казахстанского университета им. М. Козыбаева, г. Петропавловск, Казахстан

**Пашков Сергей Владимирович**, доцент, кандидат географических наук, декан факультета математики и естественных наук Северо-Казахстанского университета им. М. Козыбаева, г. Петропавловск, Казахстан

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Gul'nur Z. Mazhitova**, senior lecturer of the Department of geography and ecology of the North Kazakhstan University named after M. Kozhybayev, Petropavlovsk, Kazakhstan

**Sergey V. Pashkov**, associate Professor, PhD in geography, Dean of the faculty of mathematics and natural Sciences of the North Kazakhstan University named after M. Kozhybayev, Petropavlovsk, Kazakhstan

УДК 551.4.02

DOI 10.18413/2712-7443-2021-45-1-63-76

## Ледниковый и карстовый рельеф массива горы Патын (Горная Шория)

Адаменко М.М.<sup>1</sup>, Гутак Я.М.<sup>1</sup>, Ковалёв Р.А.<sup>2,3</sup>, Величко С.В.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Сибирский государственный индустриальный университет  
Россия, 654007, г. Новокузнецк, ул. Кирова, зд. 42

<sup>2</sup>Национальный Исследовательский Томский государственный университет  
Россия, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36

<sup>3</sup>Новокузнецкий институт филиал Кемеровского государственного университета  
Россия, 654041, г. Новокузнецк, ул. Циолковского, д. 23

<sup>4</sup>Некоммерческая организация Новокузнецкий городской клуб спелеологов «Плутон»  
Россия, 654079, г. Новокузнецк, Metallургов проспект, 15  
E-mail: adamenko.marina@gmail.com

**Аннотация.** Влияние ледников на карстовые процессы выступает интересным вопросом геоморфологии, который актуален как для областей, где современное оледенение накладывается на карстующиеся породы, так и для карстовых районов, испытавших оледенение в период похолоданий неоплейстоцена. В зарубежной литературе гетерогенным формам рельефа, сочетающим в себе карстовый рельеф и унаследованный ледниковый морфогенез посвящены развернутые монографии, в то время как в отечественной геоморфологии этот вопрос рассматривается недостаточно широко и весьма поверхностно. Целью данного исследования является анализ морфологии, морфометрии и пространственного распределения ледникового, нивального и карстового рельефа в Патынском карстовом подрайоне (Горная Шория), и оценка перспективности данного района для изучения форм и условий образования гляциокарста. Летом 2017 г. в пределах Культайгинского карстового района в массиве горы Патын проводились маршрутные геоморфологические исследования как на поверхности, так в естественных карстовых полостях. Выявлено, что экзарационный рельеф развит на всех склонах массива. Он представлен сложными ступенчатыми карами (каровыми долинами) первого и второго типа по классификации Л.Н. Ивановского. На южном склоне массива описан комплекс моренного рельефа, как минимум двух стадий оледенения. Малая мощность перекрывающих лессов позволяет установить относительный возраст морен не позднее последнего ледникового максимума (сартанское время). Моренный рельеф фиксирует продвижение ледников до абсолютных высот 1000 м. Описывается ряд фактов, косвенно указывающих на возможное продвижение древних ледников до абсолютных высот 650–550 м. Карстовый рельеф в массиве горы Патын оконтуривает древний ледниковый рельеф и представлен многочисленными эрозионно-коррозионными, провальными и суффозионными карстовыми воронками, понорами и пещерами как с мощными современными подземными водотоками расходом до 1 м<sup>3</sup>/сек и более, так и фрагментами древних палеокарстовых галерей, лишенных современного гидрологического функционирования. В результате исследований доказано, что пещеры Фантазия и Кызасская являются частями одной глубокой подземной гидросистемы (вероятно глубочайшей в Сибири), с амплитудой гипсометрических уровней свыше 450 м. Проведенные исследования, выявили факт тесного географического соседства карстового и ледникового рельефа в массиве г. Патын. При деградации ледников в позднеледниковье высвобождавшийся объем пресной воды оказывал непосредственное влияние на формирование отдельных групп крупных поверхностных форм и подземных карстовых пустот. Полученные результаты показали, что массив г. Патын является перспективным районом для изучения вопросов гляциокарста и палеогеографии плейстоцена, с использованием методов как гляциальной геоморфологии, так и карстоведения.

**Ключевые слова:** Горная Шория, гляциокарст, оледенение, карстовый рельеф, пещеры.





**Для цитирования:** Адаменко М.М., Гутак Я.М., Ковалёв Р.А., Величко С.В. 2021. Ледниковый и карстовый рельеф массива горы Патын (Горная Шория). Региональные геосистемы, 45(1): 63–76. DOI: 10.18413/2712-7443-2021-45-1-63-76

## Glacial and karst relief of Mount Patyn massif (Mountain Shoria)

Marina M. Adamenko<sup>1</sup>, Yaroslav M. Gutak<sup>1</sup>, Roman A. Kovalev<sup>2,3</sup>, Sergey V. Velichko<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Siberian State Industrial University,  
42 Kirova St., Novokuznetsk, 654007, Russia

<sup>2</sup>National Research Tomsk State University,  
36 Lenin Ave., Tomsk, 634050, Russia

<sup>3</sup>Novokuznetsk Institute, branch of Kemerovo State University,  
23 Tsiolkovsky St., Novokuznetsk, 654041, Russia

<sup>4</sup>Novokuznetsk speleologists club “Pluto” non-profit organization,  
15 Metallurgov Ave., Novokuznetsk, 654079, Russia

E-mail: adamenko.marina@gmail.com

**Abstract.** The influence of glaciers on karst processes is an interesting issue of geomorphology, which is relevant both for areas where modern glaciation develops on karst rocks, and for karst areas that were glaciated during the Neopleistocene cooling period. In foreign literature, detailed monographs are devoted to heterogeneous landforms, combining karst topography and inherited glacial morphogenesis, while in Russian geomorphology this issue is not considered broadly enough and very superficially. The purpose of this study is to analyze the morphology, morphometry and spatial distribution of glacial, nival and karst relief in the Patyn karst subregion (Gornaya Shoria mountains), and to assess the prospects of this area for studying the forms and conditions of glaciokarst formation. In the summer of 2017, in the Kultaiginsky karst area in the Patyn mountain massif, route geomorphological studies were carried out, including the study of the surface and natural karst voids. It was revealed that the exaration relief is developed on all slopes of the massif. It is represented by complex stepped (corrie-valleys) of the first and second types according to the L.N. Ivanovsky classification. On the southern slope of the massif a moraine relief complex of at least two stages of glaciation, is described. Low thickness of the overlapping loess makes it possible to establish the relative age of moraines no later than the Last Glacial Maximum (the Sartan time). The moraine relief traces advancement of glaciers to the absolute heights of 1000m. A number of facts have been provided that indirectly indicate possible advancement of ancient glaciers to the absolute heights of 650–550m. Karst relief of the Patyn mountain outlines the ancient glacial relief and is represented by numerous erosion-corrosion, collapse and suffusion karst sinkholes, ponors and caves with either large modern underground watercourses with a flow rate of up to 1 m<sup>3</sup>/sec and more, or fragments of the ancient paleokarst galleries currently devoid of hydrological functioning. As a result of the research, it was proved that the Fantazia and Kyzasskaya caves are parts of the same deep underground hydrosystem (probably the deepest in Siberia), with an amplitude of hypsometric levels over 450m. The studies carried out revealed the fact of the close geographical proximity of the karst and glacial relief in the massif of Patyn. During the degradation of glaciers in the Late Ice Age, the released volume of fresh water had a direct impact on the formation of individual groups of large surface forms and underground karst voids. The results obtained showed that the Patyn massif is a promising area for studying the issues of glaciokarst and paleogeography of the Pleistocene, using the methods of both glacial geomorphology and karst studies.

**Key words:** Mountain Shoria, glaciokarst, glaciation, karst relief, caves.

**For citation:** Adamenko M.M., Gutak Ya.M., Kovalev R.A., Velichko S.V. 2021. Glacial and karst relief of Mount Patyn massif (Mountain Shoria). Regional Geosystems, 45(1):63–76. DOI: 10.18413/2712-7443-2021-45-1-63-76

### Введение

Гетерогенные формы рельефа, сочетающие в себе карстовый рельеф и унаследованный ледниковый морфогенез, в зарубежной литературе характеризуются термином glaciokarst (в дословном переводе – гляциокарст) [Žebre, Stepišnik, 2016]. Взаимодействие гляциальных и карстовых процессов изучается как в областях, где современное оледенение накладывается на карстующиеся породы [Adamson et al., 2014], так и в карстовых районах, подвергавшихся оледенению в периоды ледниковых эпох плейстоцена [Veress et al.,

2019]. В фокусе исследований находятся вопросы непосредственного воздействия тела ледника на карстовый рельеф и особые условия карстообразования, имеющие место в пределах перигляциальных зон.

В русскоязычной научной литературе термин гляциокарст практически не используют. В отдельных работах гляциокарстом называют термокарст, сформированный вследствие вытаивания погребенного льда на этапе дегляциализации покровного оледенения [Колька, 1998]. Таким образом, в то время как за рубежом гляциокарсту посвящены полные монографии [Veress et al., 2019], в отечественной геоморфологии этот вопрос рассматривается недостаточно широко и весьма поверхностно. При этом интерес к карстовым районам территории России по данному аспекту определенно есть. Имеются отдельные публикации, посвященные взаимодействию ледников и карста для Кавказа, Горного Алтая [Veress et al., 2019], севера Европейской части России, по периферии Карского и Баренцево-морского ледниковых щитов [Astakhov et al., 1999], Архангельской области [Шаврина и др., 2007], Лагонакского нагорья [Остапенко, Криницкая, 2020], Кузнецкого Алатау [Дмитриев, Бородавко, 2001].

Взаимосвязь сезонных снежников и вечной мерзлоты с карстообразованием также отмечается разными исследователями. Для Главной гряды Крымских гор отмечено широкое распространение нивально-коррозионных колодцев, сформированных в периоды похолоданий плейстоцена, со скоростью образования 75 мм/год [Вахрушев, 2001]. В отношении карстообразования в условиях криолитозоны ранее считалось, что «мерзлота в коренных растворимых породах замедляет карстообразование, но не исключает его» [Гордецкая и др., 1975]. Новые исследования показывают, что многолетняя мерзлота наоборот создает благоприятные условия для карстообразования, так Е.В. Трофимова на основании гидрохимических наблюдений по 127 речным бассейнам приходит к выводу, что для одинаковой скорости химической денудации в условиях вечной мерзлоты требуется почти в 2 раза меньше атмосферных осадков, чем без нее [Трофимова, 2006].

Настоящая работа посвящена изучению морфологии, морфометрии и пространственного распределения ледникового, нивального и карстового рельефа в Патынском карстовом подрайоне (Горная Шория), а также оценке перспективности данного района для изучения форм и условий образования гляциокарста.

### **Объекты и методы исследования**

На основе анализа аэрофотоснимков, топографических карт сопоставления границ плейстоценового оледенения с соседними горными районами (Горный Алтай и Кузнецкий Алатау) в Горной Шории выделены четыре обособленных района, перспективных в вопросах поиска следов оледенения последнего ледникового максимума: Изыгашский, Культайгинский, Улутагский, Сынтагский (рис. 1). Из перечисленных районов в территорию развития карбонатных образований венда-раннего кембрия, способствующих карстообразованию, попадают два: Культайгинский и Улутагский.

В пределах Культайгинского района расположен Патынский карстовый подрайон. Он представляет собой обособленный горный массив площадью около 100 км<sup>2</sup>, известный у спелеологов России обилием пещер. В период последней ледниковой эпохи Патынский массив подвергался оледенению, на что обращал внимание В.В. Вдовин [1988], отмечавший на данной территории развитие экзарационного рельефа. Нижняя граница оледенения в массиве горы Патын не была ранее определена.

Летом 2017 г. в пределах Культайгинского карстового района в массиве горы Патын проводились маршрутные геоморфологические исследования как на поверхности, так в естественных карстовых полостях.

В маршрутных выходах методами полевых геоморфологических исследований [Спиридонов, 1970] изучен ледниковый и нивальный рельеф массива выше отметки 1000 м н.у.м. на южном, западном и восточном склонах.

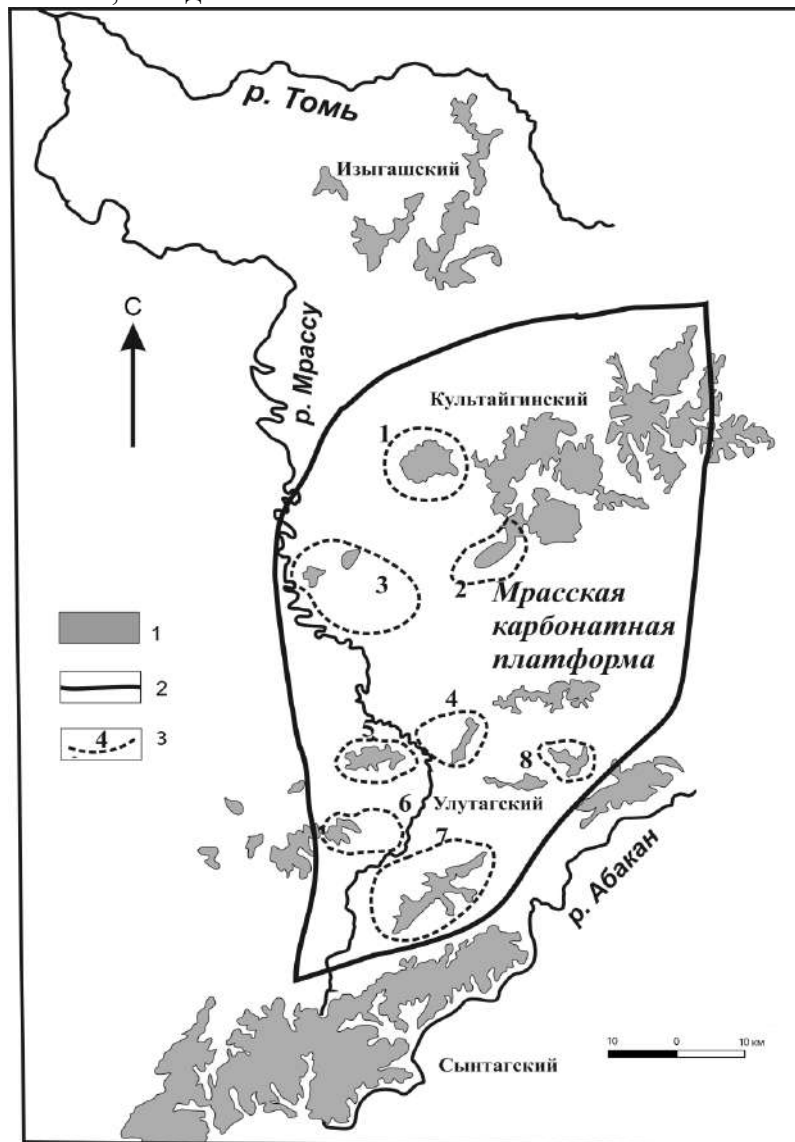


Рис. 1. Участки плейстоценового оледенения на территории распространения карстующихся пород Горной Шории: 1 – районы горного оледенения (по В.В. Вдовину); 2 – примерная граница развития карстующихся карбонатных отложений венда-раннего кембрия; 3 – спелеологические районы Горной Шории [Гутак и др., 2012].

Цифрами на схеме обозначены: 1 – Патынский карстовый подрайон, 2 – Верхне-Кабырзинский карстовый участок, 3 – Азасский карстовый участок, 4 – Кизасский карстовый участок, 5 – Северо-Улутагский, Южно-Улутагский и Мазасский карстовые участки, 7 – Адиаксинский, Эрги-Сайский карстовые участки, 8 – Верхне-Узасский карстовый участок

Fig. 1. Areas of Pleistocene glaciation within territory of karst rocks in Mountain Shoria:

1 – areas of mountain glaciation, by the V.V. Vdovin; 2 – the probable boundary of distribution of vendian – early cambrian carbonate sediments. The numbers indicate the speleological regions of Gornaya Shoria, by the [Гутак и др., 2012]. The numbers on the diagram indicate:

1 – the Patyn karst subarea, 2 – the Upper Kabyrzinsky karst site, 3 – the Azas karst site, 4 – the Kizas karst site, 5 – the North Ulutag karst site, 6 – the South Ulutag, the Mazas karst areas, 7 – Adiakinsky, Ergi-Saysky karst sites, 8 – Verkhne-Uzassky karst site

Описана морфометрия экзарационных и аккумулятивных морфоскульптур, литология моренных и надморенных отложений. Карстовый рельеф массива изучен на основе прямых спелеологических изысканий. Производилось определение масштабов карстовой гидросистемы района, картирование поверхностного и подземного карста. В статье суммированы результаты многолетней работы спелеологов Новокузнецка (клуб «Плутон») и других городов: Междуреченск (Мошкин В.В., Егорова Г.Н., Величко С.В., Сержкин А.В., Чигряй Л.И), Новосибирск (Максимов Г.М.). Данные о координатах и простирации карстовых и ледниковых форм систематизированы в геоинформационной системе Quantum GIS.

### Результаты и обсуждение

Патынский массив в геоморфологическом отношении относится к Восточно-Шорскому району Алатауско-Шорского нагорья. Район характеризуется среднегорным, сильно расчленённым рельефом с максимальной высотой 1627 м н.у.м. Ландшафты на склонах преимущественно таежные, сменяющиеся гольцовыми на вершине массива. Повсеместное развитие таежной растительности обуславливает слабую геоморфологическую изученность района и недостаточность данных о проявлении денудационных процессов [Вдовин, 1988]. Южный склон массива на подветренных участках остепнен, что позволяет производить поиск и описание ледниковых морфоскульптур.

Рельеф массива с одной стороны определяется выходами магматических интрузий, обеспечивших избирательную денудацию, а с другой стороны – длительным влиянием ледниковых процессов. Геоморфологическая схема массива представлена на рис. 2.

Экзарационные склоны и поверхности являются основным морфогенетическим типом денудационного рельефа на данной территории. Основной водораздел массива имеет вид трехлучевой звезды с разнонаправленными отрогами второго порядка. Своеобразием экзарационного рельефа в массиве Патын является то, что отроги второго порядка ближе к периферии массива несут больше следов экзарации, в то время как центральные гребни массива часто имеют вид пологонаклонных широких водораздельных поверхностей. Отроги второго порядка имеют узкие пирамидальные, местами скалистые зубчатые гребни и полукольцом охватывают долины, содержащие моренный материал.

На северном, западном и южном склонах массива развиты широкие удлиненные ледниковые долины, часто многоступенчатые, а восточный, подветренный склон, аккумулировавший наибольшее количество атмосферных осадков, сформирован одним крупным цирком, площадью около 7,7 км<sup>2</sup>. Массив горы Патын в этом отношении является наглядной иллюстрацией закономерности, сформулированной Л.Н. Ивановским [1981], о том, что кары под влиянием деятельности метелевого питания на самых различных высотах могут развиваться один над другим. Подобные формы рельефа были названы им ступенчатыми каровыми долинами. Ледниковые долины массива горы Патын в верховьях имеют вид широких блюдцеобразных пологосклонных логов, с выраженными ледниково-обусловленными уступами-ступенями на днище и уступами-тримлайнами по боковым краям долин. Здесь отмечается скопление бараньих лбов и курчавых скал. В верховьях долин, ближе к центральным осям водосборов отдельные интрузии срезаны льдом до уровня современной дневной поверхности так, что образовались крутопадающие зеркала скольжения с ледниковой штриховкой и без нее. Участки долин, примыкающие к моренным отложениям, имеют следы ледниковой обработки: скальное, отпрепарированное ложе, коренные выходы срезаны и отшлифованы, имеются эрратические валуны диаметром до 2–2,5 м, нагроможденные в хаотическом порядке.

В экспедиции 2017 г. был детально изучен ледниковый комплекс рельефа на западной части южного склона главного водораздела массива. Водораздельная

возвышенность между истоками рек Чебалсу и Айзак уплощена, слабо наклонена на восток и ограничена крутыми склонами с узкой бровкой. Плоскость водораздела здесь имеет ширину 450-300 м. На подветренном юго-западном склоне на высотах 1100–1180 м н.у.м. расположен крупный моренный комплекс из береговых и фронтальных моренных валов. Данные аккумулятивные ледниковые формы хорошо выражены в рельефе (рис. 3). Береговые морены сложены скоплением глыб, валунов и щебня. Обломочный материал обработан в форме ледогранников, с характерной утюгообразной, заметно ограничен, формой. Такие ограниченные фасы свидетельствуют о длительной экзарации валунов в относительно зафиксированном состоянии [Рудой, Русанов, 2012]. Фронтальные морены сложены преимущественно дресвяно-щебнисто-супесчаным материалом.

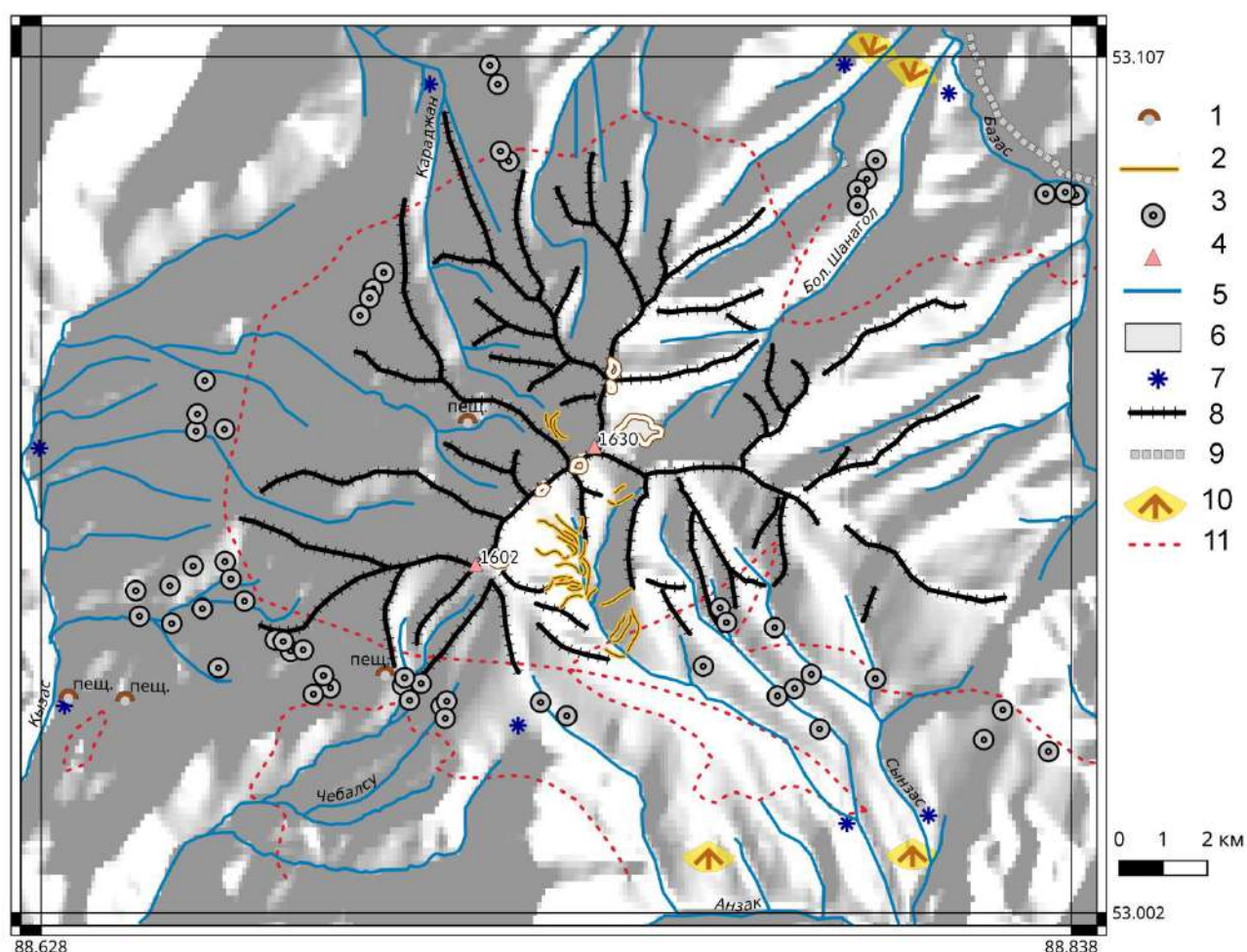


Рис. 2. Схема расположения ледникового и карстового рельефа в массиве горы Патын:  
 1 – пещеры; 2 – моренные валы; 3 – поноры, карстовые воронки; 4 – вершины массива;  
 5 – реки; 6 – раннелетние снежники со сроком залегания снега не менее 250 дней в году;  
 7 – вклюдзы; 8 – осевые гребни; 9 – скалы в долине реки Базас; 10 – конусы выноса,  
 обозначенные на карте четвертичных отложений [Государственная геологическая карта..., 2001];  
 11 – контакт карстующихся и магматических пород

Fig. 2. Geomorphological scheme of the Patyn mountain massif. 1 – caves; 2 – moraines;  
 3 – ponors, karst sinkholes; 4 – tops of the array; 5 – rivers; 6 – early summer snowfields  
 with a period of snow at least 250 days a year; 7 – karst springs; 8 – axial ridges;  
 9 – rocks in the valley of the Bazas river; 10 – alluvial fans marked on the Quaternary deposits map,  
 by the [State geological map of the Russian Federation. Scale 1: 200000. Sheet N-45-XXIX (Ust-  
 Kabyrza), 2001]; 11 – contact between karst and igneous rocks

Возраст описанных морен, с одной стороны, ограничивается временем образования вмещающих их экзарационных форм рельефа, а с другой, – возрастом перекрывающих отложений. Все описанные моренные валы перекрыты покровными суглинками (лессовыми отложениями) мощностью 20–30 см. Лессовые отложения являются важным стратиграфическим маркером неоплейстоцена. Для территории Западной Сибири стратиграфическая схема лессо-почвенной последовательности детально изучена и упорядочена [Зыкина, Зыкин, 2012]. Небольшая мощность лессового слоя и хорошая выраженность морен в рельефе свидетельствует об их относительной молодости – они отложились не позднее сартанского ледникового времени.

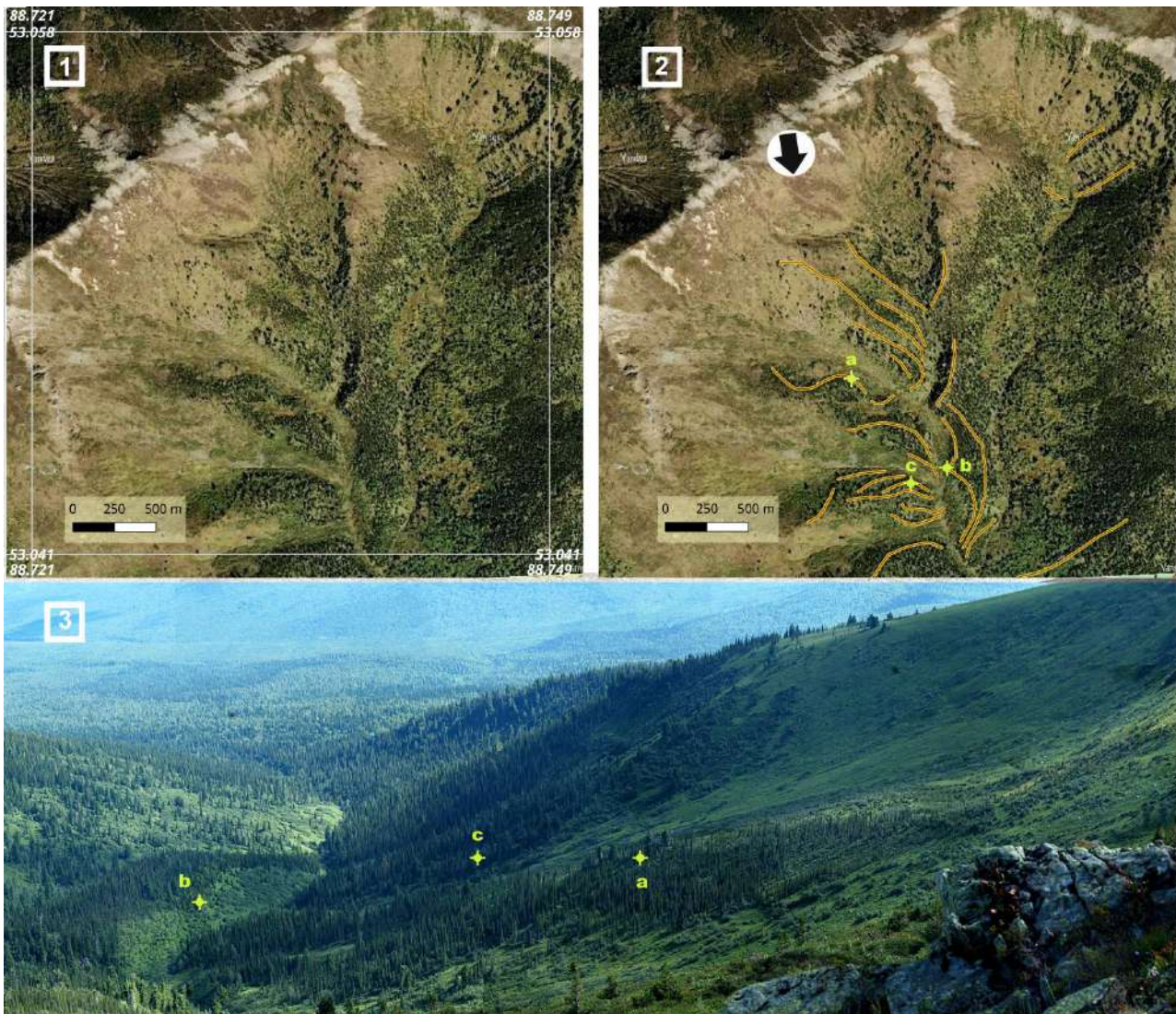


Рис. 3. Ледниковый рельеф южного склона массива горы Патын: 1 – космический снимок западной половины южного склона [Яндекс.Карты, 2019]; 2 – космический снимок с обрисованными моренными валами, стрелкой показаны точка и направление съемки обзорной фотографии 3, точки *a*, *b*, *c* даны для сопоставления обзорной фотографии с космическим снимком; 3 – обзорная фотография моренного комплекса, на которой положение точек *a*, *b*, *c* аналогично точкам на аэрофотоснимке

Fig. 3. Glacial relief of the southern slope of the Patyn mountain massif: 1 – satellite image of the western half of the southern slope [Yandex.Maps, 2019]; 2 – a satellite image with drawn moraine shafts, the arrow shows the point and direction of the overview photograph 3, points *a*, *b*, *c* are given to compare the overview photograph with a satellite image; 3 – overview photograph, points *a*, *b*, *c* are similar to points on an aerial photograph



Рельеф восточной части южного склона массива был описан по данным ДЗЗ на основе экстраполяции данных прямых полевых исследований. Непосредственно под вершиной массива, в южный склон врезан ледниковый кар (площадью около 0,5 км<sup>2</sup>) экспозицией юг-юго-восток, переходящий в долину южной экспозиции. На высоте около 1000 м н.у.м. данную долину замыкает моренный комплекс, состоящий из двух моренных валов высотой 5–8 м относительно окружающего рельефа. Проксимальные склоны валов заняты лесной растительностью, дистальные остепнены, в результате чего моренный рельеф различим на космических снимках, несмотря на малые перепады высот. Восточнее в южный склон массива врезаны еще две горные долины протяженностью по 1,5 км, которые на высоте около 1000 м н.у.м. замыкаются холмисто-грядовым рельефом (по данным ДЗЗ, полевых исследований на этих участках не велось).

На основе расположения экзарационных и моренных форм рельефа, выявленных на южном склоне горы Патын, можно реконструировать четыре ранее существовавших ледника. Ледник, занимавший западную часть южного склона массива, по своей морфологии близок к леднику конических вершин [Окищев, 2017]. Он давал три языка, спускавшихся по подветренному склону. Из кара под вершиной массива выходил долинный ледник, длина которого была не менее 2,5 км. Восточнее на южном склоне г. Патын развивались два карово-долинных ледника длиной до 1,5 км.

Границу максимального продвижения оледенения в массиве горы Патын на настоящий момент точно установить не удалось. Весь описанный моренный рельеф расположен в зоне развития экзарационного рельефа и никак не может маркировать границу оледенения в период максимального его развития. В месте впадения ручьев с южного склона массива в реки Анзак и Сынзас, на абсолютных отметках около 700 м на топографических картах масштаба 1: 25 000 вычленяется всхолмленный участок с пятью отдельными валами, четыре из них полукольцом перегораживают долину, так что ручьи петляют, огибая валы. Понижения за валами местами заболочены. На геологической карте четвертичных образований [Государственная геологическая карта..., 2001] эти отложения отмечены и обозначены как конусы выноса (см. рис. 2), но их детальное описание в геологических отчетах отсутствует. Данные формы рельефа, по нашей интерпретации, вполне могут соответствовать конечным моренам. Идентификация указанных валов как конусов выноса нам представляется маловероятной, поскольку морфология данных форм не свойственна конусам выноса, но типична для ледниковых форм. В то же время, без проверки этого предположения наземными исследованиями, наши заключения следует рассматривать как предварительные.

В соседнем горном районе Кузнецкого Алатау морены максимума последней позднеплейстоценовой ледниковой эпохи выдвигаются в долины магистральных рек до абсолютных высот 720 м н.у.м. [Adamenko et al., 2015]. Для всей северо-западной периферии Алтае-Саянской горной страны имеются свидетельства развития карового, горно-долинного оледенения, с расположением конечных морен на абсолютных высотах до 500–600 м н.у.м. [Щукина, 1960; Буров, 1964; Окищев, Дмитриев, 1987]. Учитывая, что традиционный морфологический метод оценки не дает однозначной и достоверной картины распространения ледников [Рудой, Русанов, 2012], детальные реконструкции максимальных размеров ледников массива горы Патын требуют дальнейших полевых исследований с целью изучения литологии, стратиграфии и абсолютного датирования спорных по генезису форм рельефа. На данном этапе изучения вопроса можно достоверно утверждать о наличии в массиве Патына двух генераций позднеплейстоценовых морен, указывающих на продвижение ледников до отметок 1000 м н.у.м.

В настоящее время Патынский массив полностью лишен современного оледенения, однако процессы нивации широко развиты. По данным анализа космоснимков [Landsat-look Viewer] за 2015–2017 гг. средние сроки залегания снежного покрова в пределах

гольцовой зоны массива составляют 233 дня в год. На восточном склоне и подветренных участках в привершинной части развиты раннелетние снежники, существующие более 250 дней в году (в отдельные годы до 300 дней). Границы раннелетних снежников на местности соответствуют сформированным нивальным нишам (см. рис 2).

Карстовые процессы в массиве горы Патын связаны с карбонатными отложениями венда-нижнего кембрия (кабырзинская, западно-сибирская, белкинская, усинская свиты) [Гутак и др., 2012]. С геологической точки зрения, массив представляет собой хорошо дифференцированный лополит изометрической формы, прорывающий карбонатные и вулканогенные отложения. Интрузивное тело сложено из различных по составу пород габбро, угол падения габбровой интрузии в краевых частях достигает 50–60 градусов [Кондраков, Возная, 2013]. Форма интрузивного тела подразумевает наличие карстующихся пород не только по периферии, но и под магматическими породами. Для таких массивов, включая г. Патын, свойственно также наличие трещин пластовой отдельности (параллельных куполу) и разрывных нарушений (радиальных). Границы между группами петрографических разновидностей пород и тектонические разрывы обуславливают просачивание поверхностных вод и повсеместное развитие карстовых процессов.

Мощность карстующихся пород массива от зоны контакта с интрузивными породами до уреза воды магистральных рек (Кызас, Базас, Сынзас) достигает 500 метров. Весь объем пород охвачен процессами карстообразования, карстовый рельеф развит на всех склонах массива, при этом наиболее закарстованным сектором является юго-западный склон (см. рис. 2). В низкогорной части района (400–900 м) карстовый рельеф представлен многочисленными эрозионно-коррозионными, провальными и суффозионными карстовыми воронками и понорами [Максимович, 1963]. Поверхностные карстовые формы локализованы по ложбинам стока в так называемых сухих логах, а также на слабонаклонных платообразных поверхностях. Многочисленные ручьи, берущие своё начало со склонов Патына, достигая зоны контакта интрузивных и карбонатных пород, переводят свой сток под землю, выходя в виде денудационных и трещинно-карстовых вод (воклюзов) в местах развития дизъюнктивных нарушений в долинах главных транзитных рек.

Наиболее изучен спелеологами юго-западный сектор. В геологических отчетах 1960–1970-х гг. упоминается пещера-источник Кызасская (рис. 4), которая является выводной частью (коллектором) подземной гидросистемы с амплитудой свыше 450 м. Из пещеры выходит большая часть воды, поглощающейся понорами и воронками западного и юго-западного склонов массива горы Патын.

В 1981 г. в километре от Кызасской была открыта пещера Юбилейная, которая представляет собой фрагмент древней (ныне не действующей) гидросистемы. Морфология подземных ходов и характер хемогенных отложений указывает на то, что полость находится в натечно-осыпной стадии развития. Широкие туннелеобразные галереи до 10 м в диаметре свидетельствуют, что активная проработка полости шла во время воклюзной стадии развития, в зоне горизонтальной циркуляции на уровне древнего базиса эрозии, не совпадающего с современным [Максимович, 1963]. Пещера Юбилейная отличается высокой эстетичностью из-за обилия хемогенных отложений и кристаллов. Длина ходов полостей более 1500 метров, глубина – 82 метра.

В 1994 г. был открыт вход в крупнейшую пещеру района, которой дали название Фантазия (см. рис. 4). Пещера Фантазия представляет собой сложную систему ходов субгоризонтального типа, с небольшой зоной вертикальной циркуляции (первые десятки метров) карстовых вод, образовавшихся в результате медленного смещения древнего базиса эрозии. Благодаря этому, в пещере можно проследить уровни горизонтальной проработки полости на разных гипсометрических отметках [Вдовин, 1988]. Длина ходов пещеры составляет больше 6 километров, глубина – 311 метров [Пещеры. Информационно-поисковая система, 2019]. В нижней части пещеры течет подземная река с расходом воды 40–60 л/с (в



паводок расход достигает 200 л/с), с множеством ручьев-притоков. Отдельные участки пещеры содержат обильные хемогенные натечные образования. Дальнейший путь вниз по подземной реке преграждает Четвертый сифон (всего их в пещере 4, ни один пока не пройден). Близкое залегание ходов пещеры относительно зоны контакта карбонатных и интрузивных пород отразилось в петрографическом составе в виде многочисленных даек, «прорезающих» карбонатные породы.

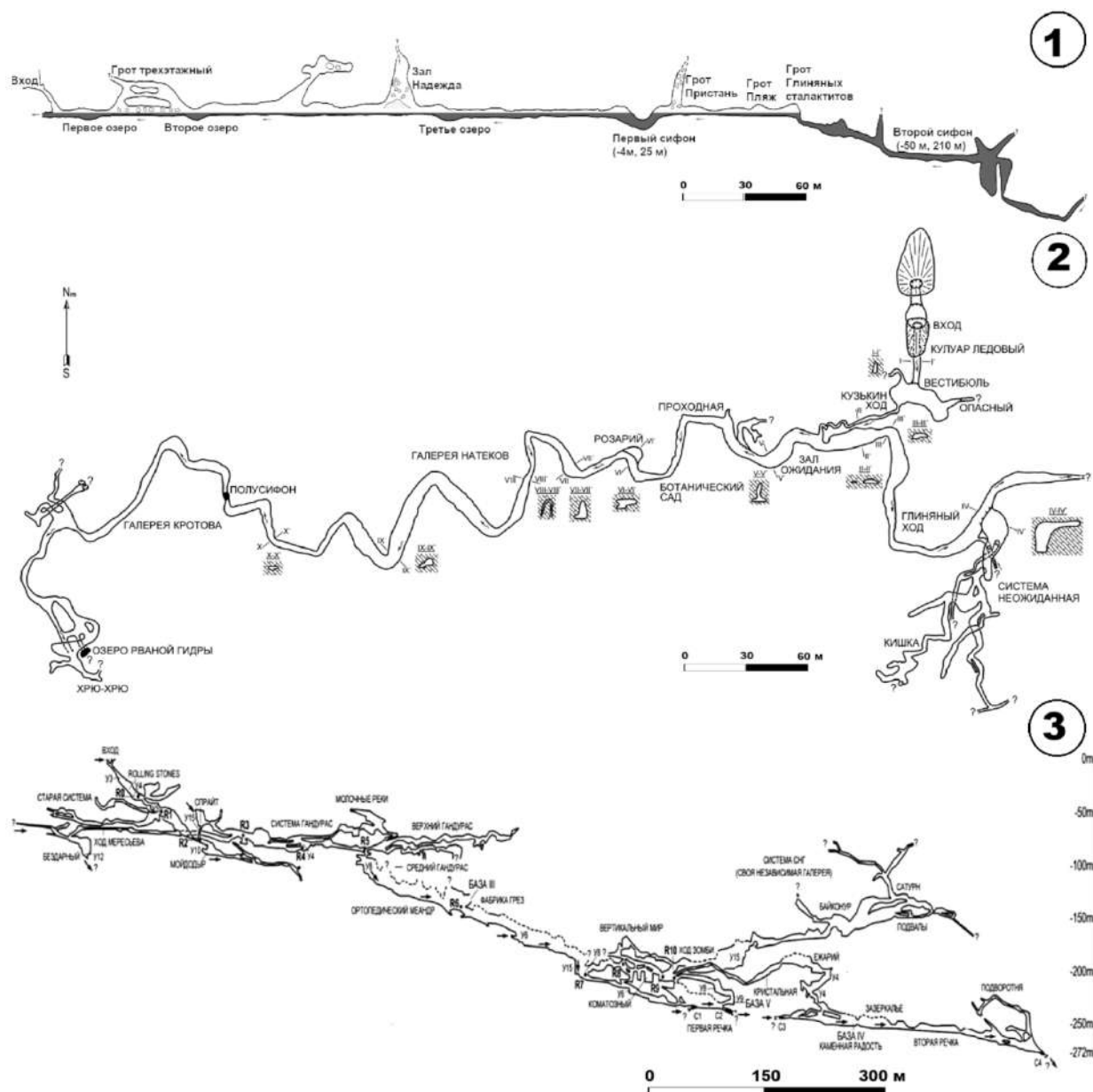


Рис. 4. Схемы пещер Патынского массива: 1 – разрез – развертка пещеры Кызасская. Топоъемка выполнена спелеологами клуба Плутон г. Новокузнецк, Григорьевым О., обработка данных выполнена Величко С.В.; 2 – план пещеры Юбилейная. Топоъемка выполнена Мошкиным В., Рыбальченко В., Егоровой Г., обработка данных выполнена Величко С.В.; 3 – разрез-развертка пещеры Фантазия. Полуинструментальная съемка выполнена Величко С.В., Егоровой Г.

Fig. 4. Schemes of the caves of the Patyn massif: 1 – Section of the Kyzasskaya cave. Topographic survey was performed by cavers of the speleological club "Pluto" (Novokuznetsk) and O. Grigoryev, data processing was made by S. Velichko; 2 – Plan of the cave Yubileinaya. The survey was performed by V. Moshkin, V. Rybalchenko, G. Egorova, data processing was made by S. Velichko; 3 – Section of the Fantasy cave. Semi-instrumental shooting performed Velichko S.V., Egorova G.

17 июля 2017 г., во время комплексной спелеологической экспедиции на территорию юго-западного сектора горы Патын, на дне пещеры Фантазия, при участии одного из соавторов статьи (Ковалёв Р.) в Четвертый сифон был запущен краситель (флуоресцеин натрия). Заблаговременно в пещере-источнике Кызаская были установлены ловушки для улавливания красителя, которые менялись ежедневно. 21 июля удалось визуально зафиксировать концентрированный выход красителя из пещеры Кызаская, который преодолел 3,8 км по прямой. Рассчитанная средняя скорость продвижения красителя составила 39,58 м/час. Краска вышла через четверо суток, острым пиком, не растянулась по гидросистеме, благодаря чему мы можем предполагать, что морфология и сечение подземных каналов достаточны, чтобы пройти систему Фантазия – Кызаская спелеологами, картографировать ее и экстраполировать на поверхность массива.

Помимо трех самых больших пещер здесь был открыт ряд более мелких поверхностных карстовых объектов и небольших пещер, указанных на рис. 2. Они с разной долей вероятности могут вывести в неизвестные части подземной гидросистемы юго-западного сектора горы Патын. Указанные карстовые формы сконцентрированы вблизи абсолютных отметок 950–1050 м и окаймляют область активного развития ледникового рельефа. Географическое соседство настолько тесное, что нам кажется очевидным то обстоятельство, что при деградации ледников в позднеледниковье высвобождавшийся объем пресной воды оказывал влияние на формирование отдельных групп крупных поверхностных форм и подземных карстовых пустот. Наличие в районе древних палеокарстовых галерей, лишенных современного гидрологического функционирования, также подтверждает это.

### Заключение

В массиве г. Патын морены древних ледников зафиксированы на абсолютных высотах до 1000 м. Существует ряд фактов, которые косвенно указывают на возможное продвижение ледников до абсолютных отметок 650–550 м, а именно: большая область развития экзарационного рельефа, расположение здесь аккумулятивных форм, обозначенных на геологической карте как «конусы выноса», которые могут являться моренами. Проведенные спелеологические исследования доказали существование глубокой подземной гидросистемы с перепадом высот свыше 450 м, включающей в себя пещеры Фантазия и Кызаская. В массиве горы Патын карстовый рельеф оконтуривает древний ледниковый рельеф. Граница интрузивных и карстующихся пород проходит вблизи абсолютных отметок 950–1050 м. К этой же высотной зоне приурочены и конечные морены, обнаруженные нами. Наличие одновременно карстовых форм и следов древнего оледенения даёт возможность получения палеогеографической информации методами гляциальной геоморфологии и карстоведения, что делает массив горы Патын перспективным районом для изучения палеогеографии плейстоцена. Массив горы Патын также перспективен для поиска гляциокарстовых форм рельефа и изучения влияния ледников на процессы карстообразования.

*Авторы выражают благодарность заведующей кафедрой географии Томского государственного университета профессору Евсеевой Нине Степановне за ценные советы и замечания по улучшению статьи. Мы также признательны всем участникам Новокузнецкого городского клуба спелеологов «Плутон» за помощь в проведении экспедиционных исследований.*

### Список использованных источников

1. Государственная геологическая карта Российской Федерации. 2001. Масштаб 1:200000. Лист N-45-XXIX (Усть-Кабырза). Серия Кузбасская. Издание второе. Объяснительная записка. Новокузнецк, 227 с.



3. Окишев П.А. 2017. Горные ледники и морфоскульптура ледниковых отложений. Томск, Издательство ТГУ, 208 с.
4. Пещеры. Информационно-поисковая система. Электронный ресурс. URL: <https://speleoatlas.ru/caves/> (дата обращения: 02.10.2019).
5. Спиридонов А.И. 1970. Основы общей методики полевых геоморфологических исследований и геоморфологического картографирования. М., Издательство «Высшая Школа», 456 с.
7. Яндекс карты. Электронный ресурс. URL: <https://yandex.ru/maps> (дата обращения: 02.10.2019).
8. Landsatlook Viewer. Electronic resource. URL: [andsatlook.usgs.gov/viewer.html](https://landsatlook.usgs.gov/viewer.html) (date of the application: 02.10.2019).

### Список литературы

1. Буров В.П. 1964. Кары в верхнем течении р. Томи (Кузнецкий Алатау). В кн.: Гляциология Алтая. Т. 3. Томск, Издательство Томского Университета: 208–211.
2. Вахрушев Б.А. 2001. Палеогеография Крыма в свете новейших карстологических исследований. Культура народов Причерноморья, 17: 11–18.
3. Вдовин В.В. 1988. Кузнецко-Салаирская провинция. В кн.: Рельеф Алтае-Саянской горной области. Новосибирск, Наука: 40–71.
4. Городецкая М.Е., Лазуков Г.И., Коржув С.С., Олюнин В.Н., Чичагов В.П. 1975. Равнины и горы Сибири. М., Наука, 352 с.
5. Гутак Я.М., Величко С.В., Каучакова Е.Е., Разволяев Д.О. 2012. Геологические памятники природы Кемеровской области: Пещеры бассейна реки Мрассу (Горная Шория). Новокузнецк, Кузбасская государственная педагогическая академия, 140 с.
6. Дмитриев В.Е., Бородавко К.С. 2001. Июсское ледниково-подпрудное озеро. География и природопользование в Сибири, 4: 269–276.
7. Зыкина В.С., Зыкин В.С. 2012. Лессо-почвенная последовательность и эволюция природной среды и климата Западной Сибири в плейстоцене. Новосибирск, Издательство «Гео», 477 с.
8. Ивановский Л.Н. 1981. Гляциальная геоморфология гор (на примере Сибири и Дальнего Востока). Новосибирск, Наука, 173 с.
9. Колька В.В. 1998. Мунозерская островная возвышенность. Вестник Мурманского государственного технического университета, 3 (1). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/munozerskaya-ostrovnaaya-vozvysheennost> (дата обращения: 20.05.2019).
10. Кондраков А.Н., Возная А.А. 2013. Минеральные ресурсы недр Кемеровской области. В кн.: Металлические полезные ископаемые. Кемерово, Издательство Кузбасского государственного технического университета, 290 с.
11. Максимович Г.А. 1963. Основы карстоведения: Вопросы морфологии карста, спелеологии и гидрогеологии карста. Т. 1. Пермь, Пермское книжное издательство, 445 с.
12. Окишев П.А., Дмитриев В.Е. 1987. Плейстоценовые оледенения Кузнецкого Алатау. В кн.: Ледники и климат Сибири. Томск, Издательство Томского Государственного университета: 90–93.
13. Остапенко А.А., Крицкая О.Ю. 2020. Влияние горного оледенения на развитие карста Лагонакского нагорья. В кн.: Региональные географические исследования. Краснодар, Издательство Кубанского государственного университета: 66–71.
14. Рудой А.Н., Русанов Г.Г. 2012. Последнее оледенение Северо-Западного Алтая. Томск, Издательство НТЛ, 240 с.
15. Трофимова Е.В. 2006. Карстовая денудация на территории Сибири и Дальнего Востока: особенности сошвременного развития. Геоморфология, 3: 78–84. DOI: 10.15356/0435-4281-2006-3-78-84
16. Шаврина Е.В., Малков В.Н., Гуркало Е.И. 2007. Роль материковых оледенений в развитии карста Европейского севера России. Северный Спелео Альманах. URL: [http://www.nordspeleo.ru/csa/csa\\_7/rol\\_7.htm](http://www.nordspeleo.ru/csa/csa_7/rol_7.htm) (дата обращения: 02.10.2019).
17. Щукина Е.Н. 1960. Закономерности размещения четвертичных отложений и стратиграфия их на территории Алтая. Труды ГИН, 26: 127–164.



18. Adamenko M.M., Gutak Y.M., Solomina O.N. 2015. Glacial history of the Kuznetsky Alatau mountains. *Environmental Earth Sciences*, 74 (3): 2065–2082.
19. Adamson K.R., Woodward J.C., Hughes P.D. 2014. Glaciers and rivers: Pleistocene uncoupling in a Mediterranean mountain karst. *Quaternary Science Reviews*, 94: 28–43.
20. Astakhov V., Inge Svendsen J., Matiouchkova O., Tveranger J. 1999. Marginal formations of the last Kara and Barents ice sheets in northern European Russia. *Boreas*, 28 (1): 23–45.
21. Veress M., Loczy D., Telbisz T., Ruban D.A., Gutak Ja.M. 2019. *Glaciocarst. Switzerland*, Springer Nature, 516 p.
22. Žebre M., Stepišnik U. 2016. Glaciocarst geomorphology of the Northern Dinaric Alps: Snežnik (Slovenia) and Gorski Kotar (Croatia). *Journal of Maps*, 12 (5): 873–881.

## References

1. Burov V.P. 1964. Kary v verhnem techenii r. Tomi (Kuzneckij Alatau). [Cirques in the upper course of the river. Tomi (Kuznetsky Alatau)]. In: *Glyaciologiya Altaya*. V. 3. Tomsk, Publishing House Tomskogo Universiteta: 208–211.
2. Vahrushev B.A. 2001. Paleogeografiya Kryma v svete novejsih karstologicheskikh issledovaniy [Paleogeography of Crimea in the light of the latest karstological research]. *Kul'tura narodov Prichernomor'ya*, 17: 11–18.
3. Vdovin V.V. 1988. Kuznecko-Salairskaya provinciya. V kn.: *Rel'ef Altae-Sayanskoy gornoj oblasti* [Kuznetsk-Salair province. In: Relief of the Altai-Sayan mountainous region]. Novosibirsk, Publ. Nauka: 40–71.
4. Gorodeckaya M.E., Lazukov G.I., Korzhuev S.S., Olyunin V.N., Chichagov V.P. 1975. *Ravniny i gory Sibiri* [Plains and mountains of Siberia]. Moscow, Publ. Nauka, 352 p.
5. Gutak Ya.M., Velichko S.V., Kauchakova E.E., Razvolyaev D.O. 2012. *Geologicheskie pamyatniki prirody Kemerovskoy oblasti: Peshchery bassejna reki Mrassu (Gornaya Shoriya)* [Geological natural monuments of the Kemerovo region: Caves of the Mrassu river basin (Gornaya Shoria)]. Novokuzneck, Kuzbasskaya gosudarstvennaya pedagogicheskaya akademiya, 140 p.
6. Dmitriev V.E., Borodavko K.S. 2001. Iyusskoe lednikovo-podprudnoe ozero [Iyusskoe glacial-dammed lake]. *Geografiya i prirodopol'zovanie v Sibiri*, 4: 269–276.
7. Zykina V.S., Zykin V.S. 2012. Lesso-pochvennaya posledovatel'nost' i evolyuciya prirodnoj sredy i klimata Zapadnoj Sibiri v plejstocene [Loess-soil sequence and evolution of the natural environment and climate of Western Siberia in the Pleistocene]. Novosibirsk, Publishing House Geo, 477 p.
8. Ivanovskij L.N. 1981. *Glyacial'naya geomorfologiya gor (na primere Sibiri i Dal'nego Vostoka)* [Glacial geomorphology of mountains (on the example of Siberia and the Far East)]. Novosibirsk, Publ. Nauka, 173 p.
9. Kolka V.V. 1998. *Munozerskaya ostrovnaya vozvyshennost* [Munozero Island Upland]. *Vestnik Murmanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*, 3 (1). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/munozerskaya-ostrovnaya-vozvyshennost> (date of access: 20.05.2019).
10. Kondrakov A.N., Voznaya A.A. 2013. *Mineral'nye resursy neдр Kemerovskoy oblasti*. V kn.: *Metallicheskie poleznye iskopaemye* [Mineral resources of the bowels of the Kemerovo region. In: Metallic minerals]. Kemerovo, Publishing House Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta, 290 p.
11. Maksimovich G.A. 1963. *Principles of karst science: Questions of karst morphology, speleology and hydrogeology of karst*. Perm', Publishing House Permskoe knizhnoe izdatel'stvo, 445 p. (in Russian)
12. Okishev P.A., Dmitriev V.E. 1987. *Plejstocenovyе oledeneniya Kuzneckogo Alatau*. V kn.: *Ledniki i klimat Sibiri* [Pleistocene glaciations of the Kuznetsk Alatau. In: Glaciers and climate of Siberia]. Tomsk, Publishing House Tomskogo Gosudarstvennogo universiteta: 90–93.
13. Ostapenko A.A., Krickaya O.Yu. 2020. *Vliyanie gornogo oledeneniya na razvitie karsta Lagonakskogo nagor'ya*. [The influence of mountain glaciation on the development of the karst of the Lagonaki highlands]. In: *Regional'nye geograficheskie issledovaniya* [Regional Geographic Studies]. Krasnodar, Publishing House Kubanskogo gosudarstvennogo universiteta: 66–71
14. Rudoj A.N., Rusanov G.G. 2012. *The last glaciation of North-Western Altai Mountains*. Tomsk, Publishing House NTL, 240 p. (in Russian)



15. Trofimova E.V. 2006. Karst of Siberia and the far east: estimation of the recent development. *Geomorfologiya*, 3: 78–84. DOI: 10.15356/0435-4281-2006-3-78-84 (In Russian)
16. Shavrina E.V., Malkov V.N., Gurkalo E.I. 2007. Rol materikovykh oledeneniy v razvitiі karsta Evropeyskogo severa Rossii [The role of continental glaciations in the development of karst in the European North of Russia]. *Severnyy Speleo Almanakh*. URL: [http://www.nordspeleo.ru/cca/cca\\_7/rol\\_7.htm](http://www.nordspeleo.ru/cca/cca_7/rol_7.htm) (date of access: 02.10.2019).
17. Shchukina E.N. 1960. Zakonomernosti razmeshcheniya chetvertichnykh otlozhenij i stratigrafiya ih na territorii Altaya [Regularities in the distribution of Quaternary sediments and their stratigraphy on the territory of Altai]. *Trudy GIN*, 26: 127–164.
18. Adamenko M.M., Gutak Y.M., Solomina O.N. 2015. Glacial history of the Kuznetsky Alatau mountains. *Environmental Earth Sciences*, 74 (3): 2065–2082.
19. Adamson K.R., Woodward J.C., Hughes P.D. 2014. Glaciers and rivers: Pleistocene uncoupling in a Mediterranean mountain karst. *Quaternary Science Reviews*, 94: 28–43.
20. Astakhov V., Inge Svendsen J., Matiouchkova O., Tveranger J. 1999. Marginal formations of the last Kara and Barents ice sheets in northern European Russia. *Boreas*, 28 (1): 23–45.
21. Veress M., Loczy D., Telbisz T., Ruban D.A., Gutak Ja.M. 2019. *Glaciocarst. Switzerland*, Springer Nature, 516 p.
22. Žebre M., Stepišnik U. 2016. Glaciocarst geomorphology of the Northern Dinaric Alps: Snežnik (Slovenia) and Gorski Kotar (Croatia). *Journal of Maps*, 12 (5): 873–881.

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Адаменко Марина Михайловна**, кандидат географических наук, доцент кафедры геологии, геодезии и безопасности жизнедеятельности института горного дела и геосистем Сибирского государственного индустриального университета, г. Новокузнецк, Россия

**Marina M. Adamenko**, PhD in Geography, Associate Professor of the Department of Geology, Geodesy and Life Safety of Institute of Mining and Geosystems of Siberian State Industrial University, Novokuznetsk, Russia

**Гутак Ярослав Михайлович**, профессор, доктор геолого-минералогических наук, заведующий кафедрой геологии, геодезии и безопасности жизнедеятельности института горного дела и геосистем Сибирского государственного индустриального университета, г. Новокузнецк, Россия

**Yaroslav M. Gutak**, Professor, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Head of the Department of Geology, Geodesy and Life Safety, Institute of Mining and Geosystems, Siberian State Industrial University, Novokuznetsk, Russia

**Ковалёв Роман Александрович**, ассистент кафедры геоэкологии и географии Новокузнецкого института (филиала) Кемеровского государственного университета, аспирант кафедры географии Национального исследовательского Томского государственного университета, г. Новокузнецк, Россия

**Roman A. Kovalev**, Assistant of the Department of Geoecology and Geography of the Novokuznetsk Institute (Branch) of Kemerovo State University, Postgraduate Student of the Department of Geography of the National Research Tomsk State University, Novokuznetsk, Russia

**Величко Сергей Владимирович**, педагог Новокузнецкого городского клуба спелеологов «Плутон», г. Новокузнецк, Россия

**Sergey V. Velichko**, teacher of Novokuznetsk city club of speleologists "Pluton", Novokuznetsk, Russia



УДК 332.6

DOI 10.18413/2712-7443-2021-45-1-77-94

## **Кадастровая стоимость сельскохозяйственных угодий Белгородской области: динамика и факторы изменения**

**Выродова Ю.Н.**

Департамент имущественных и земельных отношений Белгородской области,  
Россия, 308005, г. Белгород, Соборная площадь, 4  
E-mail: vyrodova\_yn@dizo31.ru

**Аннотация.** В условиях реформирования правовых и организационных основ массовой оценки недвижимости в России проблемы кадастровой оценки земель сельскохозяйственного назначения, как одной из важнейших для экономики страны категории земель, приобретают особую актуальность. Научные исследования в этой сфере в основном направлены на изучение текущих результатов кадастровой оценки и актуальных практических задач по расчету кадастровой стоимости, а комплексному ретроспективному анализу уровня кадастровой стоимости на территориях регионов уделяется недостаточно внимания. В связи с этим целью исследования является анализ динамики и факторов изменения уровня кадастровой стоимости сельскохозяйственных угодий с момента создания системы государственной кадастровой оценки земель в современной России. Объектом исследования выступили сельскохозяйственные угодья в составе категории земель сельскохозяйственного назначения на территории Белгородской области, расположенной на Юге Среднерусской возвышенности. Проведен анализ динамики удельных показателей кадастровой стоимости и земельной ренты сельскохозяйственных угодий Белгородской области за четыре тура государственной кадастровой оценки (2001, 2006, 2013, 2018 гг.). Выявлены факторы, оказывающие наиболее сильное влияние на изменение уровня кадастровой стоимости сельскохозяйственных угодий. Рассмотрены особенности и новшества региональной модели определения кадастровой стоимости сельскохозяйственных угодий, сформированной в туре кадастровой оценки 2018 г., который является первым опытом работы специализированного регионального государственного учреждения по новым правилам и методическим документам. В результате подготовлены предложения по совершенствованию процедуры и методики определения кадастровой стоимости сельскохозяйственных угодий.

**Ключевые слова:** кадастровая стоимость, государственная кадастровая оценка, цена земли, земли сельскохозяйственного назначения, сельскохозяйственные угодья.

**Для цитирования:** Выродова Ю.Н. 2021. Кадастровая стоимость сельскохозяйственных угодий Белгородской области: динамика и факторы изменения. Региональные геосистемы, 45(1): 77–94. DOI: 10.18413/2712-7443-2021-45-1-77-94

---

## **Cadastral value of agricultural land in the Belgorod oblast: dynamics and factors of change**

**Yulia N. Vyrodova**

Property and Land Relations Department of the Belgorod Oblast,  
4 Sobornaya Sq., Belgorod, 308005, Russia  
E-mail: vyrodova\_yn@dizo31.ru

**Abstract.** In the context of reforming the legal and organizational foundations of the mass appraisal of real estate in Russia, the problems of cadastral valuation of agricultural land, as one of the most important categories of land for the country's economy, are of particular relevance. Scientific research mainly investigates the current results of the cadastral valuation and actual practical tasks for calculating the cadastral



value. However, a comprehensive retrospective analysis of the level of cadastral value in the regions has not received enough attention. For this reason, the purpose of the study is to analyze the dynamics and factors of change in the level of cadastral value of agricultural lands since the creation of the state cadastral valuation system in modern Russia. The object of the study was the productive agricultural lands on the territory of the Belgorod oblast, located in the South of the Central Russian Upland. The dynamics of the cadastral value and estimated land rent of agricultural land in the Belgorod oblast based on the results of four state cadastral valuation rounds (2001, 2006, 2013, and 2018) is presented in the article. The main factors behind the change in the cadastral value were the growth of the agro-climatic potential, the increase in yields and prices of agricultural products, a change in the estimated structure of crops, an increase in capitalization rates and profitability. In addition, the dynamics of the cadastral value is determined by frequent changes in methodological guidelines and valuation models, as well as the goals of the regional government and appraisers to maximize land payments to the budget. Changes in soil condition indicators were not reflected in the results of the cadastral valuation, as the assessors used soil survey data from 1970–1990 due to the lack of access to more relevant information. The focus was on studying the features and innovations of the regional model for estimating the cadastral value of agricultural land, formed in the assessment round of 2018. This was the first experience of a specialized regional state institution operating under the new rules and methodological documents. Proposals for improving the procedure and methodology for determining the cadastral value of agricultural land have been prepared.

**Keywords:** cadastral value, state cadastral valuation, mass appraisal of real estate, assessment, land price, agricultural land.

**For citation:** Vyrodova Yu.N. 2021. Cadastral value of agricultural land in the Belgorod oblast: dynamics and factors of change. *Regional Geosystems*, 45(1): 77–94. DOI: 10.18413/2712-7443-2021-45-1-77-94

---

## Введение

Сельское хозяйство традиционно относится к низкорентабельным отраслям экономики, чувствительным к любым изменениям мер государственной поддержки и цен на производственные ресурсы. Основным производственным ресурсом для сельхозтоваропроизводителей является земля. В России функционирует смешанная система регулирования цен на земли сельскохозяйственного назначения: для частных земель стоимость продажи и аренды регулируется рынком свободно, для государственных и муниципальных земель – устанавливается правовыми актами органов власти преимущественно на основании кадастровой стоимости. В условиях неразвитого рынка земель сельскохозяйственного назначения в России частные собственники также все чаще ориентируются при совершении сделок на кадастровую стоимость. То есть результаты кадастровой оценки земель используются в качестве инструмента управления и регулирования рынка недвижимости [Гальченко и др., 2020]. Кроме того, кадастровая стоимость применяется для исчисления земельного налога, являющегося основной формой периодических земельных платежей в бюджет. Таким образом, одним из важнейших факторов развития сельского хозяйства является объективный, актуальный, экономически обоснованный и предсказуемый уровень кадастровой стоимости земель сельскохозяйственного назначения.

В последние годы различные аспекты массовой оценки недвижимости, в том числе земель, являются предметом исследований как отечественных, так и зарубежных ученых. Тренды научного поиска в этой сфере связаны с применением геоинформационных технологий, пространственной эконометрики, искусственного интеллекта, а также сложных смешанных моделей оценки недвижимости, в которых одновременно используются различные подходы и методы, пространственные и непространственные характеристики объектов оценки [Krause, Bitter, 2012; Wang, Li, 2019]. В практике массовой оценки недвижимости наиболее распространённым и научно-обоснованным является сравнительный подход с применением методов классического статистического регрессионного моделирования или

географически взвешенной регрессии [Jahanshiri et al., 2011; Doumpos et al., 2020; Hermans, 2020]. Применение этого подхода в отношении сельскохозяйственных земель существенно затруднено в связи с неоднородностью объектов оценки и недостатком рыночной информации о ценах [Van der Walt, Boshoff, 2017] и требует разработки неклассических моделей оценки [Foryś, Putek-Szeląg, 2018]. Учитывая это, на сегодняшний день ведущим способом оценки сельскохозяйственных земель в России и мире остается доходный подход [Синица, Комаров, 2020]. Доходный подход традиционно реализуется через метод прямой капитализации земельной ренты [Государственная кадастровая оценка..., 2012; Харитонов и др., 2016; Махт и др., 2017; Zhichkin et al., 2020]. Моделирование земельной ренты является сложным и ресурсоемким, требует учета множества взаимосвязанных природно-географических и экономических факторов. Земли сельскохозяйственного назначения являются особым объектом кадастровой оценки не только в связи с применением доходного подхода, но и с учетом масштаба этой категории земель и ее ценности как природного ресурса [Выродова, 2020б].

Рост научного интереса к проблемам государственной кадастровой оценки (далее – ГКО) в России во многом связан с проведенной в 2016–2019 гг. очередной реформой этой сферы деятельности. С принятием Федерального закона от 3 июля 2016 г. № 237-ФЗ «О государственной кадастровой оценке» (далее – Закон о ГКО) [2016] фактически началось формирование новой системы массовой оценки недвижимости для целей налогообложения в России. Основные новшества, характерные для этой системы по сравнению с ранее существовавшей, подробно рассмотрены отечественными исследователями [Жданова, 2017; Липски, 2017; Каньшин, 2018; Грибовский, 2019; Выродова, 2020а].

В 2018–2020 гг. в 58 субъектах РФ состоялись первые туры ГКО земель сельскохозяйственного назначения по новым правилам [Фонд данных..., 2020]. С учетом последних поправок в Закон о ГКО [О внесении изменений..., 2020] в 2022 году на территории России будет проведена ГКО земельных участков одновременно всех категорий, в том числе и земель сельскохозяйственного назначения. Четкое понимание факторов изменения кадастровой стоимости позволит при проведении очередной оценки не допустить необоснованного роста уровня кадастровой стоимости, обеспечить объективность и высокое качество результатов ГКО.

### **Объекты и методы исследования**

Объектом исследования являются сельскохозяйственные угодья в составе категории земель сельскохозяйственного назначения на территории Белгородской области, расположенной на Юге Среднерусской возвышенности.

По состоянию на 1 января 2018 г. (дата последнего тура ГКО) согласно официальным статистическим данным [Единая межведомственная..., 2020] площадь категории земель сельскохозяйственного назначения на территории Белгородской области составляла 2087,1 тыс. га или 76,9 % от общей площади региона. Из указанной площади 1894,8 тыс. га или 90,8 % относятся к сельскохозяйственным угодьям. Преобладающим видом сельскохозяйственных угодий является пашня, которая занимает площадь 1505,9 тыс. га или 79,5 % от общей площади сельскохозяйственных угодий.

Доля площади сельскохозяйственных угодий в составе земель сельскохозяйственного назначения в общей площади муниципального образования колеблется от 59 % в Старооскольском городском округе, являющемся центром горнодобывающей промышленности, до 82 % в Вейделевском районе, относящемся к традиционным аграрным территориям. Доля пашни в общей площади сельскохозяйственных угодий варьирует от 71 % в Красногвардейском районе, где значительная площадь кормовых угодий является следствием сильного расчленения рельефа и исторически сложившейся структуры сельскохозяйственного производства, до 86 % в Старооскольском городском округе, где ввиду общей ограниченности



непромышленных земельных ресурсов под пашню были задействованы даже малопродуктивные земли (рис. 1).

Белгородская область относится к староосвоенным аграрным регионам с преобладанием высокопродуктивных черноземных почв и достаточно благоприятными агроклиматическими условиями. Черноземы распространены на 77,8 % площади области [Единый государственный..., 2019]. В структуре пашни в лесостепной зоне области преобладают черноземы типичные (44,8 % от всех пахотных почв области) и выщелоченные (25,7 %), а в степной зоне – черноземы обыкновенные (13,0 %) [Лукин, 2018]. Сумма температур воздуха за период с температурой выше +10 °С (период активной вегетации большинства растений) превышает 2600 градусов, гидротермический коэффициент составляет 0,8–1,0, биоклиматический потенциал – от 1,79 до 1,9 в зависимости от агроклиматической зоны области [Географический атлас..., 2018].

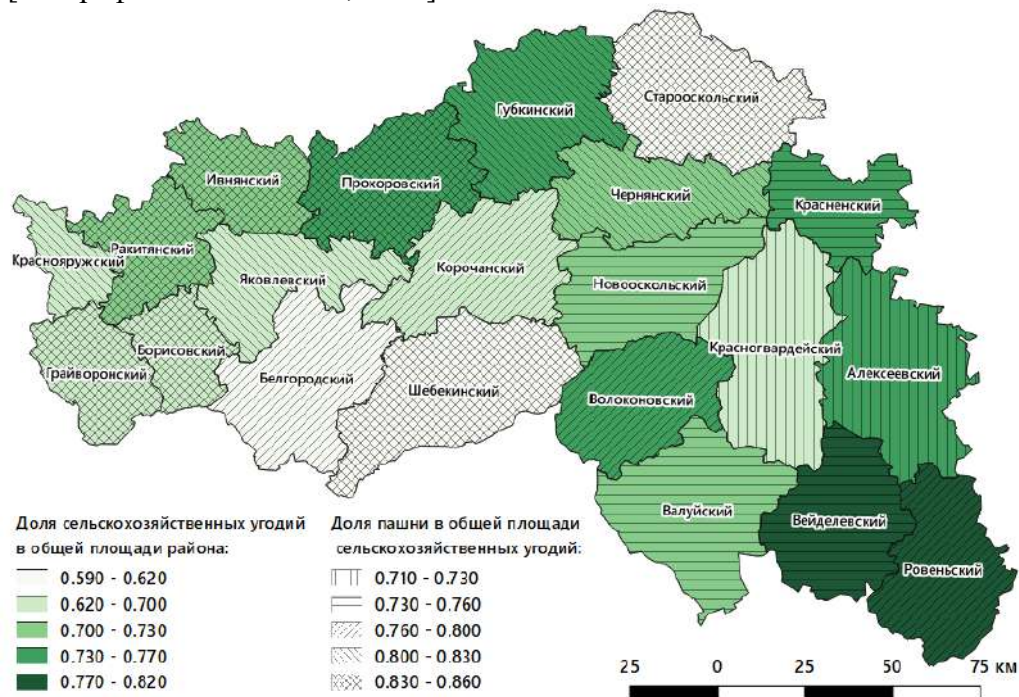


Рис. 1. Распределение муниципальных образований Белгородской области по доле сельскохозяйственных угодий и доле пашни по состоянию на 01.01.2018  
 Fig. 1. Distribution of municipalities of the Belgorod oblast by the share of agricultural land and share of arable land as of 01.01.2018

При анализе динамики и факторов изменения кадастровой стоимости сельскохозяйственных угодий на территории Белгородской области использовались следующие фактические данные:

- методические документы и технические указания (регламенты), регулирующие процедуру определения кадастровой стоимости сельскохозяйственных угодий в 2000–2018 гг.;
- сведения, содержащиеся от Отчетах об итогах ГКО и других документах Фонда данных ГКО [Фонд данных..., 2020]: характеристики объектов оценки, значения ценообразующих факторов, в том числе исходная почвенно-климатическая информация, значения удельных показателей кадастровой стоимости сельскохозяйственных угодий (далее – УПКС);
- статистические данные Единой межведомственной информационно-статистической системы (далее – ЕМИСС) [Единая межведомственная..., 2020]: урожай-

ность сельскохозяйственных культур, посевные площади, валовый доход растениеводства, индексы цен производителей продукции растениеводства, индексы потребительских цен.

В проведенном исследовании использовались методы системного, сравнительно-географического, ретроспективного анализа, а также статистической обработки данных.

Обработка больших массивов данных об объектах и результатах кадастровой оценки производилась с помощью специально разработанного автором статьи программного обеспечения: Конфигурация «Кадастровая оценка» на базе 1 С: Предприятие, 8.3. Для геоинформационного анализа и составления картосхем использовалось программное обеспечение QGIS.

### Результаты и их обсуждение

На сегодняшний день для Белгородской области характерен достаточно высокий уровень кадастровой стоимости земель сельскохозяйственного назначения в сравнении с другими регионами Центрального Черноземья. По итогам последнего тура ГКО утвержденный средний УПКС сельскохозяйственных угодий в Белгородской области составил 10,92 руб./м<sup>2</sup>, превысив аналогичные показатели по Тамбовской области в 1,8 раза, Воронежской и Липецкой областей – в 1,9 раза, Курской области – в 2,3 раза (рис. 2).

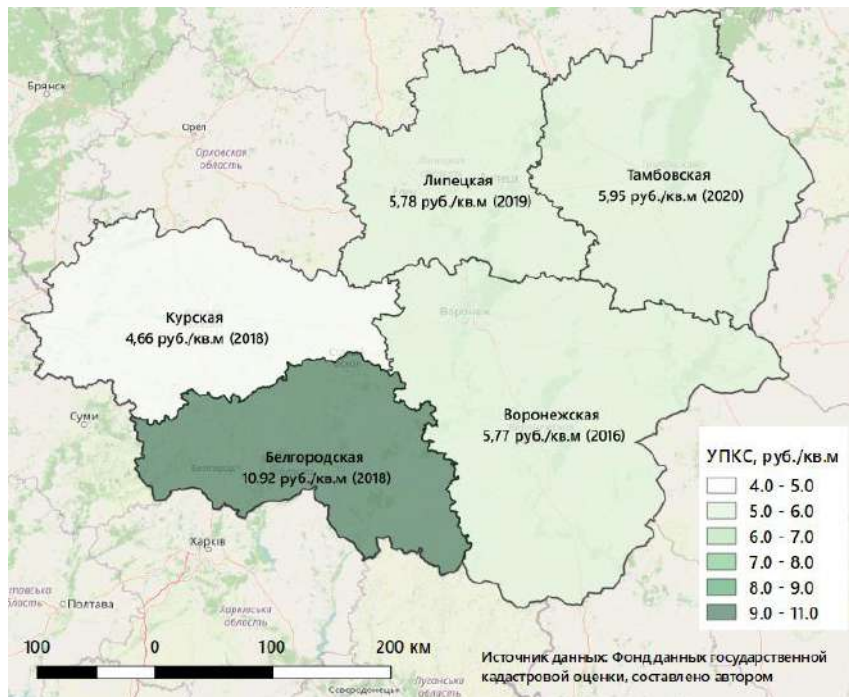


Рис. 2. Средний уровень кадастровой стоимости сельскохозяйственных угодий в областях Центрально-Чернозёмного экономического района России на 01.01.2020 г.

Fig. 2. Average level of cadastral value of agricultural land in the Central Chernozem Economic Region of Russia as of 01.01.2020

Всего на территории Белгородской области проведено 4 тура государственной кадастровой оценки земель сельскохозяйственного назначения, в том числе последний тур в 2018 г. в соответствии с новым Законом о ГКО и новыми Методическими указаниями о ГКО [Об утверждении..., 2017].

Результаты проведенного нами анализа динамики уровней кадастровой стоимости, основных элементов расчета кадастровой стоимости и земельной ренты (ценообразующих факторов), а также отдельных статистических показателей, характеризующих объектив-



ные экономические условия аграрного производства на изучаемой территории, в 2001–2018 гг. представлены в табл. 1.

На территории Белгородской области от тура к туру ГКО наблюдался достаточно динамичный рост уровня кадастровой стоимости сельскохозяйственных угодий. С 2001 г. по 2018 г. средний утвержденный УПКС увеличился с 2,01 руб./м<sup>2</sup> до 10,92 руб./м<sup>2</sup>, то есть в 5,4 раза. Однако, такой темп роста УПКС не превышал темпа роста среднего удельного валового дохода растениеводства за аналогичный период, который составил 8,6 раза. В результате показатель налоговой нагрузки, рассчитываемый как отношение среднего удельного земельного налога к среднему удельному валовому доходу растениеводства, снизился с 0,012 до 0,007. Это свидетельствует об экономической обоснованности результатов кадастровой оценки сельскохозяйственных угодий на территории региона, несмотря на их сравнительно высокий уровень.

Таблица 1  
Table 1

Динамика кадастровой стоимости сельскохозяйственных угодий и отдельных факторов ее формирования на территории Белгородской области в 2001–2018 гг.  
Dynamics of the cadastral value of agricultural land and some factors of its formation on the territory of the Belgorod oblast in 2001–2018

Показатель/Год тура ГКО	2001	2006	2013	2018
Минимальный УПКС сельскохозяйственных угодий, руб./м <sup>2</sup>	0,04	0,50	1,68	2,29
Утвержденный средний УПКС сельскохозяйственных угодий, руб./м <sup>2</sup>	2,01	3,99	5,60	10,92
Максимальный УПКС сельскохозяйственных угодий, руб./м <sup>2</sup>	2,59	6,18	10,76	13,64
Коэффициент капитализации, %	3,00	3,00	11,84	9,00
Срок капитализации рентного дохода, лет	33	33	8	11
Средний расчетный удельный валовый доход (оценочная продуктивность), руб./га	2 369	5 338	37 891	36 898
Средние расчетные затраты с учетом прибыли предпринимателя (цена производства), руб./га	1 760	4 196	31 307	27 557
Расчетная ставка прибыли предпринимателя (норматив окупаемости затрат, рентабельность производства), %	7	7	24	17
Средняя расчетная удельная земельная рента, руб./га	611	1 197	6 632	9 846
Средняя урожайность зерновых и зернобобовых культур по статистическим данным (среднепогодное значение за 5 лет, предшествующих дате оценки), ц/га	21.70	26.10	30.88	43.48
Средняя расчетная нормативная урожайность зерновых, ц/га	–	–	35,57	47,69
Средний удельный валовый доход растениеводства по статистическим данным (среднепогодное значение за 3 года, предшествующих дате оценки в сопоставимых ценах), руб./га посевных площадей	5 204	9 757	30 085	44 937
Средний расчетный удельный земельный налог за сельскохозяйственные угодья (по ставке 0,3 %), руб./га	60,36	119,69	168,00	328,20
Соотношение среднего удельного земельного налога и среднего удельного валового дохода растениеводства	0,012	0,012	0,006	0,007

Каждый тур ГКО проводился в соответствии с разными методическими документами и рекомендациями, однако все методики были основаны на методе прямой капитализации земельной ренты (рис. 3). Принципиальные изменения в методическом подходе к определению кадастровой стоимости сельскохозяйственных угодий на федеральном уровне произошли один раз в 2010 г. и на территории Белгородской области впервые нашли отражение в туре ГКО 2013 г. Тогда для определения расчетной земельной ренты вместо оценочной продуктивности угодий и оценочных затрат, определяемых на основании фактической многолетней урожайности и других статистических данных, начали применяться нормативная урожайность и нормативные затраты [Сапожников, Рыбальский, 2019]. Нормативная урожайность определяется с учетом характеристик почв (содержание гумуса, мощность гумусового горизонта, содержание физической глины, негативные свойства почв), а также агроклиматического потенциала территории расположения земель [Оценка качества..., 2007] и не зависит от уровня применяемых в конкретном землепользовании агротехнологий.

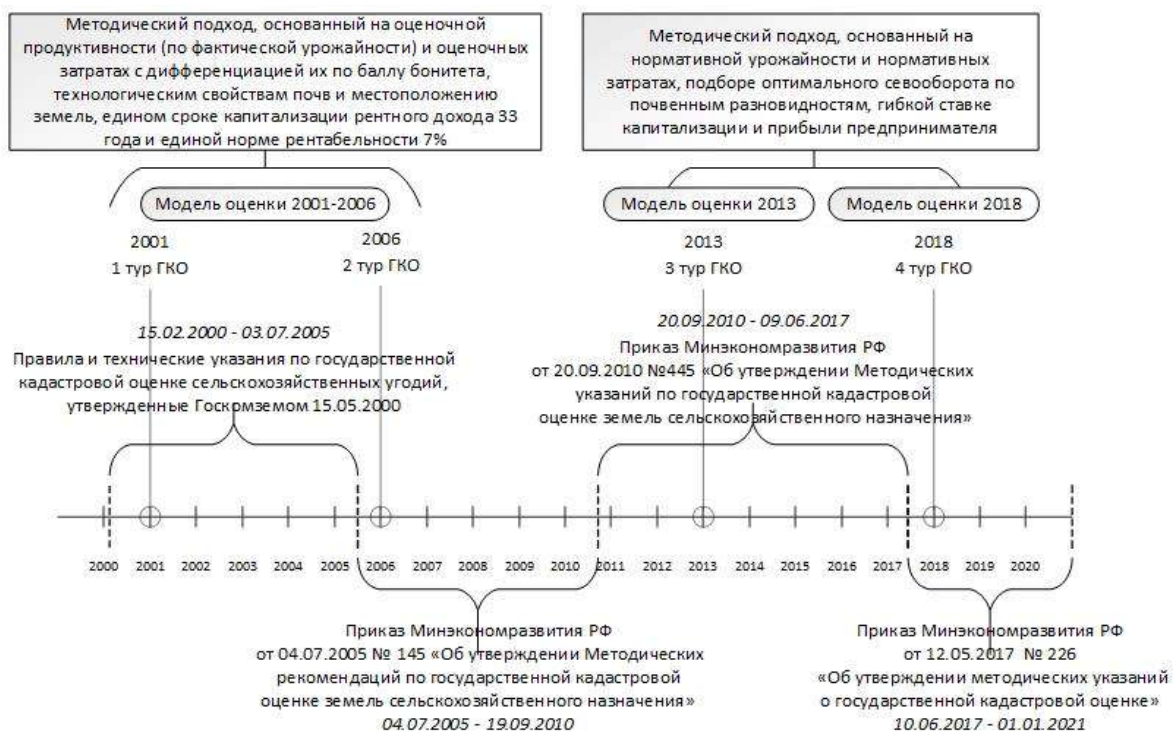


Рис. 3. Методические основы определения кадастровой стоимости сельскохозяйственных угодий в 2001–2018 гг.

Fig. 3. Methodological bases for assessing the cadastral value of agricultural land in 2001–2018

Федеральные методические документы о ГКО с 2010 г. приобрели рамочный (вариативный) характер. В них описывается только общий алгоритм расчета земельной ренты и кадастровой стоимости, но не содержится конкретных формул и коэффициентов для расчета нормативной урожайности и других ценообразующих факторов. В результате начали развиваться региональные модели оценки сельскохозяйственных угодий, основанные на едином методическом подходе, но существенно различающиеся по многим параметрам. Для Белгородской области в этот период характерно формирование новой модели в каждом туре ГКО (табл. 2). Как мы видим из табл. 2, единственными стабильными элементами расчета были структура почвенных разновидностей и свойства (характеристики качества) почв. Источником почвенной информации во всех турах ГКО на территории Белгородской области являлись крупномасштабные почвенные карты (1970–1990-х гг.) и данные IV тура экономической оценки земель (1987–1989 гг.) о содержании гумуса, мощности гумусового горизонта, содержании физической глины, негативных свойствах, балле бонитета почв.



Таблица 2  
Table 2

Сравнение моделей расчета кадастровой стоимости сельскохозяйственных угодий  
Белгородской области в турах ГКО 2013 и 2018 гг.  
Comparison of models for calculating the cadastral value of agricultural land in the Belgorod oblast  
in the rounds of cadastral valuation in 2013 and 2018

Элемент модели расчета кадастровой стоимости	ГКО 2013 г.	ГКО 2018 г.
Агроклиматический потенциал (АП)	5 агроклиматических зон со значениями АП от 7,0 до 7,8	3 агроклиматические зоны со значениями АП от 8,0 до 9,0
Структура почвенных разновидностей	На земельные участки экстраполирована структура почвенных разновидностей крупных землепользований бывших колхозов, совхозов, на территории которых были составлены крупномасштабные почвенные карты в 70–90 гг. XX века	
Свойства (характеристики качества) почв	Использованы данные о содержании гумуса, глубине гумусового горизонта, содержании физической глины, негативных свойствах почв, содержащиеся в материалах IV тура экономической оценки земель (1987–1989 гг.)	
Оценочная структура видов угодий	Пашня (76,7 %) Кормовые угодья (23,3 %)	Пашня (82,5 %) Кормовые угодья (17,5 %)
Учет видов угодий как ценообразующего фактора	Учитывалась пригодность почв под пашню, сенокосы или пастбища на стадии определения земельной ренты (определение вида использования и подбор оптимального севооборота). При расчете кадастровой стоимости земельного участка учет структуры видов угодий не осуществлялся	При расчете кадастровой стоимости земельного участка учитывалась фактическая структура видов угодий с выделением площади пашни и площади кормовых угодий. Другие виды угодий не учитывались и приравнивались к пашне. УПКС для видов угодий определены для территорий бывших колхозов, совхозов по расчетной структуре пригодности почв
Состав и структура оценочных культур	Многолетние травы (35,5 %); сенокосы и пастбища (23,3 %); ячмень (11,3 %); картофель (10 %); пшеница озимая (8 %); кукуруза (5,3 %); сахарная свекла (4,24 %); однолетние травы (2,3 %)	Многолетние травы (26,6 %); пшеница озимая (17,6 %); сенокосы и пастбища (17,5 %); подсолнечник (14,5 %); сахарная свекла (13,2 %); соя (4 %); ячмень (3,7 %); прочие (2,8 %)
Прибыль предпринимателя	Определена на уровне фактической рентабельности растениеводства по статистическим данным за 5 лет, предшествующих дате оценки в размере 24 %	Определена в размере целевого показателя по государственной программе развития АПК 17%
Цены реализации сельскохозяйственной продукции	Определены на основании информации заказчика как средние за 4 года, предшествующие дате оценки без учета индексации	Определены на основании данных ЕМИСС как средние за 5 лет, предшествующих оценке, с учетом индексации на ИПЦ
Затраты на возделывание сельскохозяйственных культур	Определены по технологическим картам дифференцировано по 5 агроподзонам. Источник составления технологических карт не указан	Определен единый уровень затрат по всем агроподзонам путем индексации максимальных затрат прошлого тура
Ставка капитализации	Определена методом кумулятивного построения с учетом рисков инвестирования в размере 11,8431 %.	Определена по справочнику оценщика [Лейфер, 2018] в размере 9 %
Коэффициенты для расчета нормативной урожайности сельскохозяйственных культур	Различные по агроклиматическим зонам [Справочник..., 2010]	Единые для всей области, рассчитанные на основании соотношения среднесезонной урожайности культуры к урожайности зерновых

Безусловно, почвенные характеристики более стабильны во времени по сравнению с динамично меняющимися экономическими ценообразующими факторами, однако и они требуют актуализации. Под воздействием природных и антропогенных факторов происходят процессы деградации почв, что отражается на их качественных свойствах и требует

учета при оценке земель. Так, для территории Белгородской области характерно развитие эрозионных процессов. К 2012 г. общая площадь сильноосмытых пахотных почв достигла 128 тыс. га, а сильноосмытых со среднесмытыми – 577 тыс. га [Лисецкий, Голушов, 2012]. При этом в ГКО 2013 г. учитывались негативные признаки средне- и сильноосмытых почв только на площади 56,4 тыс. га. Еще один из значимых и масштабных видов деградации почв в лесостепной зоне – подкисление пахотных черноземов. По результатам агрохимического обследования, доля кислых почв в области по состоянию на 01.01.2018 г. составляла 37,0 % [Лукин, 2018]. В материалах ГКО к кислым почвам, нуждающимся в известковании, отнесено только 88,7 тыс. га или 4,78 % сельхозугодий.

Одним из основных критериев почвенного плодородия традиционно служит показатель содержания органического вещества в почвах. С момента проведения IV тура экономической оценки земель (1987–1989 гг.) средневзвешенный показатель обеспеченности пахотных почв органическим веществом по области увеличился незначительно – с 4,9 до 5 %, однако произошли достаточно серьезные изменения в распределении почв по классификационным группам: например, доля почв с повышенным содержанием гумуса (6,1–8 %) сократилась с 14,1 до 8,1 %, со средним содержанием гумуса (4,1–6 %) увеличилась с 67,1 % до 77,0 % [Лукин, 2017]. Эти изменения важнейшего фактора нормативной урожайности не находят отражения в расчетах кадастровой стоимости. Кроме того, исследованиями обоснованы смены во времени компонентного состава почвенного покрова Белгородской области под влиянием внутривековой цикличности климата. В частности, в прохладно-влажную фазу климата конца XX века наблюдался рост доли чернозёмов выщелоченных и сокращение доли чернозёмов типичных [Смирнова и др., 2019].

Таким образом, исходная почвенная информация для ГКО на сегодняшний день остро нуждается в актуализации, но порядок такой актуализации не определен. Источником актуальных сведений о состоянии почв может стать геоинформационная система «Агроэколог Онлайн», разработанная и внедренная в ФГБУ «ЦАС Белгородский» [Лукин и др., 2019]. В базе данных указанной геоинформационной системы содержатся оцифрованные почвенные карты в векторном формате, актуальные показатели агрохимического мониторинга почв, сведения о видах угодий и проектах адаптивно-ландшафтной системы земледелия, а также другие важные сведения, которые целесообразно использовать для повышения точности модели определения кадастровой стоимости сельскохозяйственных земель. Для дальнейшего развития и наполнения этой системы важно на законодательном уровне решить вопрос о возобновлении масштабных базовых почвенных обследований сельхозугодий по устойчивым во времени (буферным) свойствам почв, которые, по мнению ряда исследователей, должны проводиться с периодичностью 30 лет [Махт и др., 2018].

Наряду с естественным плодородием почв важнейшим объективным природно-географическим фактором кадастровой стоимости сельскохозяйственных угодий являются климатические условия, которые с 2010 г. находят отражение в моделях оценки через показатель агроклиматического потенциала (АП).

ГКО 2013 г. проводилась на основе оценочного агроклиматического зонирования, составленного по результатам метеонаблюдений за период 1970–1990-х гг. [Справочник..., 2010]. Исследования подтверждают существование внутривековой (квази-30 летней) цикличности климата с чередованием прохладно-влажных и тепло-сухих фаз в течение вегетационных периодов [Смирнова и др., 2019] и изменение агроклиматического зонирования Белгородской области в начале XXI века с учетом роста теплообеспеченности вегетационного периода [Лебедева и др., 2015]. Необходимость актуализации агроклиматического оценочного зонирования подкреплялась также тем, что к 2018 г. средняя расчетная нормативная урожайность зерновых (35,57 ц/га) все более отставала от фактиче-

ской урожайности, среднемноголетнее значение которой за период 2013–2017 гг. составило по зерновым и зернобобовым культурам 43,48 ц/га (см. табл. 1).

Новое агроклиматическое зонирование в ГКО 2018 г. выделяет 3 агроподзоны со значениями АП от 8,0 до 9,0 вместо 5 агроподзон со значениями АП от 7,0 до 7,8 (рис. 4). Наибольший рост АП (на 15 %) произошел на северо-западе области (Борисовский, Грайворонский, Ивнянский, Краснояружский, Ракитянский, Прохоровский, Губкинский районы). Также достаточно высокий рост АП (на 14 %) наблюдался на юго-востоке области – в Алексеевском и Ровенском районах, которые ранее с учетом низкой влагообеспеченности были отнесены в 5 агроподзону с минимальным значением АП, равным 7,0, а по новому зонированию вошли в единую для восточной части области третью агроподзону с АП, равным 8,0. Новое агроклиматическое зонирование позволило увеличить показатель средней нормативной урожайности до 47,7 ц/га (+34 %), то есть выше уровня фактической среднемноголетней урожайности (см. табл. 1).

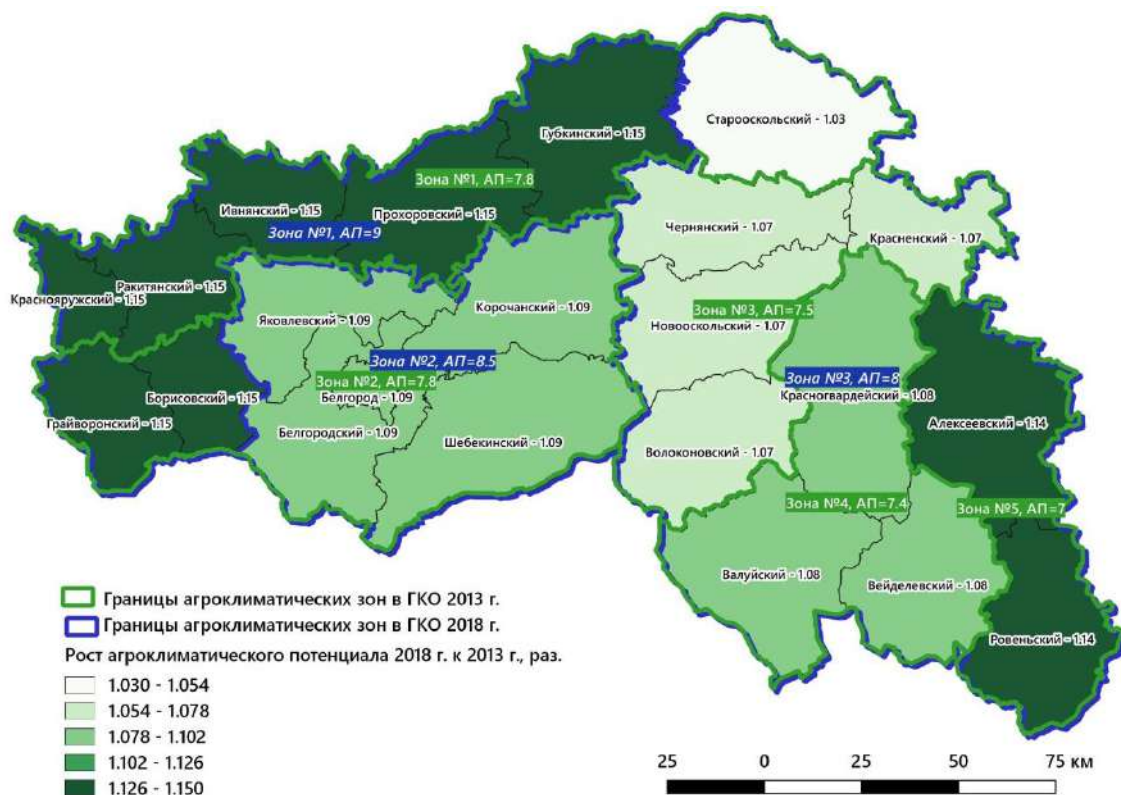


Рис. 4. Агроклиматическое оценочное зонирование Белгородской области для целей кадастровой оценки сельскохозяйственных угодий  
 Fig. 4. Agroclimatic assessment zoning of the Belgorod oblast for the purpose of cadastral valuation of agricultural land

Величина агроклиматического потенциала является очень весомым ценообразующим фактором, однако новое агроклиматическое оценочное зонирование не было утверждено каким-либо органом власти, не прошло общественного обсуждения, не было опубликовано. Результаты научных исследований достаточно аргументировано обосновывается и другое зонирование с выделением 2 агроклиматических зон [Географический атлас..., 2018]. Кроме того, новое зонирование было произведено на основании данных за 5-летний период, что является недостаточным для достоверного анализа изменений климатических условий. В формуле расчета АП также без должных обоснований коэффициент увлажнения был заменен на гидротермический коэффициент.

Проведенный анализ позволил выделить ряд особенностей динамики кадастровой стоимости сельскохозяйственных угодий на территории Белгородской области.

1. Частые изменения в методических подходах и моделях оценки, а также пересмотр агроклиматического оценочного зонирования привели к неравномерности роста уровня кадастровой стоимости сельскохозяйственных угодий в 2001–2018 гг. в разрезе муниципальных образований Белгородской области (рис. 5). Наиболее высокие темпы роста кадастровой стоимости выявлены в Корочанском (6,4 раза) и Шебекинском (6,19 раза) районах, что является отражением целевой установки региональной власти на максимизацию кадастровой стоимости на близких к областному центру территориях. Наименьший рост кадастровой стоимости зафиксирован в удаленных от областного центра Алексеевском (в 4,47 раза) и Красненском (в 4,71 раз) районах.

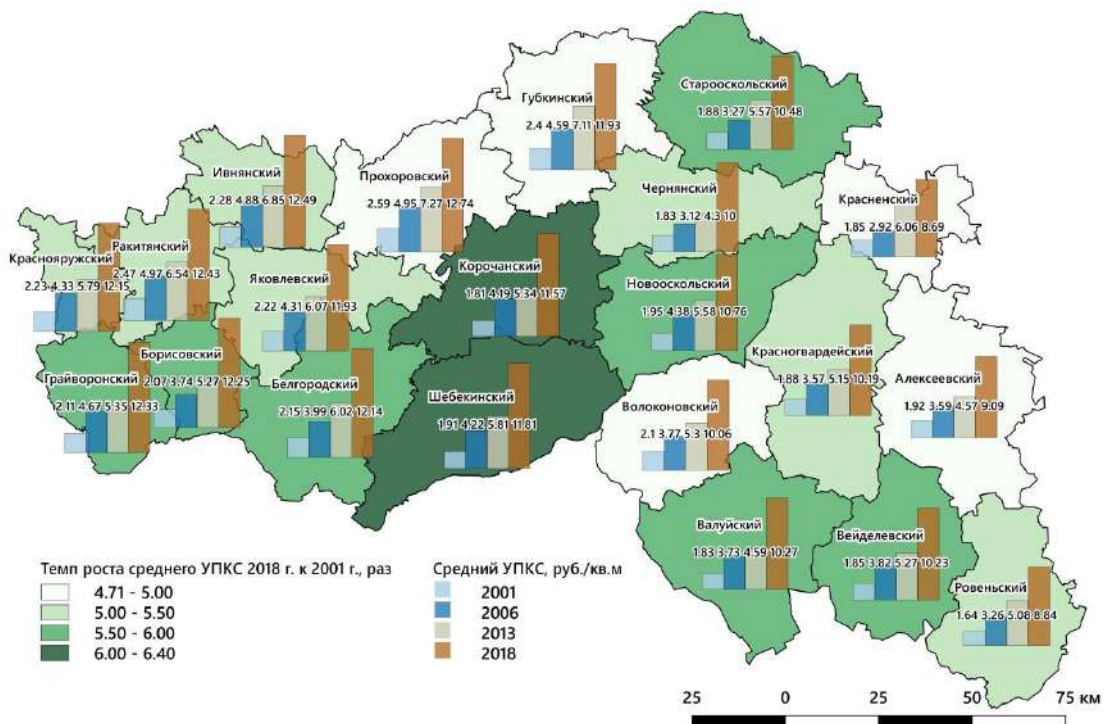


Рис. 5. Темп роста кадастровой стоимости сельскохозяйственных угодий Белгородской области в 2001–2018 гг.

Fig. 5. Growth rate of the cadastral value of agricultural land in the Belgorod oblast in 2001–2018

Территориальная неравномерность темпов роста среднего уровня кадастровой стоимости по муниципальным образованиям нашла отражение в изменениях оценочного зонирования территории Белгородской области, происходивших по результатам каждого тура ГКО (рис. 6).

2. Слабая степень корреляции темпов роста средних УПКС с темпами роста фактических цен и доходов растениеводства (рис. 7). Только в туре ГКО 2006 г. темп роста среднего утвержденного УПКС к уровню предыдущего тура (1,98) был приближен к уровню инфляции (1,95) и темпу роста среднесрочного удельного валового дохода растениеводства (в сопоставимых ценах) за межочередной период (1,87). В последующих турах ГКО наблюдались существенные и разнонаправленные расхождения в значениях этих показателей. Например, по итогам ГКО 2013 г., темп роста УПКС (1,4) был более чем в 2 раза ниже темпа роста валового дохода растениеводства (3,08), а по итогам ГКО 2018 г. темп роста УПКС (1,95) напротив, превысил темп роста валового дохода растениеводства (1,49) на 31 %.



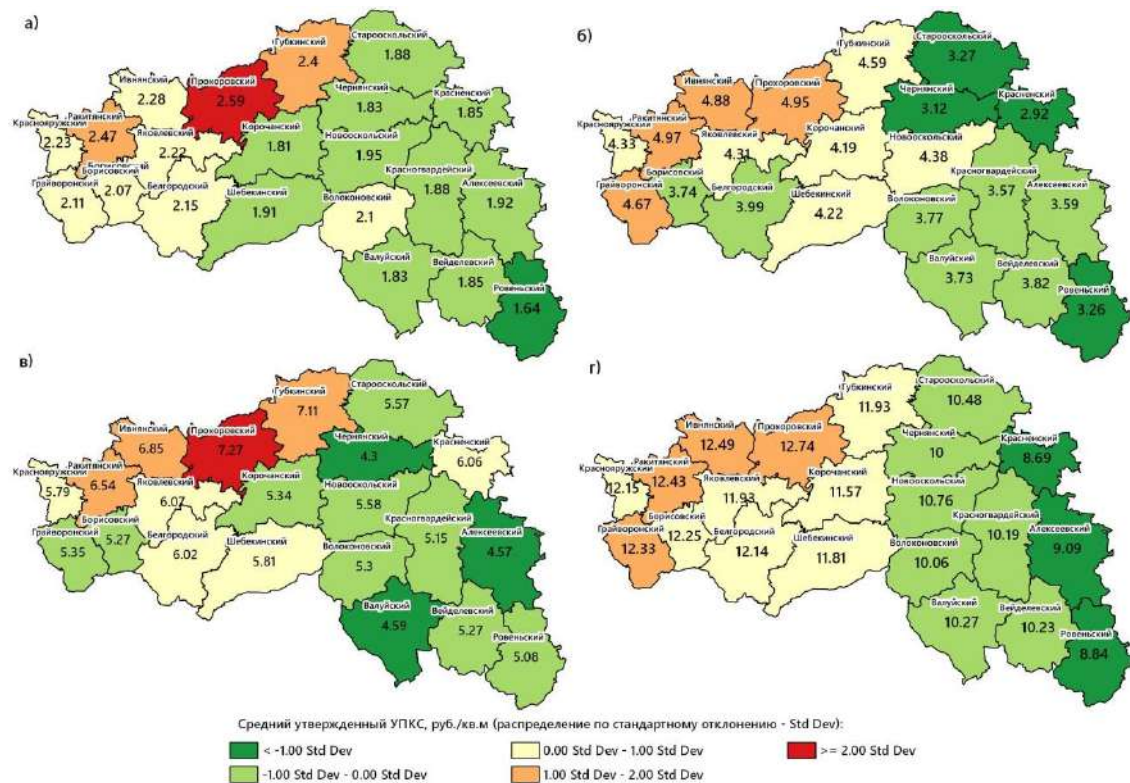


Рис. 6. Зонирование Белгородской области по уровню кадастровой стоимости сельскохозяйственных угодий: *а* – 2001 г., *б* – 2006 г., *в* – 2013 г., *з* – 2018 г.  
Fig. 6. Zoning of the Belgorod oblast by the level of cadastral value of agricultural land: *a* – 2001, *б* – 2006, *в* – 2013, *з* – 2018

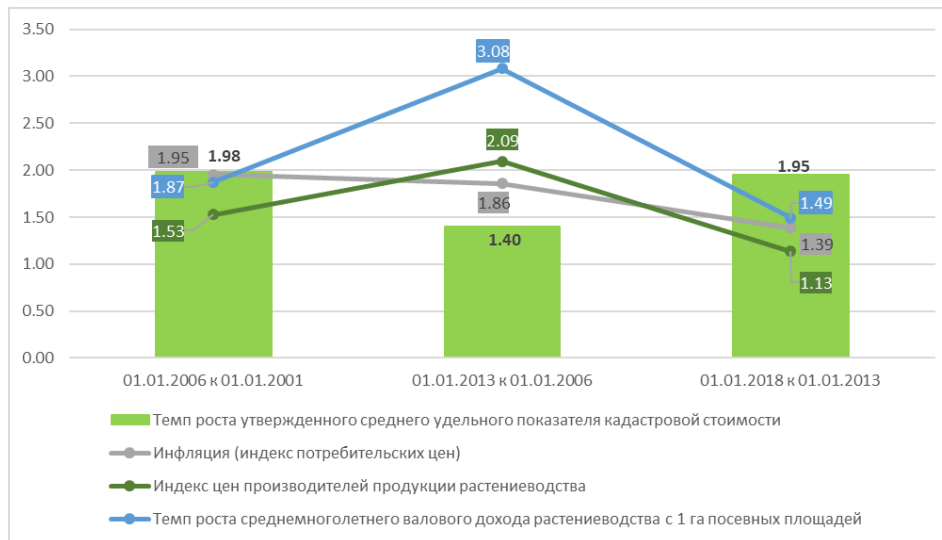


Рис. 7. Темп роста среднего удельного показателя кадастровой стоимости сельскохозяйственных угодий в Белгородской области в 2001–2018 гг.  
Fig. 7. Growth rate of the average specific cadastral value of agricultural land in the Belgorod oblast in 2001–2018

3. Слабая степень корреляции темпов роста средних УПКС с темпами роста основного ценообразующего фактора – расчетной удельной земельной ренты (рис. 8). В туре

ГКО 2013 г. произошел резкий рост показателя средней удельной земельной ренты в 5,54 раза, что было связано с переходом от фактической к нормативной урожайности для расчета валового дохода (см. рис. 3). При этом темп роста среднего УПКС составил только 1,4 раза. Рост земельной ренты был нивелирован уменьшением в 4,13 раза срока капитализации рентного дохода, ставка капитализации увеличилась с 3 % до 11,84 % (см. табл. 1). Таким образом, именно за счет увеличения ставки капитализации фактически был снижен рост уровня кадастровой стоимости, обусловленный как реальной экономической ситуацией в агропромышленном комплексе, так и ростом расчетной земельной ренты, основанной на нормативной урожайности и отражающей уровень плодородия почв Белгородской области. В туре ГКО 2018 г. напротив, за счет снижения ставки капитализации в 1,32 раза был обеспечен более динамичный по сравнению с темпом роста средней расчетной земельной ренты (1,48) темп роста среднего УПКС (1,95). Это подчеркивает важность показателя ставки капитализации как существенного фактора кадастровой стоимости. Однако, методические документы по ГКО после отмены в 2010 г. единого нормативного срока капитализации, равного 33 годам, не содержат четкого и прозрачного порядка расчета ставки капитализации для сельскохозяйственных угодий.

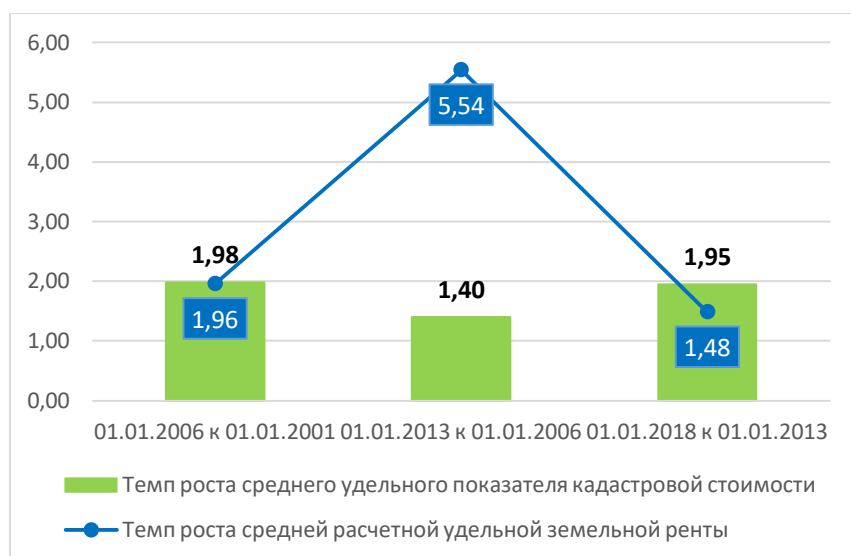


Рис. 8. Темп роста средней расчетной удельной земельной ренты сельскохозяйственных угодий Белгородской области в 2001–2018 гг.

Fig. 8. Growth rate of the average estimated specific land rent of agricultural land in the Belgorod oblast in 2001–2018

4. Постепенное уменьшение степени дифференциации уровней кадастровой стоимости. В каждом туре ГКО наблюдался более высокий темп роста минимального УПКС по сравнению с темпами роста среднего и максимального УПКС к уровню предыдущего тура. Всего за период с 2001 по 2018 гг. минимальный УПКС увеличился в 57 раз – с 0,04 до 2,29 руб./м<sup>2</sup>, а максимальный УПКС в 5,2 раза – с 2,59 до 13,64 руб./м<sup>2</sup>. В результате в исследуемый период соотношение максимального и минимального УПКС уменьшилось с 65 до 6 раз. Коэффициент вариации по совокупности объектов оценки уменьшился за указанный период с 25,5 % до 21,2 %. С 2006 г. также наблюдается снижение коэффициента вариации по совокупности средних УПКС по муниципальным образованиям области с 14,1 % до 12,2 %.



## Заключение

На территории Белгородской области в период с 2001 по 2018 гг. проведено четыре тура ГКО земель сельскохозяйственного назначения. От тура к туру наблюдался достаточно динамичный рост минимальных, средних и максимальных удельных показателей кадастровой стоимости сельскохозяйственных угодий. По итогам ГКО 2018 г. средний удельный показатель кадастровой стоимости сельскохозяйственных угодий установился на уровне 10,92 руб./м<sup>2</sup>, что является самым высоким показателем в регионах Центрального Черноземья. Сложившийся уровень кадастровой стоимости сельскохозяйственных угодий, с одной стороны, является следствием объективных природно-географических и социально-экономических факторов, определяющих высокие показатели земельной ренты на территории региона, но с другой стороны, это результат государственной земельной политики, ориентированной на максимизацию размера земельных платежей в бюджет.

Каждый тур ГКО проводился в соответствии с различными методическими указаниями (правилами, техническими указаниями) и моделями оценки, что привело к неравномерности роста уровня кадастровой стоимости в разрезе территорий муниципальных образований и классификационных групп почв, слабой корреляции темпов роста УПКС с темпами роста фактических показателей доходов и цен в отрасли. Возможность частых существенных изменений в моделях расчета кадастровой стоимости на региональном уровне является следствием слабой теоретической проработки вопросов и рекомендательного характера действующих федеральных методических документов по ГКО. Для обеспечения преемственности результатов ГКО необходима детализация методики расчета кадастровой стоимости сельскохозяйственных угодий на федеральном уровне, а также придание правового статуса региональным моделям, которые должны утверждаться региональной властью после широкого общественного и научного обсуждения и не корректироваться без веских оснований. Конкретные формулы и коэффициенты для расчета таких весомых факторов стоимости, как нормативная урожайность и ставка капитализации, а также результаты агроклиматического оценочного зонирования должны содержаться в правовых актах (федеральных или региональных), а не определяться оценщиками субъективно на основании справочной и научно-методической литературы.

Одним из основных ценообразующих факторов кадастровой стоимости сельскохозяйственных угодий является плодородие почв. В настоящее время для ГКО используется почвенная информация 70–90-х годов XX века. Для повышения качества оценки необходима актуализация исходной почвенной информации, а также возможность ее использования в цифровом формате для индивидуальной оценки каждого конкретного земельного участка. Решение этого вопроса возможно путем разработки и внедрения системы межведомственного взаимодействия региональных учреждений в сфере ГКО с федеральными учреждениями службы агрохимического мониторинга земель, в которых внедряется специализированная геоинформационная система, содержащая на сегодняшний день самую полную и актуальную информацию о характеристиках почв.

## Список источников

1. Географический атлас Белгородской области: природа, общество, хозяйство. 2018. Отв. ред. А.Г. Корнилов, А.Н. Петин, Ю.Г. Чендев, В.И. Петина. Белгород, КОНСТАНТА, 200 с.
2. Государственная кадастровая оценка земель сельскохозяйственного назначения. 2012. Отв. ред. П.М. Сапожникова, С.И. Носова. Москва, ООО «НИПКЦ ВОСХОД–А», 160 с.
3. Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС). Электронный ресурс. URL: <https://www.fedstat.ru/> (дата обращения 26.11.2020).
4. Единый государственный реестр почвенных ресурсов России. Версия 1.0. Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева Россельхозакадемии. Электронный ресурс. URL: <http://egrpr.esoil.ru/> (дата обращения 24.12.2019).

5. Лейфер Л.А. 2018. Справочник оценщика недвижимости-2018. Земельные участки сельскохозяйственного назначения. Нижний Новгород, ИНФОРМ-Оценка, 136 с.
6. Махт В.А., Руди В.А., Осинцева Н.В. 2017. Технические указания по государственной кадастровой оценке земель сельскохозяйственного назначения. Омск, Литера, 74 с.
7. О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: Федеральный закон от 31.07.2020 № 269-ФЗ. Официальный интернет-портал правовой информации. URL: <http://www.pravo.gov.ru> (дата обращения 15.11.2020).
8. О государственной кадастровой оценке: Федеральный закон от 03.07.2016 № 237-ФЗ. Официальный интернет-портал правовой информации. URL: <http://www.pravo.gov.ru> (дата обращения 12.06.2020).
9. Об утверждении методических указаний о государственной кадастровой оценке: Приказ Минэкономразвития России от 12.05.2017 № 226. Официальный интернет-портал правовой информации. URL: <http://www.pravo.gov.ru> (дата обращения 15.08.2020).
10. Оценка качества и классификации земель по их пригодности для использования в сельском хозяйстве. 2007. Москва, Русская оценка, 131 с.
11. Справочник агроклиматического оценочного зонирования субъектов Российской Федерации. 2010. Ред. А.Г. Чернков, С.И. Носов. Москва, Маросейка, 198 с.
12. Фонд данных государственной кадастровой оценки. Портал услуг Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии. Электронный ресурс. URL: [https://rosreestr.ru/wps/portal/cc\\_ib\\_svedFDGKO](https://rosreestr.ru/wps/portal/cc_ib_svedFDGKO) (дата обращения 09.08.2020).

### Список литературы

1. Выродова Ю.Н. 2020а. Новая система кадастровой оценки недвижимости: первые итоги применения для земель сельскохозяйственного назначения и актуальные проблемы дальнейшего совершенствования. Евразийское Научное Объединение, 1–6 (59): 427–433.
2. Выродова Ю.Н. 2020б. Земли сельскохозяйственного назначения как объекты кадастровой оценки. Евразийское Научное Объединение, 6–6 (64): 501–505.
3. Гальченко С.А., Жданова Р.В., Комаров С.И., Рассказова А.А. 2020. Совершенствование методики кадастровой оценки земель сельскохозяйственного назначения в целях повышения устойчивости развития сельского хозяйства. Международный сельскохозяйственный журнал, 5 (377): 5–9. DOI: 10.24411/2587-6740-2020-15081
4. Грибовский С.В. 2019. К вопросу о качестве кадастровой оценки объектов недвижимости для целей налогообложения. Имущественные отношения в Российской Федерации, 9 (216): 24–29.
5. Жданова Р.В. 2017. Государственная кадастровая оценка земельных участков в новых условиях. Международный сельскохозяйственный журнал, 5: 4–7.
6. Каньшин А.Н. 2018. Государственная кадастровая оценка по новым правилам. Экономические стратегии, 20 (3(153)): 98–99.
7. Лебедева М.Г., Соловьев А.Б., Толстопятова О.С. 2015. Агроклиматическое районирование Белгородской области в условиях меняющегося климата. Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки, 9 (206): 160–167.
8. Липски С.А. 2017. Кадастровая оценка и кадастровая деятельность: схожие проблемы, разные решения законодателя. Землеустройство, кадастр и мониторинг земель, 4 (147): 42–46.
9. Лисецкий Ф.Н., Голусов П.В. 2012. Воспроизводство сельскохозяйственных земель, подверженных эрозионной деградации. Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук, 3: 33–37.
10. Лукин С.В. 2018. О выполнении программы биологизации земледелия в Белгородской области. Вестник российской сельскохозяйственной науки, 4: 41–44. DOI: 10.30850/vrsn/2018/4/41-44
11. Лукин С.В. 2017. Динамика агрохимических показателей плодородия пахотных почв юго-западной части Центрально-черноземных областей России. Почвоведение, 11: 1367–1376. DOI: 10.7868/S0032180X17110090



12. Лукин С.В., Костин И.Г., Малышева Е.С. 2019. Применение геоинформационных систем для агроэкологического мониторинга сельскохозяйственных земель. *Агрохимический вестник*, 4: 8–13. DOI: 10.24411/0235-2516-2019-10050
13. Махт В.А., Руди В.А., Осинцева Н.В. 2018. Учет и оценка сельскохозяйственных земель по качеству и видам использования. Омск, Издательский центр КАН, 72 с.
14. Сапожников П.М., Рыбальский Н.Г. 2019. Двадцатилетие кадастровой оценки земель в России – основные проблемы и трудности. *Использование и охрана природных ресурсов в России*, 4 (160): 93–97.
15. Синица Ю.С., Комаров С.И. 2020. Оценка земель сельскохозяйственного назначения: российский и зарубежный опыт. *Имущественные отношения в Российской Федерации*, 6 (225): 42–49. DOI: 10.24411/2072-4098-2020-10602
16. Смирнова Л.Г., Чендев Ю.Г., Кухарук Н.С., Нарожняя А.Г., Кухарук С.А., Смирнов Г.В. 2019. Изменение почвенного покрова в связи с короткопериодическими климатическими колебаниями. *Почвоведение*, 7: 773–780. DOI: 10.1134/S0032180X19070116
17. Харитонов А.А., Ершова Н.В., Викин С.С., Жукова М.А. 2016. Совершенствование методики и технологии кадастровой оценки земель сельскохозяйственного назначения. Воронеж, Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 203 с.
18. Doumpos M., Papastamos D., Andritsos D., Zorounidis C. 2020. Developing automated valuation models for estimating property values: a comparison of global and locally weighted approaches. *Annals of Operations Research*, 1–19.
19. Forys I., Putek-Szelag E. 2018. A non-classical model of mass valuation of agricultural property. *Real Estate Management and Valuation*, 26 (4): 90–101. DOI: <https://doi.org/10.2478/remav-2018-0039>
20. Hermans L. 2020. Implementation of Geographically Weighted Regression in Automated Valuation Models in The Netherlands. *Journal of Property Tax Assessment & Administration*, 17 (1): 23–48.
21. Jahanshiri E., Buyong T., Shariff A.R.M. 2011. A review of property mass valuation models. *Pertanika Journal of Science & Technology*, 19 (1): 23–30.
22. Krause A.L., Bitter C. 2012. Spatial econometrics, land values and sustainability: Trends in real estate valuation research. *Cities*, 29: S19–S25. DOI: 10.1016/j.cities.2012.06.006
23. Van der Walt K., Boshoff D. 2017. An analysis of the use of mass appraisal methods for agricultural properties. *Acta Structilia*, 24 (2): 44–76. DOI: 10.18820/24150487/as24i2.2
24. Wang D., Li V.J. 2019. Mass Appraisal Models of Real Estate in the 21st Century: A Systematic Literature Review. *Sustainability*, 11 (24): 7006. DOI: 10.3390/su11247006
25. Zhichkin K., Nosov V., Zhichkina L., Zhenzebir V., Sagina O. 2020. Cadastral appraisal of lands: agricultural aspect. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 421 (2): 022066.

## References

1. Vyrodova Yu.N. 2020a. Novaya sistema kadastrvoy otsenki nedvizhimosti: pervyye itogi primeneniya dlya zemel selskokhozyaystvennogo naznacheniya i aktualnyye problemy dalneyshego sovershenstvovaniya [New system of cadastral valuation of real estate: the first results of the application for agricultural land and topical problems of further improvement]. *EvrAziyskoe Nauchnoe Ob"edinenie*, 1–6 (59): 427–433.
2. Vyrodova Yu.N. 2020b. Zemli selskokhozyaystvennogo naznacheniya kak obyekty kadastrvoy otsenki [Agricultural land as objects of cadastral valuation]. *EvrAziyskoe Nauchnoe Ob"edinenie*, 6–6 (64): 501–505.
3. Galchenko S.A., Zdanova R.V., Komarov S.I., Rasskazova A.A. 2020. Improving the methodology of cadastral assessment of agricultural land in order to increase the sustainability of agricultural development. *International Agricultural Journal*, 5 (377): 5–9. DOI: 10.24411/2587-6740-2020-15081 (in Russian)
4. Gribovskiy S.V. 2019. K voprosu o kachestve kadastrvoy otsenki obyektov nedvizhimosti dlya tseley nalogooblozheniya [To question of quality of cadastral assessment of real estate objects for the purposes of taxation]. *Imushchestvennye otnosheniya v Rossiyskoy Federatsii*, 9 (216): 24–29.

5. Zhdanova R.V. 2017. Gosudarstvennaya kadastrrovaya otsenka zemelnykh uchastkov v novykh usloviyakh [State cadastral valuation of land in new conditions]. *International Agricultural Journal*, 5: 4–7.
6. Kanshin A.N. 2018. Gosudarstvennaya kadastrrovaya otsenka po novym pravilam [State Cadastral Valuation Under the New Rules]. *Ekonomicheskie strategii*, 20 (3(153)): 98–99.
7. Lebedeva M.G., Solovyov A.B., Tolstopyatova O.S. 2015. Agroclimatic zoning of the Belgorod region in a changing climate. *Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural Sciences Series*, 9 (206): 160–167 (in Russian).
8. Lipski S.A. 2017. Cadastral valuation and cadastral activities: similar problems and different legal solutions. *Land management, monitoring and cadastre*, 4 (147): 42–46 (in Russian).
9. Lisetskii F.N., Goleusov P.V. 2012. Reproduction of agricultural land affected by erosion degradation. *Russian Agricultural Sciences*, 3: 33–37 (in Russian).
10. Lukin S.V. 2018. About realization of the agricultural biologization programme in Belgorod region. *Vestnik of the Russian agricultural science*, 4: 41–44. DOI: 10.30850/vrsn/2018/4/41-44 (in Russian)
11. Lukin S.V. 2017. Dynamics of the agrochemical fertility parameters of arable soils in the southwestern region of central chernozemic zone of Russia. *Eurasian Soil Science*, 50 (11): 1323–1331. DOI: 10.7868/S0032180X17110090 (in Russian)
12. Lukin S.V., Kostin I.G., Malysheva E.S. 2019. Application of GIS for agroecological monitoring of agricultural lands. *Agrochemical Herald*, 4: 8–13. DOI: 10.24411/0235-2516-2019-10050 (in Russian)
13. Makht V.A., Rudi V.A., Osintseva N.V. 2018. Uchet i otsenka sel'skokhozyaystvennykh zemel' po kachestvu i vidam ispol'zovaniya: monografiya [Accounting and evaluation of agricultural land by quality and types of use]. Omsk, Izdatel'skiy tsentr KAN, 72 p.
14. Sapozhnikov P.M., Rybalsky N.G. 2019. The 20th anniversary of the cadastral valuation of land in Russia – the main problems and difficulties. *Use and Protection of Natural Resources of Russia*, 4 (160): 93–97 (in Russian).
15. Sinitsa Yu.S., Komarov S.I. 2020. Otsenka zemel selskokhozyaystvennogo naznacheniya: rossiyskiy i zarubezhnyy opyt [Agricultural land's valuation: russian and foreign experience]. *Imushchestvennye otnosheniya v Rossiyskoy Federatsii*, 6 (255): 42–49. DOI: 10.24411/2072-4098-2020-10602
16. Smirnova L.G., Chendev Y.G., Kukharuk N.S., Narozhnaya A.G., Kukharuk S.A., Smirnov G.V. 2019. Changes in the soil cover under the impact of short-term climate fluctuations. *Eurasian Soil Science*, 52 (7):729–735. DOI: 10.1134/S0032180X19070116
17. Kharitonov A.A., Ershova N.V., Vikin S.S., Zhukova M.A. 2016. Sovershenstvovanie metodiki i tekhnologii kadastrvoy otsenki zemel' sel'skokhozyaystvennogo naznacheniya [Improvement of methods and technology for cadastral valuation of agricultural land]. *Voronezh, Voronezhskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet im. Imperatora Petra I*, 203 p.
18. Doumpos M., Papastamos D., Andritsos D., Zopounidis C. 2020. Developing automated valuation models for estimating property values: a comparison of global and locally weighted approaches. *Annals of Operations Research*, 1–19.
19. Forys I., Putek-Szelag E. 2018. A non-classical model of mass valuation of agricultural property. *Real Estate Management and Valuation*, 26 (4): 90–101. DOI: <https://doi.org/10.2478/remav-2018-0039>
20. Hermans L. 2020. Implementation of Geographically Weighted Regression in Automated Valuation Models in The Netherlands. *Journal of Property Tax Assessment & Administration*, 17 (1): 23–48.
21. Jahanshiri E., Buyong T., Shariff A.R.M. 2011. A review of property mass valuation models. *Pertanika Journal of Science & Technology*, 19 (1): 23–30.
22. Krause A.L., Bitter C. 2012. Spatial econometrics, land values and sustainability: Trends in real estate valuation research. *Cities*, 29: S19–S25. DOI: 10.1016/j.cities.2012.06.006
23. Van der Walt K., Boshoff D. 2017. An analysis of the use of mass appraisal methods for agricultural properties. *Acta Structilia*, 24 (2): 44–76. DOI: 10.18820/24150487/as24i2.2
24. Wang D., Li V.J. 2019. Mass Appraisal Models of Real Estate in the 21st Century: A Systematic Literature Review. *Sustainability*, 11 (24): 7006. DOI: 10.3390/su11247006



25. Zhichkin K., Nosov V., Zhichkina L., Zhenzebir V., Sagina O. 2020. Cadastral appraisal of lands: agricultural aspect. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 421 (2): 022066.

#### **ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ**

**Выродова Юлия Николаевна**, аспирант кафедры природопользования и земельного кадастра Института Наук о Земле Белгородского государственного национального исследовательского университета, Белгород, Россия

#### **INFORMATION ABOUT THE AUTHOR**

**Yulia N. Vyrodova**, Post-graduate student of the Department of Nature Management and Land Cadastre, Institute of Earth Sciences, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia



УДК 502.63

DOI 10.18413/2712-7443-2021-45-1-95-106

## Формирование экологического каркаса верховьев рек Псёл и Северский Донец

Голеусов П.В., Польшина М.А., Гнилицкий М.Ю.

Белгородский государственный национальный исследовательский университет,  
Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, д. 85  
E-mail: goleusov@bsu.edu.ru

**Аннотация.** Аграрные территории Среднерусской возвышенности характеризуются интенсивным использованием практически всех пригодных для производства сельскохозяйственной продукции земель. Вследствие этого природные и близкие к ним экосистемы представлены островными водораздельными и балочными (байрачными) лесами, а также луговыми сообществами, приуроченными к овражно-балочно-долинной сети (ОБДС). К ней же, как правило, прилегают необрабатываемые по экономическим причинам земли. Высокая степень фрагментации квазиприродных ландшафтов обуславливает поиск подходов к формированию экологического каркаса в верховьях речных систем как наиболее уязвимых в экологическом отношении. Целью проведенного исследования была разработка предложений по преодолению антропогенной фрагментации природных геосистем верховьев рек Псёл и Северский Донец на территории Прохоровского района Белгородской области. Результаты исследования востребованы в реализации концепции «Прохоровский район – район природный парк», инициированной Правительством Белгородской области в 2020 г. В результате исследований предложено использовать для формирования экологического каркаса земли заброшенных сельских населённых пунктов, участки непродуктивной пашни, переувлажнённые земли, а также – в качестве ядерных территорий – участки ОБДС с сохранившимися зональными экосистемами. Кроме того, предложено формирование экокоридоров путём расширения системы водораздельных лесополос. Рекомендованные меры позволят существенно снизить пространственную разобщённость природных экосистем, повысить устойчивость функционирования агроландшафтов и поддержать наметившийся процесс восстановления речной сети.

**Ключевые слова:** речной бассейн, истоки рек, экологический каркас, особо охраняемые природные территории, фрагментация природных экосистем.

**Благодарности:** работа выполнена при поддержке гранта на проведение научно-исследовательских работ по приоритетным направлениям развития агропромышленного комплекса Белгородской области, проект «Агроэкологическое обследование верховьев рек Псёл и Северский Донец и разработка предложений по корректировке проектов АЛСЗ сельскохозяйственных организаций Прохоровского района»

**Для цитирования:** Голеусов П.В., Польшина М.А., Гнилицкий М.Ю. 2021. Формирование экологического каркаса верховьев рек Псёл и Северский Донец. Региональные геосистемы. 45(1): 95–106. DOI: 10.18413/2712-7443-2021-45-1-95-106

---

## Formation of the ecological framework of the upper reaches of Psel and Seversky Donets rivers

Pavel V. Goleusov, Marina A. Polshina, Maxim Yu. Gnilitzky

Belgorod State National Research University  
85, Pobedy str., Belgorod, 3080015, Russia  
E-mail: goleusov@bsu.edu.ru





**Abstract.** The interfluvial spaces of Central Russian Upland are intensively used in agriculture. Natural ecosystems are highly fragmented and confined mainly to the gully-valley network. The high degree of fragmentation of quasi-natural landscapes determines the search for approaches to the formation of an ecological framework in the upper reaches of river systems, which are most ecologically vulnerable. The purpose of the study was to develop proposals for overcoming the anthropogenic fragmentation of natural geosystems in the upper reaches of the Psel and Seversky Donets rivers on the territory of the Prokhorovsky district of the Belgorod region. The results of the study are in demand in the implementation of the concept "Prokhorovsky District – District Natural Park", initiated by the Government of the Belgorod Region in 2020. The authors propose to use the land of abandoned rural settlements, areas of unproductive arable land, waterlogged land, as nuclear territories – areas of the gully-valley network with preserved zonal ecosystems for the formation of the ecological framework. The formation of eco-corridors is possible by expanding the system of watershed forest belts. The recommended measures will significantly reduce the spatial separation of natural ecosystems, increase the stability of the functioning of agricultural landscapes and support the process of restoration of the river network.

**Key words:** river basin, river sources, ecological framework, specially protected natural territories, fragmentation of natural ecosystems

**Acknowledgments:** the work was supported by a grant for research on priority areas of development of the agro-industrial complex of the Belgorod region

**For citation:** Goleusov P.V., Polshina M.A., Gnilitzky M.Yu. 2021. Formation of the ecological framework of the upper reaches of Psel and Seversky Donets rivers. *Regional geosystems*. 45(1): 95–106. DOI: 10.18413/2712-7443-2021-45-1-95-106

---

## Введение

Одна из наиболее острых проблем густонаселённых регионов – это фрагментация природных экосистем вследствие антропогенного использования территорий (селитебно-го, сельскохозяйственного, промышленного). В итоге естественная ландшафтная структура территории, имеющая сетевой принцип организации, распадается на фрагменты, в той или иной степени изолированные друг от друга. Особенностью ландшафтов юго-западных склонов Среднерусской возвышенности является значительное (более 1 км/км<sup>2</sup>) горизонтальное расчленение территории [Атлас..., 2005], что является естественной предпосылкой формирования производственных контуров, разобщающих природные экосистемы. Такое сочетание природных и антропогенных факторов на исследуемой территории определяет высокий уровень фрагментации природных ландшафтов верховьев рек. Согласно руководству «Принципы природоохранной биологии» [Meffe, Carroll, 1997], фрагментацию местообитаний обычно рассматривают как явление, состоящее из двух компонентов: 1) уменьшение общего числа типов местообитаний или, возможно, всех естественных местообитаний в ландшафте; 2) разделение оставшихся местообитаний на более мелкие и изолированные участки.

За исторический период освоения (преимущественно, аграрного) исследуемой территории действовали оба процесса. В итоге природные комплексы оказались «зажаты» в овражно-балочно-долинную сеть (ОБДС) территории, но и там они оказались разобщены вследствие появления многочисленных населённых пунктов с присущим им хозяйственным использованием. Островные байрачные леса, участки кальцефитных сообществ, сохранившиеся кустарниковые заросли на склонах балок – вот что осталось от ранее непрерывного (до XVI в.) природного ландшафта.

Ещё один важный в геоэкологическом отношении процесс на исследуемой территории – деградация верхних звеньев речной сети и сокращение её густоты на 21–36 % за

последние 200 лет [Лисецкий и др., 2015]. Превращение бывших водотоков в суходолы также существенно повлияло на ландшафтную структуру территории.

Прохоровский район Белгородской области наиболее удобен для исследования процесса фрагментации природных ландшафтов, занимая в пределах области наиболее высокую часть Среднерусской возвышенности, где проходит водораздел бассейна Днепра (р. Псёл и его левый приток – Донецкая Сеймица) и Дона (р. Северский Донец с правыми притоками Рындинка, Сажновский Донец и Липовый Донец).

В соответствии с инициированной Правительством Белгородской области реализацией концепции «Прохоровский район – район природный парк» [О Попечительском совете ..., 2020] с особой актуальностью встал вопрос о поиске подхода к созданию экологического каркаса на территории с высоким рекреационным и туристическим потенциалом. Устойчивость функционирования этого каркаса будет определяться степенью связности природных и квазиприродных ландшафтов [Елизаров, 1998; Шарыгин и др., 2005]. Поэтому целью данной работы стал поиск резервов для преодоления фрагментированности территорий с преимущественно природным режимом функционирования.

### Объекты и методы исследования

Территория Прохоровского района характеризуется весьма высокой степенью фрагментации природных территорий, как это видно на рис. 1. Основная часть территории района имеет сильную и критическую степень фрагментации экосистем [Соболев, 2003]. Земли «экофонда» (ОБДС, лесные массивы, лесополосы, водные объекты) составляют менее 40 % территории. Это означает, что экологические сети фактически представлены изолированными природными сообществами, не способными к саморегуляции. Для преодоления проблемы фрагментации критически важно пересмотреть территориальное планирование и ввести ряд ограничений на ведение хозяйственной деятельности в ОБДС района. Целевым показателем является 55 % природных и близких к ним территорий. Реализация концепции «Прохоровский район – район природный парк» может способствовать достижению этого показателя. Потребность в природоохранном обустройстве именно верховьев Псла и Северского Донца обусловлена необходимостью выведения на новый уровень организации туристического бизнеса в рамках трёх основных кластеров: парк регионального значения «Ключи» и этнографическая деревня Кострома на р. Псёл, государственный военно-исторический музей-заповедник «Прохоровское поле» на водоразделе рек Псёл и Северский Донец, а также рекреационная зона в с. Подольхи – природный парк «Истоки Северского Донца». Их объединение в рамках развития туристической инфраструктуры предполагает также и повышение связности природных ландшафтов, в которых они расположены.

В период с июня по сентябрь 2020 г. авторами были проведены экспедиционные обследования ОБДС бассейнов рек Псёл, Липовый Донец, Сажновский Донец, Рындинка и Северский Донец с целью выявления территориальных резервов для создания экологического каркаса. Было произведено 38 комплексных ландшафтных описаний. Натурные исследования дополнены картографированием территории общей площадью 822,8 км<sup>2</sup>. В качестве основ использованы: топографическая карта Белгородской области М 1:200 000, космические снимки сервиса Яндекс.Карты, карта бассейновых структур Белгородской области, карта землепользования (депозитарий Федерально-регионального центра аэрокосмического и наземного мониторинга объектов и природных ресурсов НИУ «БелГУ»). Разработку и анализ карты экологического каркаса проводили с использованием программы ArcGIS. В качестве метрик для оценки фрагментации природных ландшафтов использованы геоинформационные индексы, предложенные [Викторов, 1986]: индекс дробности ( $I_d$ ) и коэффициент ландшафтной раздробленности ( $K_{RL}$ ). Расчёт фрагментации производили в ячейках размером 1,5 × 1,5 км.

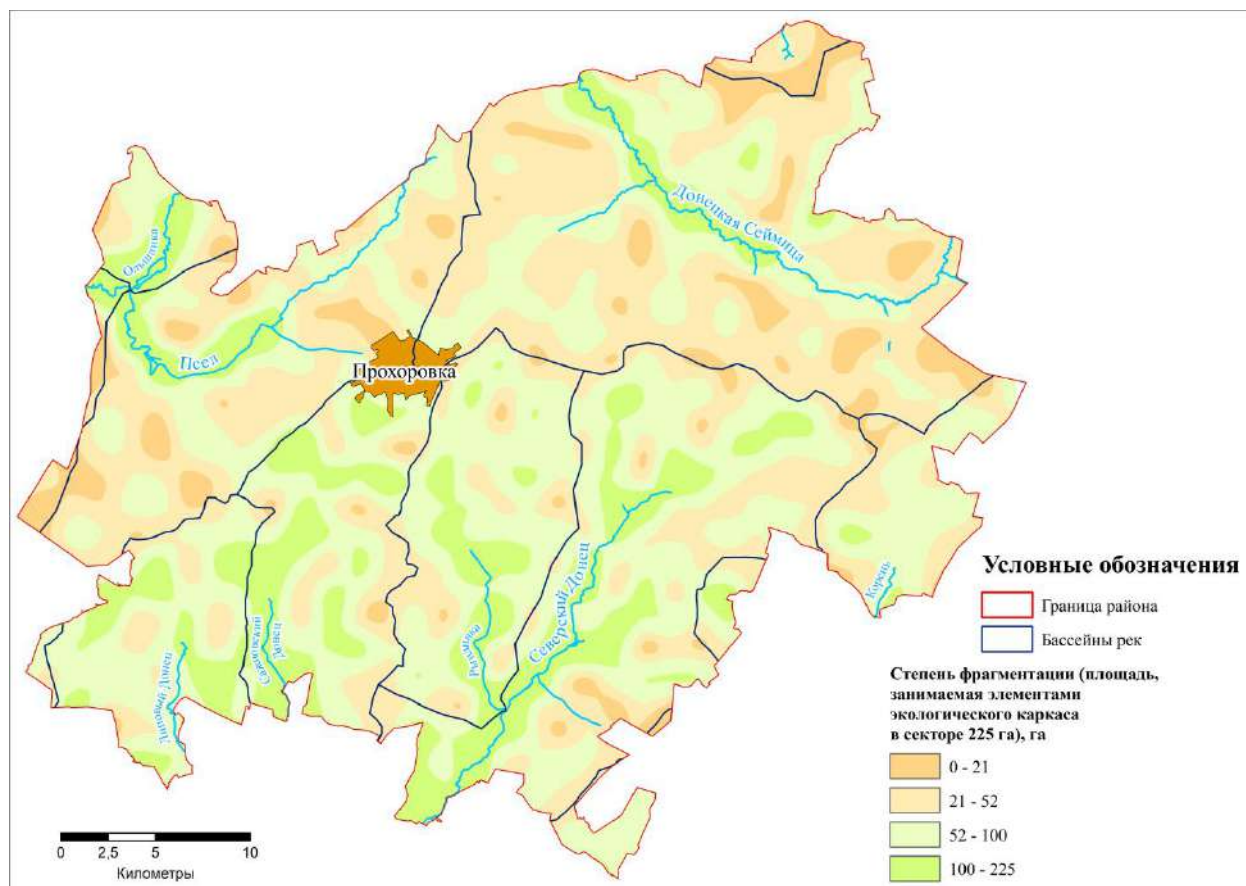


Рис. 1. Фрагментация природных экосистем Прохоровского района  
Fig. 1. Fragmentation of natural ecosystems of the Prokhorovsky district

### Результаты и обсуждение

Для формирования экологического каркаса территории, прежде всего, необходимо определиться с ядрами экологического каркаса. Обычно в качестве таковых выбирают [Елизаров, 1998; Беннетт, 2000; Казаков, 2004] ООПТ различного уровня. Но сеть ООПТ Прохоровского района не обеспечивает сохранения инварианта лесостепных ландшафтов: сочетания лесных урочищ с кустарниковыми и травянистыми (лугово-степными) экосистемами. Основной вид ООПТ – «зелёные насаждения» (исключая комплексный заказник «Тетеревино», включающий сельхозугодья), т.е. лесные массивы. Общая площадь ООПТ района 10871,48 га (7,89 % от общей площади района), причём на комплексный заказник «Тетеревино» приходится более 90 %. Главная черта сети ООПТ района – крайняя неравномерность распределения и пространственная разобщённость.

Степной биом в Прохоровском районе практически не охраняется. Однако учёные Института географии РАН считают [Тишков и др., 2019], что эта территория, наряду с Алексеевским, Вейделевским, Волоконовским, Красненским, Ровеньским районами Белгородской области, может быть перспективной для охраны степных экосистем.

Для повышения связности экологического каркаса в дополнение к существующим ООПТ регионального и местного значения, которые сосредоточены преимущественно в западной части исследуемой территории, нами выделены территории, наиболее значимые для сохранения зональных экосистем, с учётом специфики Белогорья: «ядра» экокаркаса, буферные зоны, экокоридоры. Рассмотрим их состав.

1. 11 «ядерных» территорий, сохраняющих инвариант лесостепных экосистем, в наименьшей степени испытывающие антропогенное воздействие, общей площадью

4,5 тыс. га, из которых 4 – в бассейне р. Псёл (1089 га), 2 – в бассейне Сажновского Донца (502 га), 2 – в бассейне Рындины (1405 га), 3 – в бассейне Северского Донца (1493 га) (табл. 1). Наиболее крупные массивы, перспективные для охраны степных ландшафтов, выделены для бассейнов Северского Донца и Рындины (участки «Домановка», «Бобровский Лог», «Рындина»). Следует отметить, что в прошлом они подвергались интенсивному выпасу и сенокосу, но в настоящее время происходит активное восстановление ассоциаций, характерных для лесостепи. В частности, индикаторами восстановления зональных сообществ могут служить ассоциации низкоствольного кустарника *Chamaecytisus ruthenicus* в сочетании с *Stipa capillata*.

Таблица 1  
Table 1

Рекомендуемые участки ядер экологического каркаса верховьев рр. Псёл и Северский Донец  
Recommended of core areas for ecological framework of the upper reaches  
of Psel and Seversky Donets rivers

Бассейн реки	Наименование участка	Местоположение	Площадь, га
Псёл	Участок "Поповка"	Истоки р. Псёл к С от села Пригорки, урочища Сократов и Поповка	97,2
	Участок "Полежаев"	Урочища Полежаев, Полежаевские горы к СЗ от с. Прелестное	416,5
	Участок "Кострома-Юдинка"	Участок долины реки Псёл между с. Васильевка и Весёлый	381,3
	Участок "Балка Молодёжная"	Балка Молодёжная, к СЗ от х. Комсомольский	193,8
Сажновский Донец	Участок "Сажновский Лог"	Участок ОБДС к З от с. Правороть	277,7
	Участок "Сухая Плоты"	Участок ОБДС к СЗ от с. Малояблоново	224,5
Рындина	Участок "Рындина"	Участок ОБДС к С. от устья р. Рындина до х. Львов	1277,0
	Участок "Новосёловка"	Восточный склон ОБДС к СВ от с. Новосёловка	128,2
Северский Донец	Участок "Воробьёва балка"	Урочище «Воробьёва балка» к З от с. Подольхи	38,5
	Участок "Домановка"	Участок ОБДС к ЮЗ от х. Мочаки Первые до СВ окраины с. Подольхи	902,7
	Участок "Бобровский Лог"	Участок ОБДС к Ю от с. Сагайдачное и к ЮВ от с. Боброво, урочище «Бобровский Лог»	551,8

Ранее [Гусев, Ермакова, 2014; Присный и др., 2017] было предложено обоснование создания ООПТ регионального значения «Верховья Северского Донца» площадью около 800 га на месте слияния рр. Рындина и Северский Донец. Обоснование было преимущественно ботаническим и, отчасти, ландшафтным. Однако мы считаем, что бассейн р. Рындина перспективен для охраны на более протяжённом участке – вплоть до х. Львов. Предложенные участки сохраняют инвариант лесостепных ландшафтов с хорошей сохранностью степной растительности. Вид ООПТ – комплексные ландшафтные заказники.

2. Буферные зоны общей площадью 16,37 тыс. га, имеющие меньшую степень сохранности природных комплексов, но важные в поддержании целостности экологических сетей, приуроченные к ОБДС исследуемой территории вне селитебных и производственных территорий.

3. Экологические коридоры общим количеством 29 и общей площадью около 400 га, представляющие собой участки водоразделов и ОБДС, обеспечивающие связность системы ООПТ внутри и между бассейнами.

В итоге схема экологического каркаса верховьев рек Псёл и Северский Донец имеет следующий вид (рис. 2).

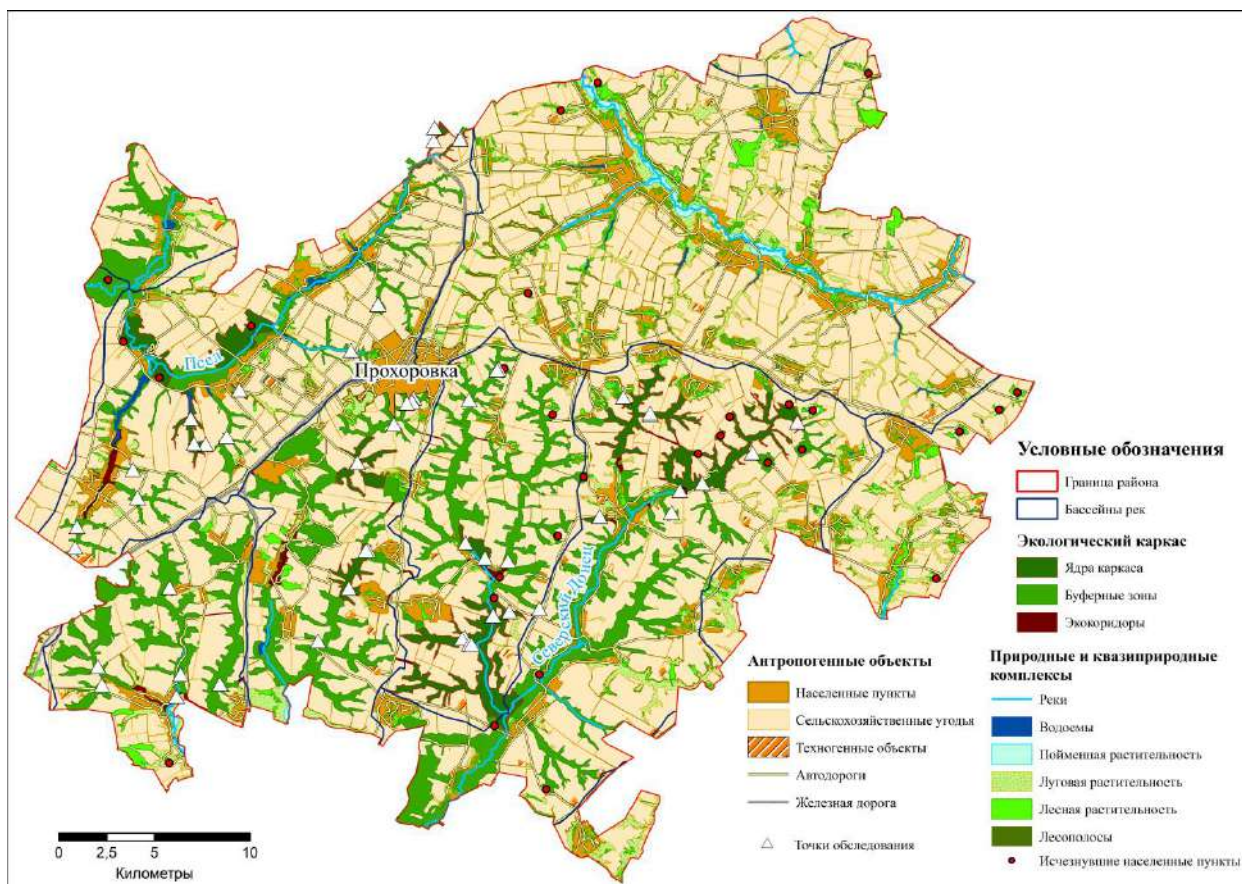


Рис. 2. Схема экологического каркаса верховьев рек Псёл и Северский Донец на территории Прохоровского района

Fig. 2. Map of the ecological framework of the upper reaches of Psel and Seversky Donets rivers on the territory of Prokhorovsky district

Связующую роль в экологической сети района должна выполнять ОБДС, которая формирует буферные зоны, снижающие последствия антропогенного использования территории. Эти элементы экологического каркаса, играющие ключевую роль в самоорганизации экологических сетей как природных территориальных структур [Bennett, 1991; Bennett, Mulongo, 2006], должны стать объектом охраны на муниципальном уровне, с обеспечением её общественного экологического контроля.

Часть ОБДС, в которой находятся населённые пункты, будет выполнять функцию «экокоридоров»: в таком случае необходимо обеспечить соблюдение режима использования, определённого Водным кодексом РФ для водоохранных зон – даже в тех случаях, когда в долинах нет постоянных водотоков. Экокоридоры на водоразделах будут способствовать связности между бассейнами (всего спроектировано – 15 общей площадью 177,5 га). Они могут иметь вид лесных массивов линейного типа и лесополос, сформированных путём не сплошной, а контурной высадки деревьев в виде 3–5 рядных полос с каждой стороны «коридора». Центральная часть их оставляется под естественное залужение и в перспективе естественным образом занимается лесной растительностью. В местах

пересечения дорог экокоридоры могут иметь вид экодуков, национальный стандарт возведения которых вступил в силу 01.11.2020 [ГОСТ Р 58947-2020].

Принятие этих мер будет способствовать снижению фрагментации природных экосистем и повышению устойчивости ландшафтов (рис. 3).

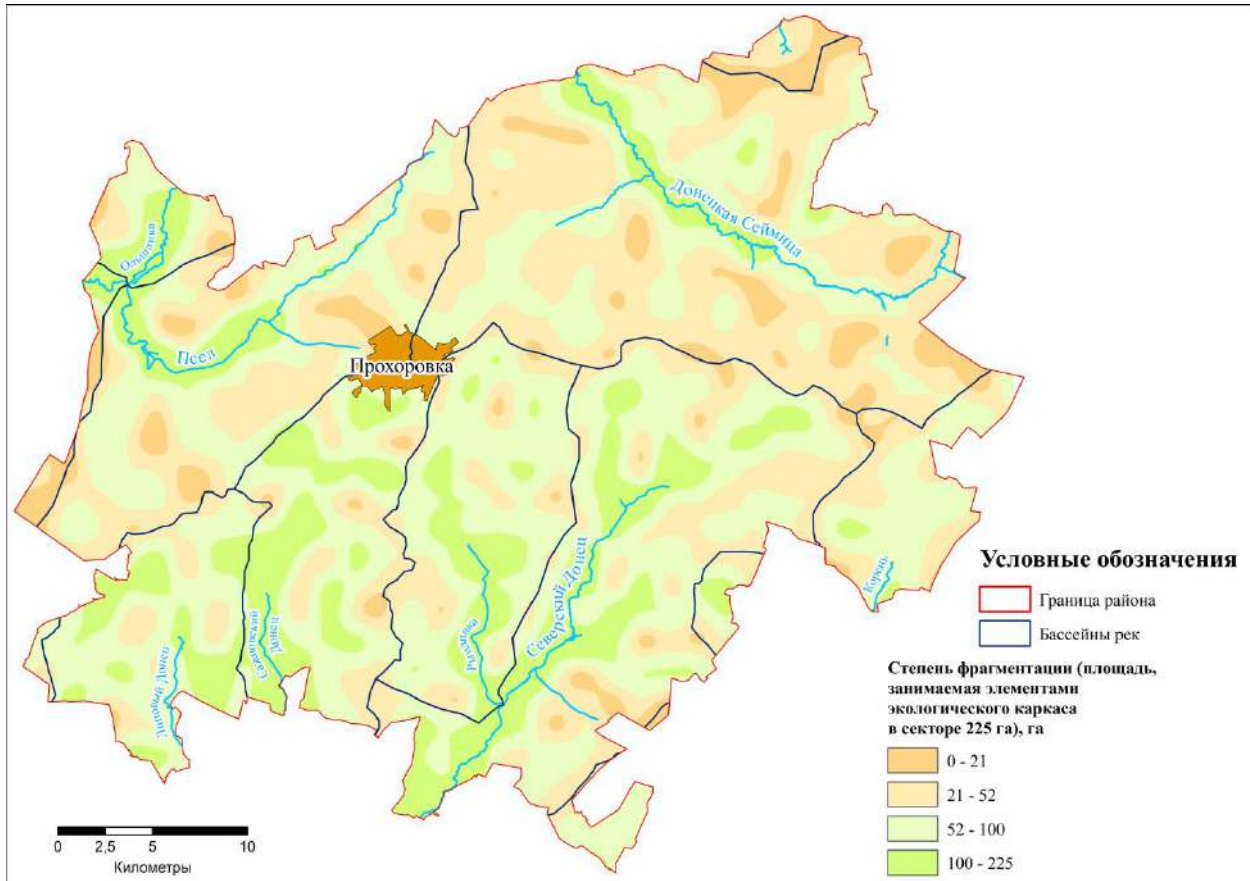


Рис. 3. Снижение фрагментации природных экосистем Прохоровского района после природоохранного регулирования использования земель экологического каркаса (в сравнении с рис. 1)

Fig. 3. Reduction of natural ecosystems fragmentation in Prokhorovskiy district after environmental regulation of the use of lands of the ecological frame (in comparison with Fig. 1)

Определённый вклад в восстановление связности природных ландшафтов осуществляет ренатурация заброшенных сельских поселений (идентифицировано 31), общей площадью 1684 га. Большинство этих объектов находятся в структуре экологического каркаса (ОБДС) и могут рассматриваться как его ренатурационные элементы [Голеусов и др., 2020]. Их местоположение в верхних звеньях гидрографической сети определяет их экологическую ценность как рефугиумов для дикой фауны, экотопов со специфическим течением сукцессий: активное зарастание древесной растительностью с постепенным вытеснением синантропных и адвентивных видов растений аборигенными.

Таким образом, общая площадь земель экологического каркаса (территорий с природоохранным режимом) достигнет 32,14 тыс. га, что составит 23,31 % площади района. Это обеспечит снижение фрагментации природных экосистем на 4–16 % (по отношению к исходной площади земель «экофонда»), а в бассейне р. Псёл – на 23 %.

В табл. 2 приведены значения геоинформационных индексов, характеризующих фрагментацию территории, для ситуации без введения охранного режима объектов экологического каркаса (современная ситуация) и для ситуации после введения охранного ре-



жима (проект). Результаты представлены по бассейнам рек. Интерпретация индексов следующая: 1) чем выше значение индекса  $I_d$ , тем большим количеством фрагментов на единицу площади (га) представлены природные комплексы; 2) чем больше значение индекса  $K_{RL}$ , тем крупнее фрагменты экологического каркаса, представленные на единице площади (га).

Таблица 2  
 Table 2

Показатели фрагментации природных комплексов бассейнов  
 Fragmentation indicators of natural complexes in the river basin

Индекс дробности ( $I_d$ )						
Бассейн реки	Современная ситуация			Проект		
	Число контуров	Средняя площадь контура, га	$I_d$	Число контуров	Средняя площадь контура, га	$I_d$
Псел	161	4947	3,25	131	5444	2,41
Липовый Донец	72	3659	1,97	70	3707	1,89
Сажновский Донец	81	4859	1,67	80	4973	1,61
Рындинка	88	4802	1,83	85	4847	1,75
Северский Донец	183	8762	2,09	178	8836	2,01
Коэффициент ландшафтной раздробленности ( $K_{RL}$ )						
Бассейн реки	Современная ситуация			Проект		
	Средняя площадь контура, га	Площадь, занимаемая ландшафтом, га	$K_{RL}$	Средняя площадь контура, га	Площадь, занимаемая ландшафтом, га	$K_{RL}$
Псел	30,73	4947	0,62	41,56	5444	0,76
Липовый Донец	50,82	3659	1,39	52,96	3707	1,43
Сажновский Донец	59,99	4859	1,23	62,16	4973	1,25
Рындинка	54,57	4802	1,14	57,02	4847	1,18
Северский Донец	47,88	8762	0,55	49,64	8836	0,56

Формирование экологического каркаса и обеспечение охранного режима будут способствовать интеграции разрозненных контуров природных комплексов. При этом наиболее существенные изменения произойдут в бассейне р. Псел, территория которого характеризуется наибольшей дробностью природных ландшафтов вследствие высокой хозяйственной освоенности.

Для решения природоохранных задач, связанных с реализацией концепции «Район-природный парк», необходимо также скорректировать проекты адаптивно-ландшафтных систем земледелия (АЛСЗ), с учётом тенденций в природной динамике ландшафтов и уровня антропогенного воздействия на природные комплексы бассейнов. В землепользовании Прохоровского района отмечены тенденции, связанные со спонтанным выведением из активного сельскохозяйственного оборота участков пашни, обработка которых по разным причинам становится экономически невыгодной. Это связано с процессами переувлажнения и эрозийной деградации. В ходе экспедиционных обследований были обнаружены необрабатываемые участки, где активно происходит олуговение вследствие переувлажнения, а также участки, где происходит естественное зарастание лесной растительностью. Кроме того, имеется тенденция к введению в сельскохозяйственный оборот с распашкой земель в долинах рек (в том числе их водоохраных зонах).

В связи с этим предложены следующие рекомендации по корректировке АЛСЗ, выполнение которых будет способствовать повышению экологической устойчивости природных комплексов, без значительных экономических потерь землепользователей:

1. Целесообразно поэтапное (с учётом данных агроэкологического мониторинга) выведение из использования участков пашни, испытывающих переувлажнение. Всего выделено 20 участков общей площадью 210 га, преимущественно в бассейне р. Северский Донец.

Процессы переувлажнения в целом характерны для данной территории и обусловлены её геологическим строением (наличие плотных покровных глин, развитие карста и западин на водораздельных участках, тяжёлый гранулометрический состав почв). О давнем характере этих процессов свидетельствует и топонимика района: хутора Мочаки Первые, Мочаки Вторые – в верховьях Северского Донца. В советский период некоторая часть переувлажнённых земель обрабатывалась, что усилило процессы слитизации почв, сопровождающиеся снижением её водопроницаемости. В последние годы увеличение в регионе годового количества осадков [Лебедева и др., 2016] и активное поступление талых вод через слабопромерзающие почвы (вследствие потепления климата «по зимнему типу») в горизонт верховодки способствуют расширению ареалов переувлажнённых почв и на современной пашне. В исследованиях последних лет в Черноземье фиксируется некоторый рост площадей сезонно переувлажнённых почв [Шаповалов и др., 2018], но значительного прироста не наблюдается. В Прохоровском районе забрасыванию переувлажнённых участков способствует быстрое зарастание этих участков древесной растительностью.

2. Для повышения устойчивости функционирования лесных урочищ, повышения связности экосетей рекомендуется поэтапное выведение из использования участков деградированной вследствие эрозионных процессов пашни с последующим естественным лесовосстановлением. Всего полевыми и дистанционными методами выделено 23 участка общей площадью 242 га, преимущественно в бассейнах рек Псёл, Липовый Донец и Сажновский Донец.

В ходе полевых обследований нередко обнаруживались участки посевов с очень сильно смытыми почвами, которые целесообразно вывести из использования с промежуточным переводом в посевы многолетних трав. Участки заброшенных полей довольно быстро зарастают древесной растительностью (преимущественно *Fraxinus excelsior*), поэтому дополнительной посадки деревьев не требуется. Эти мероприятия более целесообразны в бассейне рек Псёл, Липовый и Сажновский Донец, чем в бассейне Рындинки и Северского Донца, где следует отдавать предпочтение воспроизводству лесостепных и кальцефитно-степных экосистем.

3. Прекратить распашку днищ долин рек и тальвегов балок с последующим залужением злаково-бобовыми травосмесями. Выделено 18 участков общей площадью 277 га, преимущественно в бассейнах рек Северский Донец и Рындинка.

Распашка долин, помимо фрагментации природных экосистем, способствует усилению поступления наносов в речную сеть, приводит к заиливанию и исчезновению родников. Кроме того, уничтожаются ценные типы растительности, имеющие кормовое значение. Периодическое забрасывание этих участков провоцирует распространение бурьянистых группировок, что тормозит процессы ренатурации постагрогенных экосистем. В ряде случаев уничтожаются биотопы ценных видов охотничьих животных, например, сурка-байбака.

Таким образом, основным природоохранным подходом, рекомендуемым для повышения устойчивости аграрного землепользования и стимулирования воспроизводства природных компонентов на исследованной территории, является выведение из интенсивного оборота участков «проблемного» землепользования: консервация участков дегради-





рованной (вследствие эрозии или переувлажнения) пашни и ренатурирование неоправданно вовлечённых в структуру пахотных угодий земель экологического каркаса.

### Заключение

В верховьях рек Псёл и Северский Донец сложилась типичная для юго-западной части Среднерусской возвышенности ситуация, связанная с высокой степенью фрагментации территорий с природным режимом функционирования. Для повышения связности природных ландшафтов целесообразно развитие системы региональных и местных ООПТ, объединённых в систему экологического каркаса с помощью буферных зон, ренатурационных элементов и экокоридоров. В качестве новых ядерных территорий для ООПТ Прохоровского района Белгородской области предложено 11 участков, с достаточной степенью сохранности инвариантных зональных ландшафтов (лугово-степных, кальцефитно-степных). В наибольшей степени нуждаются в охране участки истоков рек, однако важную роль играют также территории с низким селитебным освоением. В качестве ренатурационных элементов экологического каркаса предложено использовать территории заброшенных сельских населённых пунктов, участки переувлажнённой и непродуктивной пашни, залежей с естественным облесением. Для этого необходима соответствующая корректировка систем земледелия. Принятие предложенного комплекса мер по формированию экологического каркаса позволит увеличить долю ООПТ разного уровня с нынешних 8 % до 23 %. Это в полной мере будет соответствовать задачам реализации концепции «Прохоровский район – район природный парк».

### Список источников

1. Природные ресурсы и экологическое состояние Белгородской области: атлас 2005. Белгород, 180 с.
2. Беннетт Г. 2000. Руководящие принципы формирования Общевропейской экологической сети. Информ. материалы по экологическим сетям. М., Изд-во Центра охраны дикой природы, 32 с.
3. Дороги автомобильные общего пользования. Экодуки. Требования к размещению и обустройству. ГОСТ Р 58947-2020. Дата введения 01.11.2020.
4. Казаков Л.А. 2004. Ландшафтоведение: природные и природно-антропогенные ландшафты. М., МНЭПУ, 264 с.
5. О Попечительском совете по реализации концепции «Прохоровский район – район Природный Парк»: Распоряжение Правительства Белгородской области от 27.04.2020 № 189-рп. Губернатор и правительство Белгородской области. URL: <https://belregion.ru/upload/iblock/9ee/189-rp.pdf> (Дата обращения 08.02.2021)

### Список литературы

1. Викторов А.С. 1986. Рисунок ландшафта. М., Мысль, 179 с.
2. Голусов П.В., Чугунова Н.В., Марциневская Л.В., Польшина М.А., Симон А.И. 2020. Пространственное распределение и ренатурационная динамика постселитебных геосистем Центрально-Черноземного района. Региональные геосистемы, 44(4): 462–473. DOI: 10.18413/2712-7443-2020-44-4-462-473
3. Гусев А.В., Ермакова Е.И. 2014. Природный комплекс «Верховья Северского Донца» (Прохоровский район) – перспективный участок экологической сети Белгородской области. В кн.: Материалы XIII Международной научной практической экологической конференции, г. Белгород, 6–11 октября. Белгород, ИД «Белгород»: 82–83.
4. Елизаров А.В. 1998. Экологический каркас – стратегия степного природопользования. Степной бюллетень, 2–4: 23–35.
5. Лебедева М.Г., Крымская О.В., Чендев Ю.Г. 2016. Агроклиматические ресурсы Белгородской области в начале XXI века. Достижения науки и техники АПК, 30 (10): 71–76.

6. Лисецкий Ф.Н., Дегтярь А.В., Буряк Ж.А., Павлюк Я.В., Нарожняя А.Г., Землякова А.В., Маринина О.А. 2015. Реки и водные объекты Белогорья. Белгород, КОНСТАНТА, 362 с.
7. Присный А.В., Гусев А.В., Шаповалов А.С. 2017. История и современное состояние сети особо охраняемых природных территорий Белгородской области. В кн.: Материалы VII Международной научной конференции (памяти проф. Петина А.Н.), Белгород, 24–26 октября. Белгород, Издательство «ПОЛИТЕРРА»: 461–467.
8. Соболев Н.А. 2003. Задачи восстановления и поддержания природного каркаса в степной и лесостепной зоне. Агроэкологический вестник, 7: 31–35.
9. Тишков А.А., Белоновская Е.А., Золотухин Н.И., Соболев Н.А., Титова С.В., Царевская Н.Г. 2019. Сохранившиеся участки степей как основа экологического каркаса Белгородской области. В кн.: Материалы VIII Международной научной конференции, Белгород, 22–25 октября. Белгород, ИД «Белгород»: 61–69.
10. Шаповалов Д.А., Королева П.В., Долина Е.А., Рухович Д.И. 2018. Оценка влияния переувлажнения на смену типов землепользования пахотных земель Тамбовской области в 1968–2018 годах методами ретроспективного мониторинга почвенно-земельного покрова. Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки, 42 (3): 358–379. DOI: 10.18413/2075-4671-2018-42-3-358-379
11. Шарыгин М.Д., Назаров Н.Н., Субботина Т.В. 2005. Опорный каркас устойчивого развития региона (теоретический аспект). Географический вестник, 1–2: 15–22.
12. Bennett G. 1991. Towards a European Ecological Network. Arnhem, Institute for European Environmental Policy, 80 p.
13. Bennett G., Mulongoy K.J. 2006. Review of experience with ecological networks, corridors and buffer zones. Secretariat of the Convention on Biological Diversity CBD Technical Series No 23, 97 p.
14. Meffe G.K., Carroll C.R. 1997. Principles of Conservation Biology. Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates Inc, 729 p.

## References

1. Viktorov A.S. 1986. Risunok landshafta [Drawing of the landscape]. Moscow, Mysl, 179 p.
2. Goleusov P.V., Chugunova N.V., Martsinevskaya L.V., Polshina M.A., Simon A.I. 2020. Spatial distribution and renaturation dynamics of post-settlement geosystems of the Central Chernozem region. Regional geosystems, 44 (4): 462–473. DOI: 10.18413/2712-7443-2020-44-4-462-473 (in Russian)
3. Gusev A.V., Ermakova E.I. 2014. Prirodnyy kompleks «Verkhovia Severskogo Dontsa» (Prokhorovskiy rayon) – perspektivnyy uchastok ekologicheskoy seti Belgorodskoy oblasti. [Natural complex "Upper Seversky Donets" (Prokhorovsky district) – a promising area of the ecological network of the Belgorod region]. In: Materials of the XIII International Scientific Practical Environmental Conference, Belgorod, 6–11 October. Belgorod, ID «Belgorod»: 82–83.
4. Elizarov A.V. 2004. Ekologicheskiy karkas – strategiya stepnogo prirodopolzovaniya [Ecological framework – strategy of steppe nature management]. Stepnoi biulleten, 2–4: 23–35.
5. Lebedeva M.G., Krymskaya O.V., Chendev Yu.G. 2016. Agroclimatic resources of Belgorod region at the beginning of the 21st century. Achievements of Science and Technology of AIC, 30 (10): 71–76. (in Russian)
6. Lisetskiy F.N., Degtyar A.V., Buriak Zh.A., Pavluk Ya.V., Narozhnyaya A.G., Zemlyakova A.V., Marinina O.A. 2015. Reki i vodnyye obyektu Belogoria [Rivers and water bodies of Belogorye]. Belgorod. CONSTANTA, 362 p.
7. Prisny A.V., Gusev A.V., Shapovalov A.S. 2017. Istoriya i sovremennoye sostoyaniye seti osobo okhranyayemykh prirodnykh territoriy Belgorodskoy oblasti. [History and current state of the network of specially protected natural areas of the Belgorod region]. In: Materials of the VII International Scientific Conference (in memory of Professor A. Petin), Belgorod, 24–26 October. Belgorod, POLITERRA Publishing House: 461–467.
8. Sobolev N.A. 2003. Zadachi vosstanovleniya i podderzhaniya prirodnogo karkasa v stepnoy i lesostepnoy zone [Tasks of restoration and maintenance of the natural framework in the steppe and forest-steppe zones]. Agroekologicheskii vestnik, 7: 31–35.
9. Tishkov A.A., Belonovskaya E.A., Zolotukhin N.I., Sobolev N.A., Titova S.V., Tsarevskaya N.G. 2019. Sokhranivshiesya uchastki stepey kak osnova ekologicheskogo karkasa Belgorodskoy oblas-



ti. [Preserved steppes as the basis of the ecological framework of the Belgorod region]. In: Materials of the VIII International Scientific Conference, Belgorod, 22–25 October. Belgorod, ID "Belgorod": 61–69.

10. Shapovalov D.A., Koroleva P.V., Dolina E.A., Rukhovich D.I. 2018. Assessment of water-logging on the change of types of land use of arable land of the tambov region in 1968–2018 by methods of retrospective monitoring of the soil-land cover. Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural Sciences Series, 42 (3): 358–379. DOI: 10.18413/2075-4671-2018-42-3-358-379 (in Russian)

11. Sharygin M.D., Nazarov N.N., Subbotina T.V. 2005. Opornyy karkas ustoychivogo razvitiya regiona (teoreticheskiy aspekt) [Supporting framework for sustainable development of the region (theoretical aspect)]. Geograficheskii vestnik, 1–2: 15–22.

12. Bennett G. 1991. Towards a European Ecological Network. Arnhem, Institute for European Environmental Policy, 80 p.

13. Bennett G., Mulongoy K.J. 2006. Review of experience with ecological networks, corridors and buffer zones. Secretariat of the Convention on Biological Diversity CBD Technical Series No 23, 97 p.

17. Meffe G.K., Carroll C.R. 1997. Principles of Conservation Biology. Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates Inc, 729 p.

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Голеусов Павел Вячеславович**, доцент кафедры природопользования и земельного кадастра Белгородского государственного национального исследовательского университета, Белгород, Россия

**Польшина Марина Александровна**, доцент кафедры природопользования и земельного кадастра Белгородского государственного национального исследовательского университета, Белгород, Россия

**Гнилицкий Максим Юрьевич**, студент кафедры природопользования и земельного кадастра Белгородского государственного национального исследовательского университета, Белгород, Россия

### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Pavel V. Goleusov**, associate professor, Department of Environmental Management and Land Cadastre, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia

**Marina A. Polshina**, associate professor, Department of Environmental Management and Land Cadastre, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia

**Maxim Y. Gnilitzky**, student, Department of Nature Management and Land Cadastre, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia



УДК 551.502(470.325)

DOI 10.18413/2712-7443-2021-45-1-107-117

## Влияние синоптических условий на содержание загрязняющих веществ в атмосфере г. Белгорода

Талалай Т.О., Лебедева М.Г., Крымская О.В., Крымская А.А.

Белгородский государственный национальный исследовательский университет,  
Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85  
E-mail: lebedeva\_m@bsu.edu.ru

**Аннотация.** Уровень загрязнения атмосферного воздуха в городах формируется под влиянием объемов выбросов стационарных и передвижных источников, рассеивающей способности атмосферы в конкретный период, физико-географических особенностей местности. Современные климатические условия характеризуются тем, что неблагоприятные метеоусловия, способствующие накоплению примесей в атмосфере (НМУ) отмечаются в теплое время года – 68,9 % из них зафиксировано с апреля по август. За исследуемый период (2009–2018 гг.) в изменении метеорологических характеристик, определяющих процесс накопления поллютантов в атмосфере города, отмечен лишь один статистически значимый тренд (на уровне 95 %), характеризующий уменьшение повторяемости слабых ветров. В условиях антициклональной погоды при формировании НМУ в Белгороде были отмечены случаи превышения ПДКс.с. взвешенных веществ. 87 % случаев превышения ПДКс.с. зарегистрированы с апреля по октябрь, из них 29 % пришлось на октябрь. Наибольшая концентрация взвешенных веществ зафиксирована в 2018 году – 1,39 ПДК. За этот же период в периоды НМУ в Белгороде было отмечено 45 случаев превышения ПДКс.с. диоксида азота. 82 % случаев превышения ПДКс.с. зарегистрированы с апреля по октябрь, из них 22 % пришлось на октябрь. Наибольшая концентрация зафиксирована в 2014 г. – 1,31 ПДК. В дни НМУ концентрация аммиака по г. Белгороду в 2013–2015 гг. превысила ПДК в 8 случаях. Наибольшая концентрация была отмечена в 2015 г. – 1,11 ПДК. В последующие годы превышений ПДК по аммиаку не отмечалось, причиной чего является закрытие завода лимонной кислоты. Для оценки влияния циклональных условий погоды на концентрации примесей загрязняющих веществ был проанализирован уровень загрязнения воздуха в Белгороде в дни с интенсивными осадками ( $> 10$  мм за сутки). Анализ статистических связей между концентрациями загрязняющих веществ и метеорологическими параметрами в период выпадения интенсивных осадков позволил выявить среднюю корреляционную зависимость между содержанием взвешенных веществ и направлением ветра ( $r = 0,55$ ), слабую корреляцию между концентрацией оксида углерода и направлением ветра, коэффициент корреляции ( $r = 0,48$ ); высокая корреляционная связь с отрицательным значением прослеживается между скоростью ветра и аммиаком: коэффициент корреляции ( $r = -0,72$ ).

**Ключевые слова:** загрязнение атмосферного воздуха, концентрация загрязняющих веществ, предельно допустимые концентрации (ПДК, ПДКсс), синоптические условия, неблагоприятные метеоусловия.

**Для цитирования:** Талалай Т.О., Лебедева М.Г., Крымская О.В., Крымская А.А. 2021. Содержание загрязняющих веществ в атмосфере города Белгорода в различных синоптических условиях. Региональные геосистемы, 45(1): 107–117. DOI: 10.18413/2712-7443-2021-45-1-107-117

---

## Influence of synoptic conditions on the content of pollutants in the atmosphere of Belgorod



**Tatiana O. Talalay, Maria G. Lebedeva, Olga V. Krymskaya, Anna A. Krymskaya**

Belgorod National Research University,  
85 Pobeda St, Belgorod, 308015, Russia  
E-mail: lebedeva\_m@bsu.edu.ru

**Abstract.** During the study period, in the change in meteorological characteristics that determine the process of accumulation of pollutants in the atmosphere of the city, only one statistically significant trend (at the 95 % confidence level ) was noted, characterizing a decrease in the frequency of weak winds. For the study period (2009–2018) during the periods of unfavorable meteorological condition in Belgorod, there were cases of exceeding the maximum permissible concentration. suspended solids. 87 % of cases of exceeding MPC registered from April to October, of which 29 % were in October. The highest concentration of suspended solids was recorded in 2018 – 1.39 MPC. During the same period, during the periods of NMU in Belgorod, 45 cases of exceeding the MPC were noted. nitrogen dioxide. In 82 % of cases of exceeding the maximum permissible concentration. registered from April to October, of which 22 % were in October. The highest concentration was recorded in 2014 – 1.31 MPC. During the days of the, the concentration of ammonia in Belgorod in 2013–2015 exceeded the MPC in 8 cases. The highest concentration was recorded in 2015 – 1.11 MPC. In subsequent years, no excess of the maximum permissible concentration for ammonia was noted, the reason for which is the closure of the citric acid plant. To assess the effect of cyclonic weather conditions on the concentration of pollutant impurities, the level of air pollution in Belgorod was analyzed on days with intense precipitation (> 10 mm per day). The analysis of statistical relationships between the concentrations of pollutants and meteorological parameters during the period of intense precipitation made it possible to reveal the average correlation between the content of suspended solids and the direction of the wind ( $r = 0.55$ ), a weak correlation between the concentration of carbon monoxide and the direction of the wind, the correlation coefficient ( $r = 0.48$ ); a high correlation with a negative value is traced between wind speed and ammonia: the correlation coefficient ( $r = -0.72$ ).

**Key words:** air pollution, concentration of pollutants, maximum permissible concentrations, synoptic conditions, unfavorable meteorological condition.

**For citation:** Talalay T.O., Lebedeva M.G., Krymskaya O.V., Krymskaya A.A. 2021. The content of pollutants in the atmosphere of the city of Belgorod in various weather conditions. Regional Geosystems, 45(1): 107–117. DOI: 10.18413/2712-7443-2021-45-1-107-117

## Введение

Изучение влияния синоптических условий на концентрацию загрязняющих веществ в атмосфере позволяет прогнозировать экологическую ситуацию в городе, что необходимо для формирования комфортной среды проживания. Особенно это важно для городов, где на сравнительно небольшой площади концентрируется население, большое количество автотранспорта и предприятий [Исаев, 2001; Аджиев и др., 2017; Географический атлас..., 2018].

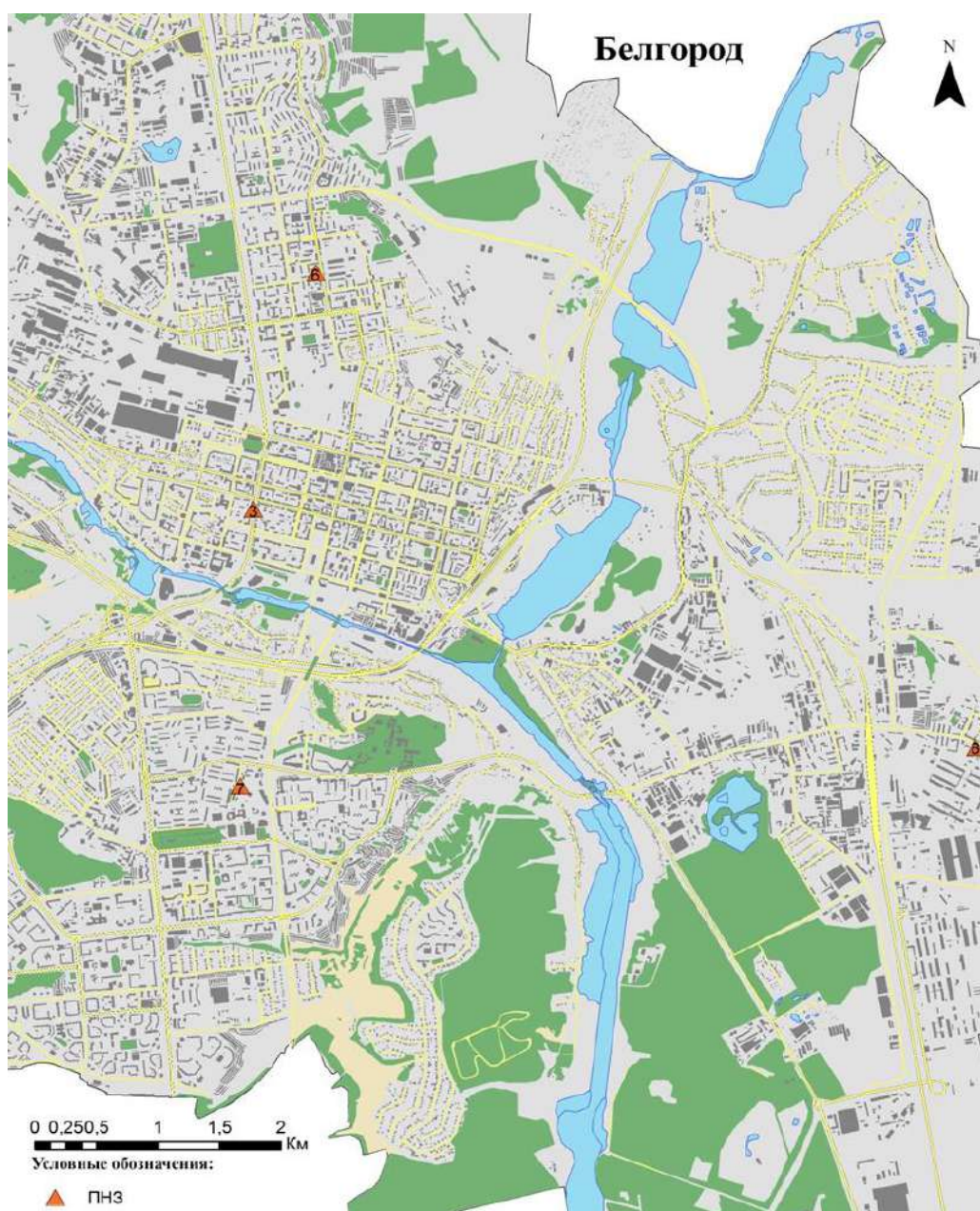
Климат Белгорода характеризуется умеренной континентальностью: жарким летом и сравнительно холодной зимой. Особенности климатических условий региона позволяют оценить потенциал загрязнения атмосферы города как умеренный, что означает, что в разные периоды года здесь создаются примерно одинаковые условия как для рассеивания, так и для накопления примесей в приземном слое воздуха [Безуглая, 1980; Безуглая и др., 2013; Крымская и др., 2016; Лебедева и др., 2017].

Уровень загрязнения атмосферного воздуха в городах формируется под влиянием объемов выбросов стационарных и передвижных источников, рассеивающей способности атмосферы, особенностей рельефа, наличия древесной растительности, водных объектов. При постоянных параметрах выбросов решающее значение для роста приземных концентраций примесей играют метеорологические условия. В периоды неблагоприятных условий для рассеивания примесей происходит рост концентраций загрязняющих веществ [Климатические характеристики..., 1983; Безуглая, Смирнова, 2008; Акимов и др., 2011].

Целью данной работы является оценка вклада метеорологических условий и характерных синоптических ситуаций в формирование уровня загрязнения атмосферного воздуха Белгорода.

### Объекты и методы исследования

Сеть мониторинга загрязнения атмосферного воздуха в городе Белгороде представлена четырьмя стационарными постами: ПНЗ № 3, ПНЗ № 6, ПНЗ № 7, ПНЗ № 8 (ПОСТ №3 – «Автомобильный», пр. Богдана Хмельницкого 79; ПОСТ №6 – «Жилой», ул. Шершнева 2; ПОСТ №7 – «Жилой», ул. Мокроусова 6; ПОСТ №8 – «Промышленный», ул. Макаренко 18) (см. рисунок).



Стационарные посты наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха  
на территории города Белгорода  
Stations of air pollution on the territory of the city of Belgorod



Основными источниками загрязнения атмосферы Белгорода являются ЗАО «Белгородский цемент», ОАО «Белгородасбестоцемент», ОАО «Стройматериалы», а также автомобильный и железнодорожный транспорт. Предприятия расположены в основном на западной и восточной окраинах города.

Время сохранения примесей в атмосфере зависит от множества факторов, доминирующее значение среди которых принадлежит метеорологическим условиям. Уровень концентрации примесей определяется такими аэросиноптическими условиями, как приземные инверсии (повторяемость, мощность и интенсивность), ветровой режим (повторяемость скоростей и застойных явлений), высота слоя перемешивания, продолжительность туманов, наличие или отсутствие осадков [Климатические характеристики..., 1983; Лебедева, Крымская, 2003]. В отдельные периоды, неблагоприятные для рассеяния выбросов, концентрации вредных веществ могут резко возрасти относительно среднего или фоновое городского загрязнения.

Исходная база ежедневных данных по содержанию загрязняющих веществ в атмосфере города представлена Белгородской лабораторией по мониторингу загрязнения атмосферы. В основу работы положены метеорологические характеристики суточной размерности станции Белгород АМСГ № 5063660. Достоверность результатов работы обеспечена использованием данных официальной государственной статистики, современных методов геоинформационного моделирования и картографирования, реализованных лицензионными программными средствами.

### Результаты и их обсуждение

Оценивая среднегодовые концентрации основных загрязняющих веществ в атмосфере Белгорода за период 2009–2018 гг., следует отметить, что превышение ПДКсс было отмечено только по диоксиду азота на ПНЗ № 3. ПНЗ № 3 – «автомобильный», по сравнению с другими постами города наиболее подвержен загрязнению диоксидом азота. Среднесезонные значения концентраций указанного вещества находились в пределах 1,1 – 1,2 ПДК.

В табл. 1 представлены обобщенные за 10-летний период метеопараметры, влияющие на процесс накопления и/или рассеяния примесей в атмосфере города Белгорода [Фондовые материалы..., 2020].

Таблица 1  
Table 1

Метеорологические характеристики, определяющие процессы накопления и рассеяния примесей в городе Белгороде с 2009 по 2018 гг.  
Meteorological characteristics that determine the processes of accumulation and dispersion of impurities in Belgorod from 2009 to 2018

Метеорологические характеристики	Годы									
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Осадки, дни	198	176	187	194	210	150	170	207	190	168
Скорость ветра, м/с	3,9	4,3	3,9	4,1	4,1	4,1	4,2	3,9	4,2	3,9
Повторяемость ветров со скоростью 0–1 м/с, %	10,3	8,3	12,8	10,5	12,1	10,7	5,5	5,3	4	6
Повторяемость туманов, час	455,3	298,3	144,8	179,2	338,2	271,3	236	230,7	224,7	284,4

За исследуемый период в изменении метеорологических характеристик, определяющих процесс накопления поллютантов в атмосфере города, отмечен лишь один статистически значимый тренд (на уровне 95 %), характеризующий уменьшение

повторяемости слабых ветров. Отрицательный тренд отмечен и в повторяемости туманов, но статистически он не значим. Обе тенденции указывают на улучшение способности атмосферы к рассеиванию примесей, наблюдающееся в последнем десятилетии [Крымская и др., 2016].

В холодный период неблагоприятные метеоусловия, способствующие накоплению примесей в атмосфере (НМУ), чаще отмечаются при распространении на ЦЧР отрога Сибирского антициклона или гребня Азорского антициклона, а также в теплом секторе южного циклона; медленном перемещении по территории северо-западных антициклонов, в западной и юго-западной периферии которых создаются НМУ; в антициклонах, сформированных в арктическом воздухе и сместившихся на ЦЧР, в которых образуются мощные инверсии в нижнем слое воздуха.

В теплый период НМУ формируются в антициклонах, сформированных в теплой воздушной массе, а также в стационарных антициклонах, либо при северо-западных и западных антициклональных вторжениях [Лебедева, Крымская, 2003].

Синоптиками Белгородского ЦГМС – филиала ФГБУ «Центрально-Черноземное УГМС» за период 2013–2018 гг. было спрогнозировано 103 случая неблагоприятных метеорологических условий (НМУ): в 2013 и 2014 гг. – 14 случаев, в 2015 году – 6 случаев, в 2016 г. – 17 случаев, в 2017 г. – 24 случая, в 2018 г. – 28 случаев НМУ. Чаще всего НМУ отмечались в теплое время года – 68,9 % из них зафиксировано с апреля по август, 14,5 % – в октябре.

За исследуемый период в периоды НМУ в Белгороде был отмечен 31 случай превышения ПДКс.с. взвешенных веществ. 87 % случаев превышения зарегистрированы с апреля по октябрь, из них 29 % пришлось на октябрь. Наибольшая концентрация ВВ зафиксирована в 2018 г. – 1,39 ПДК [РД 52.04.667-2005..., 2006; Ежегодник состояния ..., 2019].

За этот же период в периоды НМУ в Белгороде было отмечено 45 случаев превышения ПДКс.с. диоксида азота. В 82 % случаев превышения ПДКс.с. зарегистрированы с апреля по октябрь, из них 22 % пришлось на октябрь. Наибольшая концентрация зафиксирована в 2014 г. – 1,31 ПДК.

Концентрация оксида углерода (СО) в целом по городу в 2013–2018 гг., в период НМУ, не превышала допустимый уровень ПДК.

В дни НМУ концентрация аммиака по г. Белгороду в 2013–2015 гг. превысила ПДК в 8 случаях. Наибольшая концентрация была отмечена в 2015 г. – 1,11 ПДК. В последующие годы превышений ПДК по аммиаку не отмечалось, причиной чего является закрытие завода лимонной кислоты.

Для расчёта коэффициента корреляции [Исаев, 1988, Кобышева и др., 2008, Крюкова, 2015] между концентрациями загрязняющих веществ в периоды неблагоприятных метеоусловий, способствующих накоплению примесей и метеопараметрами, была построена корреляционная матрица [x] с восьмью переменными (табл. 2).

Исходные данные: средняя концентрация загрязняющих веществ ( $q_{cp}$ ), влажность воздуха (среднесуточные данные), температура воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ , среднесуточные данные), направление ветра (в градусах), скорость ветра (м/с, среднесуточные данные). Корреляционная матрица состоит из 8 переменных: А – взвешенные вещества (пыль); В – диоксид азота; С – оксид углерода; D – аммиак; Е – влажность воздуха; F – температура воздуха; G – направление ветра; H – скорость ветра.

Значения коэффициентов корреляции  $0,2 < r < 0,5$  (по модулю) свидетельствуют о слабой корреляции, при  $0,5 \leq r < 0,7$  – о средней и о высокой корреляции между переменными – при  $0,7 \leq r < 0,9$ .

Корреляционная матрица указывает на значимость связей между такими веществами, как диоксид азота и оксид углерода. Выбросы данных веществ обусловлены выбросами автотранспорта.





Таблица 2  
Table 2

Корреляционная матрица между концентрациями загрязняющих веществ и метеопараметрами в период НМУ  
Correlation matrix between pollutant concentrations and meteorological parameters during the AWC period

	A	B	C	D	E	F	G	H
A	1,00	0,61	0,44	0,28	0,15	-0,12	-0,16	0,11
B	0,61	1,00	0,84	0,14	0,37	-0,27	-0,15	-0,16
C	0,44	0,84	1,00	0,07	0,36	-0,14	-0,02	-0,13
D	0,28	0,14	0,07	1,00	-0,13	0,12	0,28	0,38
E	0,15	0,37	0,36	-0,13	1,00	-0,70	0,15	-0,19
F	-0,12	-0,27	-0,14	0,12	-0,70	1,00	-0,08	0,29
G	-0,16	-0,15	-0,02	0,28	0,15	-0,08	1,00	0,08
H	0,11	-0,16	-0,13	0,38	-0,19	0,29	0,08	1,00

Средняя корреляция наблюдается между взвешенными веществами и диоксидом азота, что объясняется тем, что на концентрацию взвешенных веществ в воздухе влияет не только автотранспорт, но и другие источники.

Слабая отрицательная корреляция наблюдается между диоксидом азота и температурой воздуха, что является следствием не только увеличения объемов выбросов за счет работы котельных и ТЭЦ в холодное время года, но и ослаблением вертикального переноса примесей за счет приподнятых инверсий.

Слабая положительная корреляция наблюдается между влажностью воздуха и концентрациями диоксида азота и оксида углерода. Чаще всего рост концентраций этих веществ связан с ростом повторяемости туманов в холодное время года.

Для оценки влияния циклональных условий погоды на концентрации примесей загрязняющих веществ был проанализирован уровень загрязнения воздуха в Белгороде в дни с интенсивными осадками (>10 мм за сутки). Выборка данных о днях с осадками различной интенсивности по городу Белгороду представлена в табл. 3.

Таблица 3  
Table 3

Число дней с осадками > 10 мм за сутки в Белгороде за 2013–2018 гг.  
Number of days with precipitation > 10 mm per day in Belgorod in 2013–2018

Градации, мм	Годы					
	2013	2014	2015	2016	2017	2018
10,1–20,0	7	5	4	13	8	10
20,1–30,0	1	1	3	4	1	2
30,1–40,0	1	2	–	–	1	1
> 40,0	–	1	–	–	–	1

Концентрация взвешенных веществ в дни с интенсивными осадками за 2013–2018 гг. по городу Белгороду превысила уровень ПДКс.с. лишь однажды – в августе 2016 г.

За период 2013–2018 гг. концентрация диоксида азота в период выпадения интенсивных осадков (66 дней) превысила уровень предельно допустимой концентрации в 11 случаях, в 45,5 % случаев это наблюдалось с ноября по март, в то время как в периоды

НМУ превышение ПДК<sub>сс</sub> диоксида азота приходилось на холодную половину года лишь в 18 % случаев.

Концентрация оксида углерода в период выпадения осадков в 2013–2018 гг. не превысила уровень ПДК.

Концентрация аммиака в период осадков в 2013–2014 гг. превысила уровень ПДК 2 раза, в дальнейшем превышений не наблюдалось.

В целом, на всех исследуемых постах по наблюдению за загрязнением атмосферного воздуха в городе Белгороде, увеличение концентрации взвешенных веществ наблюдается в весенне-летний период, что отражает совместное влияние природных и антропогенных источников пыления.

Наибольшая концентрация взвешенных веществ (в долях ПДК – 1,08 мг/м<sup>3</sup>) отмечена на ПНЗ № 3 (ул. Б. Хмельницкого, 79) – за счет дополнительного вклада автотранспорта в формирование уровня загрязнения атмосферы.

Также на ПНЗ № 3 загрязнение оксидом углерода и диоксидом азота выше, чем на остальных постах. Но концентрации оксида углерода не превышают уровень ПДК<sub>с.с</sub>. Концентрация диоксида азота на ПНЗ № 3 в летний период больше, чем в остальные сезоны, составляет – 1,17 ПДК, в осенний, весенний и зимний период также превышает 1 ПДК. На остальных исследуемых постах превышений по диоксиду азота не выявлено. Причиной относительного увеличения концентраций в данной точке города является также увеличение транспортных потоков в теплое время года.

Загрязнение диоксидом серы по городу в целом очень низкое и равно 0,14 ПДК.

Содержание аммиака в городе в различные сезоны примерно одинаково на всех постах города и его средняя концентрация ( $q_{ср}$ ) за год, в целом по городу, не превышает уровень ПДК. Снижение концентрации аммиака в 2000-е годы связано с закрытием в городе завода по производству лимонной кислоты.

Для расчёта коэффициента корреляции между концентрациями загрязняющих веществ и метеопараметрами в период выпадения осадков была построена корреляционная матрица с девятью переменными [Крюкова, 2015].

В табл. 4 представлены коэффициенты корреляции между концентрациями загрязняющих веществ в условиях сильных осадков и метеопараметрами.

Корреляционная матрица состоит из 9 переменных: А – взвешенные вещества (пыль); В – диоксид азота; С – оксид углерода; D – аммиак; Е – влажность воздуха; F – температура воздуха; G – направление ветра; H – скорость ветра; I – количество осадков.

Между диоксидом азота и оксидом углерода существует высокая корреляция, средняя корреляция наблюдается между взвешенными веществами и оксидом углерода, что может свидетельствовать о едином источнике выбросов (в нашем случае сказывается влияние автотранспорта), либо о сходных метеорологических условиях, влияющих на рассеивание этих примесей.

Высокая корреляционная связь со знаком минус отмечена между скоростью ветра и концентрацией аммиака, что связано с тем, что основной источник этого загрязнителя был расположен на территории города, а при слабых скоростях ветра приземные концентрации увеличиваются.

Средняя положительная корреляционная связь отмечена между концентрациями взвешенных веществ и направлением ветра.

Слабая отрицательная корреляция отмечена между концентрациями диоксида азота и оксида углерода и скоростью ветра, что отражает влияние застойных явлений на рост приземных концентраций.



Таблица 4  
Table 4

Корреляционная матрица между концентрациями загрязняющих веществ и метеопараметрами в период выпадения осадков  
Correlation matrix between pollutant concentrations and meteorological parameters during the period of precipitation

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
A	1,00	0,59	0,76	0,42	-0,04	-0,18	0,55	-0,23	0,06
B	0,59	1,00	0,82	0,40	0,02	0,03	0,30	-0,37	-0,04
C	0,76	0,82	1,00	0,44	0,05	-0,02	0,48	-0,42	-0,17
D	0,42	0,40	0,44	1,00	0,00	0,39	0,27	-0,72	0,04
E	-0,04	0,02	0,05	0,00	1,00	-0,53	0,44	0,06	-0,39
F	-0,18	0,03	-0,02	0,39	-0,53	1,00	-0,14	-0,72	0,46
G	0,55	0,30	0,48	0,27	0,44	-0,14	1,00	-0,31	0,09
H	-0,23	-0,37	-0,42	-0,72	0,06	-0,72	-0,31	1,00	-0,30
I	0,06	-0,04	-0,17	0,04	-0,39	0,46	0,09	-0,30	1,00

### Заключение

Впервые изучены изменения содержания загрязняющих веществ в атмосфере города Белгорода в различных синоптических условиях как способствующих накоплению поллютантов, так и в условиях «вымывания» примесей осадками. За период 2013–2018 гг. было исследовано 103 случая неблагоприятных метеорологических условий и 66 случаев с интенсивными (> 10 мм в сутки) осадками.

Современные аэроклиматические условия региона характеризуются тем, что неблагоприятные метеоусловия, способствующие накоплению примесей в атмосфере (НМУ), преимущественно формируются в условиях антициклональной погоды и чаще отмечаются в теплое время года – 68,9 % из них фиксируются с апреля по август. За исследуемый период (2009–2018 гг.) в изменении метеорологических характеристик, определяющих процесс накопления поллютантов в атмосфере города, отмечен лишь один статистически значимый тренд (на уровне 95 %), характеризующий уменьшение повторяемости слабых ветров.

В период неблагоприятных метеоусловий был отмечен 31 случай превышения ПДКс.с. взвешенных веществ и 45 случаев превышения ПДКс.с. диоксида азота. 87 % случаев превышения ПДКс.с. взвешенных веществ зарегистрированы с апреля по октябрь, из них 29 % пришлось на октябрь. Наибольшая концентрация взвешенных веществ зафиксирована в 2018 г. – 1,39 ПДК. 82 % случаев превышения ПДКс.с. диоксида азота зарегистрированы с апреля по октябрь, из них 22 % пришлось на октябрь. Наибольшая концентрация зафиксирована в 2014 г. – 1,31 ПДК.

За аналогичный временной период во время выпадения интенсивных осадков из 66 дней в одном случае зафиксировано превышение уровня ПДКс.с. взвешенных веществ и 11 случаев превышения ПДКс.с. диоксида азота, что связано с интенсивностью транспортных потоков. В дни с НМУ превышение ПДКс.с. диоксида азота наблюдается в четыре раза чаще, чем в дни с существенными осадками.



Анализ статистических связей между концентрациями загрязняющих веществ и метеорологическими параметрами в период НМУ (такими как скорость ветра, температура и влажность воздуха) позволил выявить лишь слабую корреляцию, что связано, на наш взгляд, с тем, что на уровень загрязнения влияет не отдельная метеорологическая характеристика, а комплекс этих характеристик, определяющих синоптическую ситуацию.

Результаты исследования могут служить основой для разработки практических рекомендаций по осуществлению региональной эколого-экономической политики для снижения уровня загрязнения атмосферы как в период неблагоприятных метеорологических условий, способствующих накоплению примесей в приземном слое воздуха, так и в условиях вымывания поллютантов при циклональной погоде.

### Список источников

1. Ежегодник состояния загрязнения атмосферы в городах на территории России за 2018 год. Электронный ресурс. URL: [http://voeikovmgo.ru/images/stories/publications/2019/ejegovdnik\\_zagr\\_atm\\_2018+.pdf](http://voeikovmgo.ru/images/stories/publications/2019/ejegovdnik_zagr_atm_2018+.pdf) (дата обращения: 18 декабря 2020).
2. Исаев А.А. 1988. Статистика в метеорологии и климатологии. М., Московский государственный университет, 248 с.
3. Исаев А.А. 2001. Экологическая климатология. М., Научный мир, 458 с.
4. Кобышева Н.В., Стадник В.В., Клюева М.В., Пигольцина Г.Б., Акентьева Е.М., Галюк Л.П., Разова Е.Н., Семенов Ю.А. 2008. Руководство по специализированному климатологическому обслуживанию экономики. Электронный ресурс. URL: <http://voeikovmgo.ru/download/publikacii/2008/Rukovodstvo.pdf> (дата обращения: 10 декабря 2020).
5. Корнилов А.Г., Петин А.Н., Петина В.И., Чендев Ю.Г. 2018. Географический атлас Белгородской области: природа, общество, хозяйство. Белгород, КОНСТАНТА, 200 с.
6. Климатические характеристики условий распространения примесей в атмосфере. 1983. Ленинград, Гидрометеоздат, 328 с.
7. Крюкова С.В. 2015. Контроль загрязнения природной среды: анализ данных загрязнения. СПб., РГГМУ, 46 с.
8. Лебедева М.Г., Крымская О.В. 2003. Экология региона. Ч.1. Качество атмосферного воздуха в городах ЦЧР. Белгород, Изд-во «Политерра», 75 с.
9. РД 52.04.667-2005. Руководящий документ: Документы о состоянии загрязнения атмосферы в городах для информирования государственных органов, общественности и населения. Общие требования к разработке, построению, изложению и содержанию. 2006. М., Метеоагентство Росгидромета, 52 с.
10. Фондовые материалы Белгородского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды за период 2000-2019 гг. Электронный ресурс. URL: <http://www.meteorf.ru/product/infomaterials/ezhegodniki/> (дата обращения: 3 декабря 2020).

### Список литературы

1. Аджиев А.Х., Барталев С.А., Беккиев М.Ю., Бирюков М.В., Бирюкова О.Н., Битюкова В.Р., Бобылев С.Н., Богданова М.Д., Божилина Е.А., Бронникова В.К., Бударина О.И., Власов Д.В., Волкова Е.А., Вомперский С.Э., Воробьева Т.А., Гаврилова И.П., Кошелева Н.Е., Никифорова Е.М. 2017. Экологический атлас России. М., Феория, 510 с.
2. Акимов Л.М., Якушев А.Б., Куролап С.А. 2011. Геоэкологическая оценка загрязнения воздушного бассейна города Воронежа автотранспортом в зависимости от состояния атмосферы. Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология, 2: 158–165.
3. Безуглая Э.Ю. 1980. Метеорологический потенциал и климатические особенности загрязнения воздуха городов. Ленинград, Гидрометеоздат, 184 с.
4. Безуглая Э.Ю., Завадская Е.К., Ивлева Т.П. 2013. Роль климатических условий в формировании изменений загрязнения атмосферы. Труды Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова, 568: 267–279.



5. Безуглая Э.Ю., Смирнова И.В. 2008. Воздух городов и его изменения. СПб., Астерион, 253 с.
6. Крымская О.В., Лебедева М.Г., Бузакова И.В., Сторожилова Е.Ю. 2016. Метеорологический потенциал самоочищения атмосферного воздуха в Белгородской области. Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки, 34 (4 (225)): 124–129.
7. Лебедева М.Г., Крымская О.В., Чендев Ю.Г. 2017. Изменения условий атмосферной циркуляции и региональные климатические характеристики на рубеже XX–XXI вв. (на примере Белгородской области). Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки, 40 (18 (257)): 157–163.

### References

1. Adzhiyev A.Kh., Bartalev S.A., Bekkiyev M.Yu., Biryukov M.V., Biryukova O.N., Bityukova V.R., Bobylev S.N., Bogdanova M.D., Bozhilina E.A., Bronnikova V.K., Budarina O.I., Vlasov D.V., Volkova E.A., Vomperskiy S.E., Vorobyeva T.A., Gavrilova I.P., Kosheleva N.E., Nikiforova E.M. 2017. *Ekologicheskiy atlas Rossii [Ecological Atlas of Russia]*. Moscow, Feoria, 510 p.
2. Akimov L.M., Yakushev A.B., Kurolap S.A. 2011. *Geoekologicheskaya otsenka zagryazneniya vozdušnogo basseyna goroda Voronezha avtotransportom v zavisimosti ot sostoyaniya atmosfery [Geoecological assessment of air pollution in the Voronezh city by motor vehicles depending on the state of the atmosphere]*. Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Series: Geografiya. Geoekologiya, 2: 158–165.
3. Bezuglaya E.Yu. 1980. *Meteorologicheskiy potentsial i klimaticheskiye osobennosti zagryazneniya vozdukhа gorodov [Meteorological potential and climatic features of urban air pollution]*. Leningrad, Gidrometeozdat, 184 p.
4. Bezuglaya E.Y., Zavadsкая E.K., Ivleva T.P. 2013. Trends of air pollution and the role of climate conditions. *Proceedings of Voeikov Main Geophysical Observatory*, 568: 267–286. (in Russian)
5. Bezuglaya E.Yu., Smirnova I.V. 2008. *Vozdukh gorodov i ego izmeneniya [The air of cities and it's changes]*. St. Petersburg, Asterion, 253 p.
6. Krymskaya O.V., Lebedeva M.G., Buzakova I.V., Storogilova E.Y. 2016. Meteorological potential of atmosphere self-cleaning in the Belgorod region. *Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural sciences series*, 34 (4 (225)): 124–129. (in Russian)
7. Lebedeva M.G., Krymskaya O.V., Chendev Yu.G. 2017. Changes in the atmospheric circulation conditions and regional climatic characteristics at the turn of XX-XXI centuries (on example of Belgorod region). *Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural sciences series*, 40 (18 (257)): 157–163. (in Russian)

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Талалай Татьяна Олеговна**, магистрант кафедры географии, геоэкологии и безопасности Белгородского государственного национального исследовательского университета, Белгород, Россия

**Лебедева Мария Григорьевна**, доцент кафедры географии, геоэкологии и безопасности Белгородского государственного национального исследовательского университета, Белгород, Россия

**Крымская Ольга Владимировна**, доцент кафедры географии, геоэкологии и безопасности Белгородского государственного национального исследовательского университета, Белгород, Россия

### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Tatiana O. Talalay**, master's Student, Department of Geography, Geoecology and Security, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia

**Maria G. Lebedeva**, associate Professor, Department of Geography, Geoecology and Security, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia

**Olga V. Krymskaya**, associate Professor, Department of Geography, Geoecology and Security, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia



**Крымская Анна Александровна**, аспирант кафедры географии, геоэкологии и безопасности Белгородского государственного национального исследовательского университета, Белгород, Россия

**Anna A. Krymskaya**, post-graduate Student, Department of Geography, Geoecology and Security, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia



УДК 504.06  
DOI 10.18413/2712-7443-2021-45-1-118-128

## Геозкологическая оценка территории НУБ «Горное» Зарайского района Московской области

**Юрова Ю.Д., Широков Р.С.**

ФГБОУ ВО Государственный университет по землеустройству,  
Россия, 105064, Москва, ул. Казакова, 15  
E-mail: Yuliya.yurova.1996@mail.ru

**Аннотация.** В статье приведены результаты геозкологического мониторинга, проводимого на территории НУБ «Горное» Государственного университета по землеустройству в Зарайском районе Московской области в период с 2015 г. по настоящее время. НУБ «Горное» – уникальный природный объект, который выполняет образовательную, научно-прикладную, исследовательскую и производственную функции и предназначен для обеспечения устойчивого развития природных территорий, что приводит к необходимости проведения комплексного геозкологического мониторинга и геозкологической оценки, которые позволят проследить не только изменение качества компонентов геосистем, но и составить картину антропогенного влияния в целом. Сеть геозкологического мониторинга охватывает различные функциональные зоны территории НУБ «Горное», а также отдельные территории водосборного бассейна р. Осетр – Зарайский и частично Луховицкий районы. Результаты геозкологического мониторинга и геозкологической оценки послужат для разработки скринингового метода и геозкологического паспорта водосборной территории р. Осетр, что позволит оперативно выявлять возникновение экологических рисков, оказывающих негативное воздействие на компоненты геосистем, и принимать более эффективные меры по их устранению. Для формирования точной геозкологической оценки исследуемой территории, по мере накопления информации, границы функциональных зон и техногенных нагрузок будут корректироваться, как и содержание мониторинговых исследований.

**Ключевые слова:** геозкологический мониторинг, геозкологическая оценка, скрининг, паспорт водного объекта, экологическое образование.

**Благодарности:** исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-35-90019

**Для цитирования:** Юрова Ю.Д., Широков Р.С. 2021. Геозкологическая оценка территории НУБ «Горное» Зарайского района Московской области. Региональные геосистемы, 45(1): 118–128. DOI: 10.18413/2712-7443-2021-45-1-118-128

---

## Geocological monitoring on the territory SEB "Gornoye" of the Zaraisky district of the Moscow region

**Yuliya D. Yurova, Roy S. Shirokov**

State University of Land Use Planning,  
15 Kazakova St, Moscow, 105064, Russia  
E-mail: Yuliya.yurova.1996@mail.ru

**Abstract.** The article presents the results of geocological monitoring conducted on the territory of the SEB "Gornoye" of the State University of Land Use Planning in the Zaraisk district of the Moscow region in the period from 2015 to the present. SEB "Gornoye" is a unique natural object that performs educational, scientific and applied, research and production functions and is designed to ensure the sustainable development of natural territories, which leads to the need for comprehensive geocological

monitoring and geocological assessment, which will allow you to track not only the change in the quality of components of geosystems, but also to make a picture of the anthropogenic impact as a whole. The network of geocological monitoring covers various functional zones of the territory of the SEB "Gornoye", as well as individual territories of the catchment basin of the Osetr River-Zaraisky and partially Lukhovitsky districts. The results of geocological monitoring and geocological assessment will serve to develop a screening method and a geocological passport of the Osetr River catchment area, which will allow us to quickly identify the occurrence of environmental risks that have a negative impact on the components of geosystems, and take more effective measures to eliminate them. In order to form an accurate geocological assessment of the study area, as information accumulates, the boundaries of functional zones and man-made loads will be adjusted, as well as the content of monitoring studies.

**Keywords:** geocological monitoring, geocological assessment, screening, water body passport, environmental education

**Acknowledgements:** The reported study was funded by RFBR, project number № 20-35-90019

**For citation:** Yurova Y.D., Shirokov R.S. 2021. Geocological monitoring on the territory SEB "Gornoye" of the Zaraisky district of the Moscow region. *Regional Geosystems*, 45(1): 118–128. DOI: 10.18413/2712-7443-2021-45-1-118-128

---

## Введение

В статье приведены результаты геоэкологического мониторинга, проводимого на территории НУБ «Горное» Государственного университета по землеустройству в Зарайском районе Московской области в период с 2015 г. по настоящее время.

Научно-учебная база «Горное» основана в 1963 г. Территория НУБ «Горное» Государственного университета по землеустройству расположена на северо-восточном склоне Среднерусской возвышенности, в бассейне р. Осетр – правого притока р. Оки. В административном отношении территория относится к Зарайскому району Московской области. Основной кампус базы расположен в селе Спас-Дощатый на правом берегу р. Осетр. Территория НУБ «Горное» сочетает в себе уникальные физико-географические и сельскохозяйственные особенности, необходимые для проведения учебных и производственных практик; научной работы для сотрудников и студентов кафедры почвоведения, экологии и природопользования ГУЗа [Юрова и др., 2020].

В связи с тем, что НУБ «Горное» – уникальный природный объект, который выполняет образовательную, научно-прикладную, исследовательскую и производственную функции и предназначен для обеспечения устойчивого развития природных территорий, это приводит к необходимости проведения комплексного геоэкологического мониторинга и геоэкологической оценки, которые позволят проследить не только изменение качества компонентов геосистем, но и составить картину антропогенного влияния в целом. Разработанная программа геоэкологического мониторинга учитывает данные специфические особенности.

Сеть геоэкологического мониторинга охватывает различные функциональные зоны территории НУБ «Горное», а также отдельные территории водосборного бассейна р. Осетр – Зарайский и частично Луховицкий районы. Оценка современного геоэкологического состояния водосборного бассейна р. Осетр за период с 2015 по 2020 гг. на скрининговом участке от н/п Зарайск – н/п Власьево проведена на основе данных многолетних мониторинговых геоэкологических наблюдений, научных концепций, нормативных документов, статистических данных, картографических материалов и др., а также данных, вошедших в основу геоэкологической оценки антропогенного воздействия на бассейн р. Осетр [Yurova, Shirokova, 2020].





Результаты геоэкологического мониторинга и геоэкологической оценки послужат для разработки скринингового метода и геоэкологического паспорта водосборной территории р. Осетр. Создание геоэкологического паспорта водосборного бассейна, учитывающего комплексную геоэкологическую оценку антропогенного воздействия на водосборную территорию бассейна р. Осетр – важная и первостепенная задача. Применение метода «скрининга» в разработке позволит получить объективную оценку геоэкологической ситуации на изучаемой территории водосбора, т.к. предоставит возможность лучше анализировать состояние водосборных территорий, в частности бассейнов малых и средних рек с высокой антропогенной нагрузкой, что позволит оперативно выявлять возникновение экологических рисков, оказывающих негативное воздействие на компоненты геосистем и принимать более эффективные меры по их устранению.

Для формирования точной геоэкологической оценки исследуемой территории, по мере накопления информации, границы функциональных зон и техногенных нагрузок будут корректироваться, как и содержание мониторинговых исследований.

### **Объекты и методы исследования**

Для оценки современного экологического состояния отдельных компонентов природной среды на скрининговом участке н/п Зарайск – н/п Власьево проведен ряд мероприятий, включающий оценку состояния атмосферного воздуха; экохимическое и микробиологическое изучение почвенного покрова на наличие тяжелых металлов и органических загрязнителей; исследование качества поверхностных и грунтовых вод.

Исследования по оценке качества водных ресурсов бассейна р. Осетр проводятся с 2015 по 2020 гг. на участке н/п Зарайск – н/п Акатьево: с 2015 по 2018 гг. оценка класса качества воды р. Осетр проводилась по содержанию растворенного кислорода в воде на участке н/п Спас-Дощатое – н/п Власьево; в 2015 и с 2018 г. отбор проб и проведение исследований проводятся на территории н/п Зарайск – н/п Акатьево.

Морфологическое изучение почв территории НУБ «Горное» ФГБОУ ВО ГУЗ в н/п Спас-Дощатое Зарайского района проводятся в период с 2015 г. по настоящее время. С 2019 г. осуществляется экохимическое и микробиологическое изучение почвенного покрова на наличие тяжелых металлов и органических загрязнителей с применением полевого оборудования SMART 3 Electronic Soil Lab SCL-12.

Оценка газогеохимического состояния и экологических функций почв проводилась в пойменном урочище р. Осетр и вершине водораздела в доминантном урочище в поверхностном горизонте А (0–30 см) и горизонте ВС (68–113 см) при помощи газоанализатора «ЕСОПРОБЕ-5» с применением калибровочного газа – нитробутенола.

На основании результатов мониторинга и анализа основных положений, принципов и методов по расчету комплексного индекса загрязнения атмосферы [РД 52.04.186-89, 1989], гигиенической оценки качества почвы населенных мест [МУ 2.1.7.730-99, 1999], комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям [РД 52.24.643-2002, 2002] произведены расчеты ИЗА, ИЗП, ИЗВ и УКИЗВ.

Для оценки общего уровня загрязнения атмосферного воздуха РД 52.04 186-89 [1989] предусмотрено использование показателей индекса загрязнения атмосферы (ИЗА). Расчет ИЗА атмосферного воздуха в 2019 г. осуществлялся на основании данных Росгидромета по 7 компонентам и микроклиматическим показателям, контролируемым по всей территории (скорость ветра, давление, температура и влажность воздуха, облачность, UV-индекс, ВВ, СО, NO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>, CH<sub>2</sub>O), что позволило оценить уровень загрязнения атмосферного воздуха на 9 участках.

## Результаты и их обсуждение

Исследования по оценке качества компонентов геосистем (вода-почва-воздух) осуществлялись с применением полевой лаборатории, что позволило оперативно контролировать изменение химического состава воды и почвенного покрова исследуемого района.

На основании данных мониторинга и анализа основных положений, принципов и методов по расчету комплексного индекса загрязнения атмосферы [Методические указания ..., 1986; РД 52.04.186-89, 1989] качество воздуха Зарайского района на момент исследований относится ко 2 классу и оценивается как «удовлетворительное», что подтверждается низкой степенью загрязнения и значением ИЗА = 2,5.

Среднегодовые концентрации загрязняющих веществ превышали значения допустимого норматива в 2,8 раза по формальдегиду, в 1,6 раза по оксиду азота. Изменение UV-индекса, температуры и влажности воздуха обусловлено характером подстилающей поверхности, ветром и наличием атмосферных осадков. По остальным показателям превышений не обнаружено.

Качество воды р. Осетр оценивалось на основании временных методических указаний по комплексной оценке качества поверхностных и морских вод и метода комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям. Отмечено, что из-за гидрологических особенностей (относительно небольшие объемы стока и низкая способность к самоочищению, зависимость водного режима от климатических и погодных условий и др.) и особенностей природно-климатических условий, как и многие другие малые и средние реки региона, р. Осетр обладает повышенной чувствительностью к антропогенному воздействию.

Значение УКИЗВ на основе комплекса контролируемых показателей, превышающих ПДК в среднем и нижнем течении соответствует IV классу, разряду «г» – «очень грязная» и составляет 5,4; ИЗВ в 2015–2018 гг. – сменяется с III класса «умеренно загрязненная» на IV класс – «грязную», в 2019–2020 гг. качество воды соответствует III классу «умеренно загрязненная» и ИЗВ = 2,0 [Временные методические указания, 1986].

В работах по комплексному экологическому мониторингу и геоэкологической оценке антропогенного воздействия на бассейн р. Осетр [Yurova, Shirokova, 2020] отмечено, что наиболее проблематичным является содержание органического загрязнения (по БПК<sub>5</sub>), биогенных элементов (нитрит-ион), взвешенных веществ и некоторых металлов [ГН 2.1.5.1315-03, 2003; Об утверждении нормативов ..., 2016]. Значительная концентрация загрязняющих химических веществ приходится на боковую приточность.

По сравнению с результатами исследований прошлых лет, в 2018 г. превышений установленных нормативов по содержанию растворенного кислорода не зафиксировано, в 2019 г. наблюдается понижение кислорода до 6,5 мг/л, что связано с летней меженью. По концентрации ионов водорода р. Осетр имеет слабощелочную реакцию (с 7,3 до 8,5). Ежегодно увеличение показателя рН фиксируется в н\п Спас-Дошатый, н\п Бебехово, н\п Власьево [ГОСТ 17.1.3.13-86].

Морфологическое изучение почв территории НУБ «Горное» ФГБОУ ВО ГУЗ в н\п Спас-Дошатое Зарайского района проводится в период с 2015 г. по настоящее время. С 2019 г. осуществляется экохимическое и микробиологическое изучение почвенного покрова на наличие тяжелых металлов и органических загрязнителей с применением полевого оборудования SMART 3 Electronic Soil Lab SCL-12.

Согласно общероссийской схеме почвенно-географического районирования и материалам по обоснованию генерального плана городского округа Зарайск Московской области [Проект генерального плана, 2018] исследуемая территория Зарайского района относится к Заокскому округу серых лесных почв. Почвообразующие породы – моренные суглинки. Почвы формируются под воздействием дернового и подзолистого процессов,



преобладающим является подзолистый. Формирование фульватно-гуматного гумуса обусловлено процессом гумификации лесной подстилки (опад деревьев, корней и т.д.).

Лесная подстилка характеризуется повышенным содержанием оснований и азота и пониженными концентрациями парафина и смол, что способствует ускоренному разложению. Реакция почвенного раствора (рН) сдвигается от слабокислой в верхней части профиля до нейтральной и щелочной в нижней.

В долине р. Осетр и на пойменной террасе формируются аллювиальные почвы, характеризующиеся периодическим затоплением паводковыми водами и отложением на поверхности почв свежего аллювия. Дерново-луговые почвы распространены в центральной пойме, характеризуются глинистым и суглинистым гранулометрическим составом и более мощным гумусовым горизонтом. Притеррасная часть поймы представлена торфяными болотными почвами с высоким содержанием азота, фосфора, кальция и магния.

В результате развития дернового, подзолистого и дерново-подзолистого процессов, химический состав почвы по горизонтам на разных участках исследования неоднороден, что подтверждается результатами анализа образцов.

Развитие подзолистого процесса с различной интенсивностью отмечено в зоне смешанных лесов. Почва на данном участке темно-серая, суглинистая на моренных отложениях. На плакорной части доминантного урочища территория представлена темно-серыми лесными тяжелосуглинистыми почвами на моренных отложениях и покровных суглинках под воздействием дернового и подзолистого процессов. Гумус гумусо-аккумулятивного горизонта А1 представлен преимущественно фульвокислотами, которые способствуют разложению минеральной массы. В почве присутствуют включения обломков различного размера и степени окатанности.

Дерновые смыто-намытые почвы сформированы в субдоминантном урочище, которое представляет собой дно овражно-балочной сети, занимающей 20 % территории под действием двух процессов: дернового и аккумулятивного.

Делювиальный процесс выражен на почвенном профиле характерными белесыми слоями и отмечает период, когда происходил процесс интенсивного смыва.

Пойма р. Осетр представлена аллювиальными пойменными тяжелосуглинистыми на речном аллювии почвами. Почвы в пойме обладают высоким плодородием.

Неоднородность химического состава почв обусловлена присутствием разных химических веществ и компонентов, не свойственных тому или иному горизонту почв, особенно новообразований. Этот факт можно объяснить тем, что точки расположены в местах, где одновременно происходит активная аккумуляция аллювия и при этом эрозия почвы.

Вследствие этого каждый горизонт имеет различное содержание химических веществ, которое изменяется посезонно. Из-за более развитой корневой системы содержание питательных веществ сильно отличается в зависимости от горизонта. На исследуемых участках отмечено увеличение концентрации водорастворимых сульфатов в почвообразующих породах, что связано с промывным водным режимом, интенсивностью процессов выветривания, выпадением кислотных осадков и внесением удобрений.

Из общего числа 47 отобранных образцов, прошедших лабораторную проверку, 12 проб, отобранных на 12 участках водораздельной равнины, плакора, в зоне смешанных лесов, на пойменной террасе и в субдоминантном урочище (рис. 1) или 26 % не соответствовали нормативным требованиям качества, установленными ГН 2.1.7.2041-06 [СанПиН 2.1.5.980-00, 2000; ГН 2.1.7.2041-06, 2006] по 5 показателям и выше, в 9 пробах (19 %) установлено превышение по 3–5 показателям, в 16 пробах (34) выявлено незначительное загрязнение по 1–2 показателям, в 10 пробах (21 %) – превышений не обнаружено.

В целом, превышения отмечены по следующим показателям: бор (30 проб или 63 %), нитрит-ион (22 пробы или 47 %), медь (10 проб или 21 %), железо (8 проб или

17 %), аммоний-ион (8 проб или 17 %), кобальт (5 проб или 11 %), марганец (5 проб или 11 %), сульфат-ион (2 или 4 %). Превышений по алюминию, нитрит-иону, калию не обнаружено.

Наиболее высокое загрязнение наблюдается в средней части плакора, что значительно увеличивает риск попадания загрязнителей в грунтовые воды.



Рис. 1. Картограмма точек отбора образцов  
Fig.1. Map of sampling points

На основании результатов мониторинга и анализа основных положений метода гигиенической оценки качества почвы населенных мест [МУ 2.1.7.730-99, 1999], качество почв на территории НУБ «Горное» Зарайского района Московской области характеризуется как удовлетворительное, средний индекс ИЗП составляет  $\text{ИЗП} \leq 16$  (1 балл) соответственно (рис. 2).

При экологической оценке почв учитывались показатели биологической активности почв (БА). БА характеризует микробиологические, физиологические и биохимические свойства, особенности почв и их состояние. Звягинцев Д.Г., Бабьева И.П. и Зенова Г.М. [2005] в своих работах по изучению биологической активности почв и шкал для оценки некоторых ее показателей характеризовали БА как «интенсивность важных и каких-либо всеобщих процессов, которые осуществляются в почве всеми или подавляющим большинством населяющих организмов (микроорганизмов)».

Основная задача БА – выявить различия БА почв разных типов, разных почвенных горизонтов или охарактеризовать сезонную динамику процессов.

При изучении биологической активности почв Звягинцев Д.Г. [1978] обращает внимание на использование двух различных групп методов: 1) методы для изучения действительной актуальной естественной полевой или реальной активности почв; 2) методы изучения потенциальной активности почвы, которая измеряется в чисто искусственных условиях.

Определение биологической активности почв Зарайского района проводилось с использованием полевых методов изучения дыхания почв первой группы.

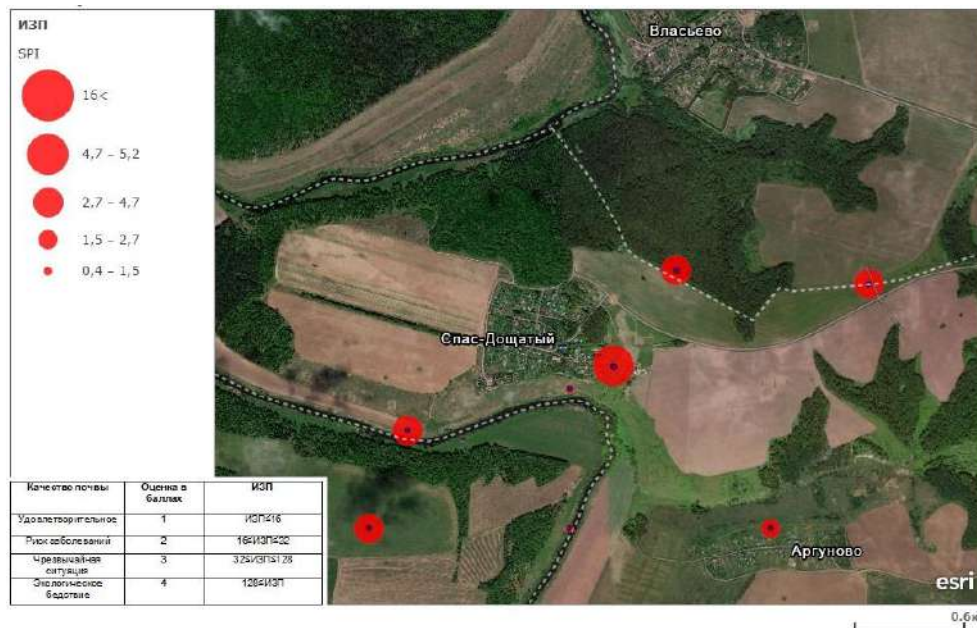


Рис. 2. Классификация качества почвы в зависимости от значений ИЗП (2019 г.)  
Fig. 2. Classification of soil quality depending on the values of the SPI (2019)

Основными факторами, влияющими на газообмен между почвой и атмосферой, являются: диффузия газов, физико-химические свойства почв и метеорологические условия, определяющие объемные движения воздуха.

Естественный состав и концентрация почвенного воздуха регулируется степенью потребления кислорода и образования углекислого газа за счет микробиологического процесса минерализации органических веществ и изменения глубины. В отдельных случаях отмечается накопление сернистого водорода, метана, оксидов азота.

Помимо газов и водяного пара в почвенном воздухе могут присутствовать летучие или газообразные органические соединения (углеводороды, спирты, сложные эфиры, альдегиды и др.), возникшие в результате жизнедеятельности почвенных организмов.

«Дыхание» почвы – важная составляющая характеристики продуктивности почв. Для «дыхания» почвы важно содержание в ней различных химических веществ, прежде всего загрязняющих веществ, которые попадают в почву в результате антропогенной деятельности. В большинстве случаев загрязняющие вещества снижают интенсивность «дыхания» почвы, что приводит к ухудшению плодородия почвы, угнетению жизнедеятельности находящихся в ней микроорганизмов и в результате почвы становятся непригодными для дальнейшего использования.

Оценка газогеохимического состояния и экологических функций почв проводилась в пойменном урочище р. Осетр и вершине водораздела в доминантном урочище в поверхностном горизонте А (0–30 см) и горизонте ВС (68–113 см) при помощи газоанализатора «ЕСОPROBE-5» с применением калибровочного газа – нитробутенола. На поверхности почвы и в почвенном профиле определено содержание углекислого газа (CO<sub>2</sub>) и метана (CH<sub>4</sub>).

Изучение выделения и распространение метана и углекислого газа – немногие из показателей дыхания почв, применяемые при определении биологической активности почв.

Основной источник метана (CH<sub>4</sub>) в естественных почвах – микробиологические образования в профиле, которые происходят в результате процесса анаэробного окисления.

По результатам исследований, выделены три зоны газовых аномалий с повышенным содержанием метана и углекислого газа. Отмечено, что ряд проб почвенного воздуха исследуемой территории характеризуются высокими концентрациями метана ( $> 100\text{--}1000$  ppm).

Замеры концентраций автохтонного метана проведены на участках с гидроморфными пойменными дерновыми тяжелосуглинистыми почвами на аллювиальных отложениях и темно-серых лесных тяжелосуглинистых почвах на моренных отложениях. Результаты замеров позволили сделать вывод, что концентрация метана изменяется в зависимости от почвенного профиля, в одном случае наблюдается снижение средних значений ( $8$  ppm) до низких в верхних горизонтах ( $30$  см), во втором случае – увеличение до высоких значений ( $585$  ppm) в нижних горизонтах ( $113$  см). Низкая активность метаноокисления в нижней части профиля обусловлена отсутствием следов органических веществ, высокая – хорошо объясняется увеличением плотности и уменьшением пористости с глубиной.

Концентрация углекислого газа в почвенном воздухе характеризуется чрезвычайно высокими величинами при соответствующем снижении кислорода.

Увеличение концентрации углекислого газа в почве, обусловленное жизнедеятельностью растений и микроорганизмов, «гасит» аэробную микробиологическую активность и, как следствие, почва содержит недостаточное количество доступных соединений азота, которые потребляются растениями. Активность корневой системы растений снижается, что при увеличении концентрации углекислого газа приводит к остановке роста и уменьшению запасов воды и пищи [Лебедь-Шарлевич, 2017].

В почве основными потребителями кислорода и производителями углекислого газа выступают растения и микроорганизмы. Поглощение кислорода и выбросы углекислого газа растениями связаны с интенсивностью их развития, наличием влаги в почве и температурой.

Бондарев А.Г. [1965] в трудах по изучению воздушного режима дерново-подзолистых суглинистых почв отметил, что максимальное количество углекислого газа выделяется при наиболее интенсивном развитии растений. Интенсивность выработки углекислого газа микроорганизмами зависит от количества энергии, температуры и влажности воздуха.

Сходные закономерности в изменении дыхательной активности почв были обнаружены в работах Мостовой А.С., Кургановой И.Н., Лопес де Гереню В.О. и др. по изучению изменения микробиологической активности серых лесных почв Белгородской области в процессе естественного лесовосстановления и потоков и пулов углерода в залежных землях Подмосковья [Курганова и др., 2006; Мостовая и др., 2015]. Установлено, что дыхательная активность верхних горизонтов серых лесных почв меняется в широких пределах в зависимости от типа растительности. Отмечено, что наиболее заметное снижение почвенного дыхания с глубиной наблюдалось под лесной растительностью, что, скорее всего, обусловлено «истощением» горизонта  $10\text{--}20$  см органическим веществом в результате его выщелачивания. Таким образом, с возобновлением естественной растительности, вызванным выведением пахотных почв из сельскохозяйственного использования, дыхательная активность верхних горизонтов почвы постепенно возрастала и достигала максимальных значений в лесных ценозах.

В образцах, взятых на исследуемой территории Зарайского района, можно наблюдать дифференциацию содержания  $\text{CO}_2$  по профилю почвы. Так, максимальная концентрация  $\text{CO}_2$  отмечена на глубине  $113$  см. Концентрация  $\text{CO}_2$  в различных образцах колеблется от  $9,3\%$  до  $13,34\%$ , редко повышаясь до  $25\%$ . Увеличение содержания углекислого газа в гумусовом горизонте ( $8,5\text{--}9,3\%$ ) обусловлено расположением разрезов, видами землепользования и содержанием органических веществ.



## Заключение

НУБ «Горное» – уникальный природный объект, который выполняет образовательную, научно-прикладную, исследовательскую и производственную функции и предназначен для обеспечения устойчивого развития природных территорий.

Перечисленные специфические особенности изучаемой территории приводят к необходимости проведения комплексного геоэкологического мониторинга и геоэкологической оценки, которые позволят проследить не только изменение качества компонентов геосистем, но и составить картину антропогенного влияния в целом.

Сеть геоэкологического мониторинга охватывает различные функциональные зоны территории НУБ «Горное», а также отдельные территории водосборного бассейна р. Осетр – Зарайский и частично Луховицкий районы.

Ряд исследований по оценке качества компонентов геосистем (вода-почва-воздух) осуществлялся с применением полевой лаборатории, что позволило оперативно проконтролировать изменение химического состава воды, воздуха и почвенного покрова исследуемого района:

1. На основании данных мониторинга и анализа основных положений, принципов и методов по расчету комплексного индекса загрязнения атмосферы качество воздуха Зарайского района на момент исследований относится ко 2 классу и оценивается как «удовлетворительное», что подтверждается низкой степенью загрязнения и значением ИЗА = 2,5. Среднегодовые концентрации загрязняющих веществ превышали значения допустимого норматива в 2,8 раза по формальдегиду, в 1,6 раза по оксиду азота. Изменение UV-индекса, температуры и влажности воздуха обусловлено характером подстилающей поверхности, ветром и наличием атмосферных осадков. По остальным показателям превышений не обнаружено.

2. На основании значений УКИЗВ в среднем и нижнем течении качество воды соответствует IV классу, разряду «г» – «очень грязная» и составляет 5,4; ИЗВ в 2015–2018 гг. – сменяется с III класса «умеренно загрязненная» на IV класс – «грязную», в 2019–2020 гг. качество воды соответствует III классу «умеренно загрязненная» и ИЗВ = 2,0.

3. По сравнению с результатами исследований прошлых лет, в 2018 г. превышений установленных нормативов по содержанию растворенного кислорода и ионов водорода (рН) не зафиксировано. Незначительные изменения показателей, зафиксированные в трех створах в 2018 и 2019 гг., связаны с летней меженью.

4. На основании результатов мониторинга и анализа основных положений метода гигиенической оценки качества почвы населенных мест качество почв на территории НУБ «Горное» Зарайского района Московской области характеризуется как удовлетворительное, средний индекс ИЗП составляет  $ИЗП \leq 16$  (1 балл) соответственно.

5. По результатам газогеохимической оценки, на исследуемых участках отмечены углекислотные аномалии. Соотношение газов в горизонтах варьировалось в зависимости от ряда условий, а именно: преобладания аэробных или анаэробных условий в почвах, активности бактериального образования и окисления метана, активности дыхания почв.

В целом можно отметить, что критических нарушений по геоэкологическим показателям согласно нормативным документам по охране окружающей среды на исследуемой территории не выявлено.

### Список источников

1. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. 2003. ГН 2.1.5.1315-03. М., Минздрав России, 152 с.
2. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве. 2006. ГН 2.1.7.2041-06. М., Госкомсанэпиднадзор России, 6 с.
3. Охрана природы (ССОП). Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнения. 2010. ГОСТ 17.1.3.13-86. М., ФГУП "СТАНДАРТИНФОРМ", 3 с.
4. Звягинцев Д.Г., Бабьева И.П., Зенова Г.М. 2005. Биология почв: 3-е издание. М., Издательство Московского университета, 448 с.
5. Методические указания Госкомгидромета СССР. Временные методические указания по комплексной оценке качества поверхностных и морских вод. 1986. М., Госкомгидромет СССР, 5 с.
6. Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест. 1999. МУ 2.1.7.730-99. М., Госкомсанэпиднадзор России, 19 с.
7. Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения: Приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 13 декабря 2016 г. № 552. СПС Гарант. Электронный ресурс. URL: <https://base.garant.ru/71586774/> (дата обращения: 15.01.2021).
8. Проект генерального плана городского округа Зарайск Московской области. Т.11. Охрана окружающей среды. 2018. М., 67 с.
9. Руководящий документ: Руководство по контролю загрязнения атмосферы. 1989. РД 52.04.186-89. СПб., Госкомгидромет СССР, 327 с.
10. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод суши по гидрохимическим показателям. 2002. РД 52.24.643-2002. Ростов-на-Дону, Росгидромет, 55 с.
11. Гигиенические требования к охране поверхностных вод. 2001 СанПиН 2.1.5.980-00. М., Минздрав России, 18 с.

### Список литературы

1. Бондарев А.Г. 1965. О воздушном режиме дерново-подзолистых суглинистых почв. В кн.: Сборник трудов по агрономической физике. Выпуск 11: 14.
2. Звягинцев Д.Г. 1978. Изучение биологической активности почв и шкал для оценки некоторых ее показателей. Почвоведение, 6: 48–54.
3. Курганова И.Н., Ермолаев А.М., Лопес де Гереню В.О., Ларионова А.А., Сапронов Д.В., Келлер Т., Ланге Ш., Розанова Л.Н., Личко В.И., Мякшина Т.Н., Кузяков Я.В., Романенков В.А. 2006. Потоки и пулы углерода в залежных землях Подмосковья. В кн.: Почвенные процессы и пространственно-временная организация почв. Москва, Наука, 271–284.
4. Лебедь-Шарлевич Я. И. 2017. Оценка и прогноз газогеохимического состояния и экологических функций почв на техногенных грунтах (на примере г. Москвы). Дис. ... канд. биол. наук. М., 208 с.
5. Мостовая А.С., Курганова И.Н., Лопес де Гереню В.О., Хохлова О.С., Русаков А.В., Шаповалов А.С. 2015. Изменение микробиологической активности серых лесных почв в процессе естественного лесовосстановления. Вестник Воронежского гос. университета, Серия: Химия. Биология. Фармация, 2: 64–72.
6. Юрова Ю.Д., Широкова В.А., Хуторова А.О. 2020. НУБ Горное Государственного университета по землеустройству как фундамент для подготовки специалистов-экологов. В кн.: Сборник материалов Международной научно-практической Конференции, Нур-Султан, 30 апреля 2020 г. Нур-Султан, ТОО «Мастер По»: 39–42.
7. Yurova Y., Shirokova V. 2020. Geocological Assessment of Anthropogenic Impacts on the Osetr River Basin. Geosciences, 10 (4): 121. DOI: 10.3390/geosciences10040121





## Reference

1. Bondarev A.G. 1965. O vozdushnom rezhime dernovo-podzolistykh suglinistykh pochv [On the air regime of sod-podzolic loamy soils]. In: Sbornik trudov po agronomicheskoy fizike [Collection of works on agronomic physics]. Release 11: 14.
2. Zvyagintsev D.G. 1978. Izuchenie biologicheskoy aktivnosti pochv i shkal dlya otsenki nekotorykh ee pokazateley [Study of the biological activity of soils and scales for assessing some of its indicators]. Pochvovedenie, 6: 48–54.
3. Kurganova I.N., Ermolaev A.M., Lopes de Gerenyu V.O., Larionova A.A., Sapronov D.V., Keller T., Lange Sh., Rozanova L.N., Lichko V.I., Myakshina T.N., Kuzyakov Ya.V., Romanenkov V.A. 2006. Potoki i puly ugleroda v zaleznykh zemlyakh Podmoskov'ya. In: Pochvennye protsessy i prostranstvenno-vremennaya organizatsiya pochv [Carbon flows and pools in the fallow lands of the Moscow region. In: Soil processes and spatio-temporal organization of soils]. Moscow, Publ. Nauka, 271–284.
4. Lebed'-Sharlevich Ya. I. 2017. Otsenka i prognoz gazogeokhimicheskogo sostoyaniya i ekologicheskikh funktsiy pochv na tekhnogennykh gruntakh (na primere g. Moskvy) [Assessment and forecast of the gas-geochemical state and ecological functions of soils on technogenic soils (on the example of Moscow)]. Dis. ... cand. biol. sciences. Moscow, 208 p.
5. Mostovaya A.S., Kurganova I.N., Lopes de Gerenyu V.O., Khokhlova O.S., Rusakov A.V., Shapovalov A.S. 2015. Changes in the microbial activity of gray forest soils during the natural reforestation. Proceedings of Voronezh State University. Series: Chemistry. Biology. Pharmacy, 2: 64–72 (in Russian)
6. Yurova Yu.D., Shirokova V.A., Khutorova A.O. 2020. NUB Gornoe Gosudarstvennogo universiteta po zemleustroystvu kak fundament dlya podgotovki spetsialistov-ekologov. V kn.: Sbornik materialov Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy Konferentsii [NUB Gornoye State University of Land Management as a Foundation for the Training of Environmental Specialists. In: Collection of materials of the International Scientific and Practical Conference], Nur-Sultan, 30 April 2020. Nur-Sultan, Publ. TOO «Master Po»: 39–42.
7. Yurova Y., Shirokova V. 2020. Geocological Assessment of Anthropogenic Impacts on the Osetr River Basin. Geosciences, 10 (4): 121. DOI: 10.3390/geosciences10040121

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Юрова Юлия Дмитриевна**, аспирант кафедры Почвоведения, экологии и природопользования Государственного университета по землеустройству, г. Москва, Россия

**Широков Рой Сергеевич**, аспирант кафедры Почвоведения, экологии и природопользования Государственного университета по землеустройству, г. Москва, Россия

## INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Yuliya D. Yurova**, Post-graduate student of the Department of Soil Science, Ecology and Nature Management of the State University of Land Management, Moscow, Russia

**Roy S. Shirokov**, Post-graduate student of the Department of Soil Science, Ecology and Nature Management of the State University of Land Management, Moscow, Russia