

Биологическое и экосистемное разнообразие в степном агроландшафте юга России

Е. Г. Королева¹✉, И. Ф. Петрова²

¹Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Российской Федерации
(119992, г. Москва, Ленинские горы, 1)

²Институт географии РАН, Российской Федерации
(109017, г. Москва, Старомонетный пер., 29)

Аннотация. Цель работы – оценить биологическое и экосистемное разнообразие степных агроландшафтов с высокой долей пахотных земель на примере Белоглинского района Краснодарского края для разработки природоохранных подходов и мероприятий.

Материалы и методы. Полевые исследования проводились в 2023 году с использованием маршрутных флористических и фаунистических учетов, геоботанических описаний, регистрации визуальных встреч и следов жизнедеятельности животных. При обработке материала использовались региональные Красные книги, картографическое моделирование, дистанционное зондирование (ДЗЗ) и геоинформационные (ГИС) технологии.

Результаты и обсуждение. Впервые проведено комплексное биогеографическое исследование и картографирование природных экосистем степного сельскохозяйственного ландшафта. Большинство сохранившихся фрагментов (лесные и степные массивы, поймы и склоны речных долин, заросшие овраги и балки, лесополосы, межи, пустоши) занимают не более 7 % территории, но выполняют разнообразные экологические роли: биоценотическую, рефугиумную, буферную, транзитную. Являясь характерными ландшафтными элементами степного агроландшафта, они наряду с памятниками природы поддерживают разнообразие сообществ растений и животных, включая редкие виды, и могут составить основу экологической сети региона.

Выводы. Экологические подходы и малозатратные меры по сохранению биоразнообразия в сельскохозяйственном ландшафте юга России были разработаны на основе картографических моделей трех крупномасштабных уровней (регионального, базового и локального). Они применимы в степных и лесостепных сельскохозяйственных регионах России.

Ключевые слова: биоразнообразие, степные экосистемы, экологическая структура, охраняемые виды, геоинформационное картографирование.

Источник финансирования: Исследование выполнено по Госзаданию № 1023032700199-9 и Госзаданию № 121051100137-4.

Для цитирования: Королева Е. Г., Петрова И. Ф. Биологическое и экосистемное разнообразие в степном агроландшафте юга России // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология, 2025, № 2, с. 4-12. DOI: <https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2025/2/4-12>

ВВЕДЕНИЕ

Сельскохозяйственные земли южных русских степей обладают ценным биологическим богатством и составляют ощущимую долю Российского агро-биоразнообразия, поддержание и сбережение которого должно опираться на природоохранные разработки и рекомендации.

Целью исследования является разработка подходов для охраны регионального биологического разнообразия на примере типичного сельскохозяйственного района южного Черноземья России. Исследовательские задачи были направлены на оценку в агроландшафте видового (флористического и фаунистического) разнообразия, прежде всего, редких и находящихся под угрозой исчезновения растений и животных в их есте-

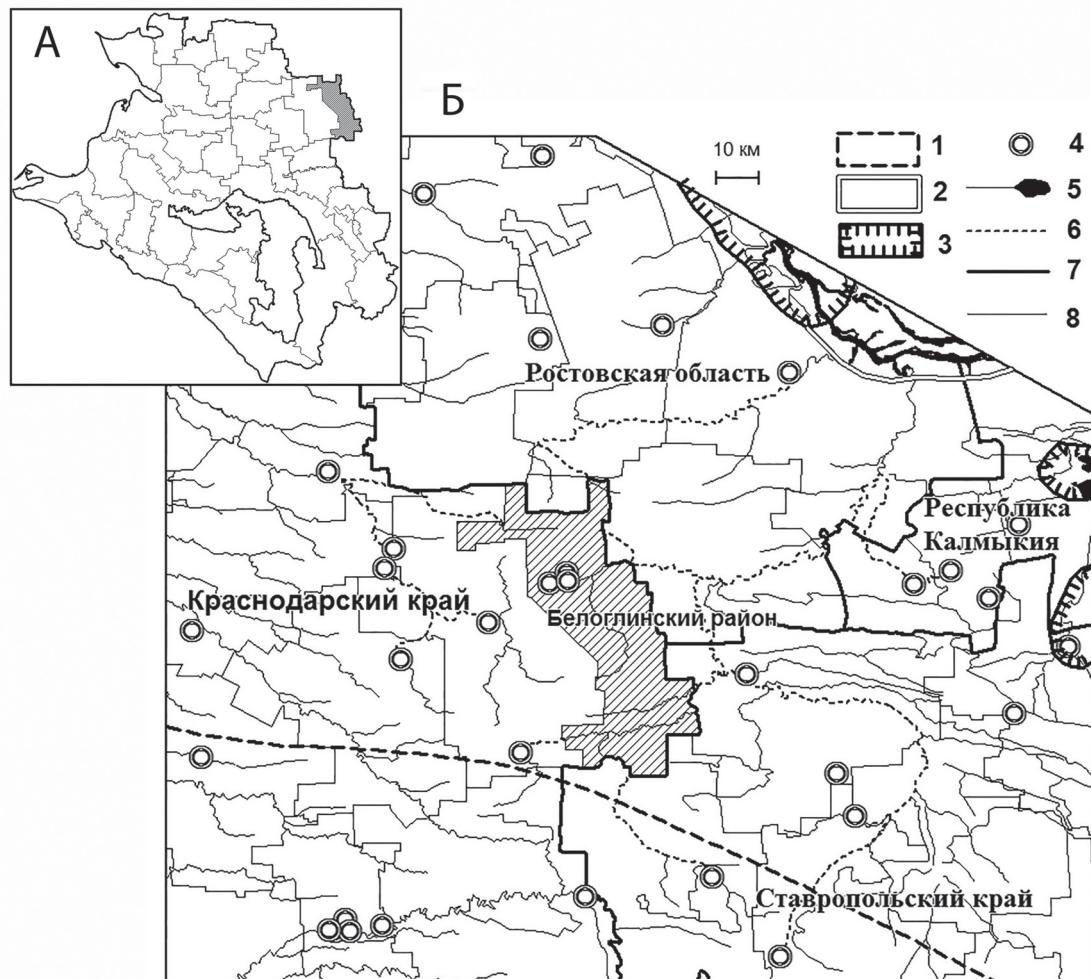
ственных местообитаниях, а также экосистемного разнообразия. Задачей являлся также поиск мероприятий, с одной стороны, эффективных и малозатратных для регионов и агрохозяйств, а, с другой, – с возможностью их применения в сходных географических и агроклиматических условиях.

В качестве модельной территории исследован Белоглинский район Краснодарского края. Он расположен в пределах Прикубанской низменности на полого-волнистой пластовой равнине, слабо расчлененной долинами рек и балками. Для района характерны равнинно-эрэзационные ландшафты с элювиально-делювиальными отложениями с распаханными ксерофильными разнотравно-типчаково-ковыльными степями [7].

Из всех районов равнинной части Краснодарского края Белоглинский наиболее засушливый. Основную его часть занимают земли, распаханные практически полностью (91,33 %) и занятые посевами зерновых, подсолнечника, сахарной свеклы и кукурузы.

Выбор Белоглинского района для исследования объясняется, наряду с типичными чертами южного продуктивного степного агроландшафта, его географическими и природно-обусловленными особенностями: высоким флористическим, фаунистическим и экосистемным потенциалом разнообразия, о чем сви-

детельствует нахождение территории в зоне «Горячих точек» биоразнообразия (Biodiversity Hotspots) и непосредственная близость к Мировому центру разнообразия растительности; наличием водно-болотных угодий международного значения и ключевых орнитологических территорий России (КОТР), а также окружением соседних сходных по сельскохозяйственной направленности районов Ростовской области, Ставропольского края и Республики Калмыкия, что дает основания рассматривать изучаемую территорию как репрезентативную часть степной зоны юга России (рис. 1).



Условные обозначения: 1 – территория Мирового центра разнообразия растительности; 2 – водно-болотные угодья международного значения (Рамсарские); 3 – ключевые орнитологические территории России; 4 – ООПТ; 5 – гидросеть; 6 – долинно-балочные комплексы, соединяющие ООПТ с Белоглинским районом; 7 – границы субъектов РФ; 8 – границы административных районов

Рис. 1. Географическое положение Белоглинского района: А – в пределах Краснодарского края; Б – в окружении природоохранных территорий разного ранга

[Fig 1. The geographical location of the Beloglinsky district of the Krasnodar Territory and nature conservation areas of various ranks: A – within the Krasnodar Territory; B – surrounded by nature conservation areas of various ranks]

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводились в Белоглинском районе Кубани на участках естественной растительности, примыкающих к сельскохозяйственным полям. Половые выезды проводились в 2023 году до и во время уборки урожая методами комплексных биогеографиче-

ских учетов на маршрутах и пробных площадях. Выбранные группы биоты – высшие растения, насекомые, птицы и млекопитающие – отражают основные функциональные процессы, протекающие в экосистемах, и могут служить в агроландшафтах объектами биомониторинга [9, 13, 14].

Камеральный этап заключался в обработке полевых описаний, формировании списков видов растений и животных, занесенных в Красные книги, и их местообитаний, тематическом картографировании и экспертной оценке сохранившихся экосистем с позиций выполнения ими природоохранных функций и возможностей включения в экологический каркас района. Оценка биоразнообразия редких, исчезающих и находящихся под угрозой исчезновения видов растений и животных проводилась по национальной Красной книге РФ (2021, 2024) и региональным: Краснодарского края (2017), Ставропольского края (2013), Ростовской области (2014) и республики Калмыкия (2013, 2014). Для визуализации полученной информации на базе программы MapInfo Professional 15.0 проведен картографический анализ с применением ДЗЗ и ГИС-технологий. Аналоги исследованных в Белоглинском районе экосистем картографически были выделены в соседних регионах, и для всех них на основании региональных Красных книг были отмечены охраняемые виды как потенциальные элементы локальной флоры и фауны. Для модельного участка Белоглинского района было проведено прогностическое моделирование встречаемости редких и охраняемых видов растений. В анализе использованы топографические карты, интернет-ресурс OpenStreetMap, данные дистанционного зондирования, включая снимки высокого разрешения, Публичная кадастровая карта РФ, картосхемы землеустройства сельскохозяйственных предприятий, а также материалы собственных полевых исследований. Результатом является ГИС «Экологический каркас Белоглинского района», состоящая из карт разных масштабных уровней: обзорного, основного (базового) и локального [6]. Обзорный (региональный) уровень показан на рисунке 1Б (масштаб 1:1000000), карты более крупного масштаба приведены ниже.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Экосистемное разнообразие. Сообщества и экосистемы, обеспечивающие сохранение биоразнообразия, оказались достаточно разнообразными, что соответствует высокой степени фрагментации агроландшафта и многообразию экологических ниш в нем. Группировка и типизация местообитаний позволила выделить среди них несколько основных типов: лесные сплошные, лесные островные, лесополосы, долинно-балочные. Территориальная структура экосистемного разнообразия Белоглинского района (рис. 2) дает комплексное представление о наличии, расположении, размерах и взаимосвязях естественных экосистем и их фрагментов в степном агроландшафте.

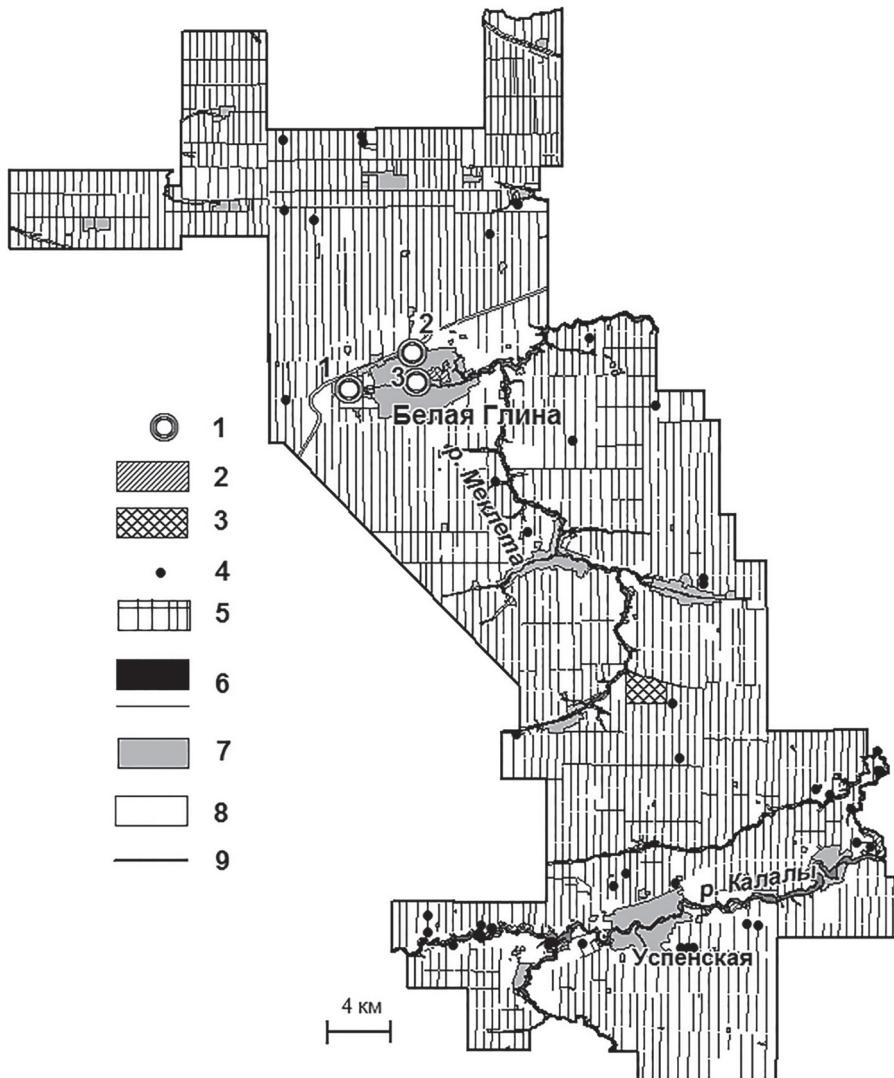
Лесной массив Меклета, который относится к категории защитных лесов, площадью 446 га (0,3 % естественной лесистости территории) и островные лесные участки среди распаханных полей выполняют роль резерватов животного мира, в первую очередь, для малого подорлика, лесного кота и ряда насекомых.

Полезащитные лесополосы высаживались на Кубани для целей защиты от ветров, однако вследствие

отсутствия ухода и преобладания старовозрастных деревьев эффективность их защитных функций стала утрачиваться [1, 11]. Более того, из-за неухоженных лесополос, зарастания их закраек, в частности, робинией лжеакацией, из оборота стала выводиться пашня (до 2 % в агрохозяйствах Белоглинского района). Однако, отсутствие ухода за лесополосами позволило сохраниться естественным и частично нарушенным сообществам в их границах. С учетом общей протяженности и площади лесополос (3 тыс. км и 51,46 км² соответственно) их природоохранная роль как резервуаров местной флоры и фауны, экологических коридоров и каналов распространения живых организмов в степном регионе оценивается как высокая. Примером может служить проникновение кобчика южнее в степные и полупустынные районы [2]. Хотя встречаются значительно разрушенные лесополосы, сохранность древесного полога лесополос в целом выше средней (50-75 %). Помимо полезащитных, к лесополосам с природоохранным потенциалом можно отнести придорожные (вдоль Северо-Кавказской железной дороги) и прибрежные, которые входят в состав единого прибрежно-долинного экологического коридора. По последним рассчитан индекс их залесения (49,261), который показывает, что лесополосы увеличивают облесенность степных территорий: без них этот показатель составил бы 0,3 га /100 га пашни, а с учетом них он возрастает до 3,4, что сравнимо с оптимальным нормативом для пахотных земель (5 га леса/100 га пашни). На территории Белоглинского района в лесополосах (с учетом распавшихся) может произрастать 33 вида растений из Красных книг, хорошо представлен комплекс мелких млекопитающих, гнездящихся птиц (более 50 видов) и герпетофауны; на опушках лесополос многочисленны насекомые [5, 12].

Прибрежно-водные комплексы являются значимым элементом агроландшафтов (реки, крупные балки с водотоками, мелкие балки, частично распаханные). Протяженность долинно-балочной сети Белоглинского района составляет 266 км, площадь – 29,34 км² (с учетом акваторий 47,12 км²) или 3,2 % территории района. Берега рек и прилегающие балки зарастают тростником обыкновенным (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.), заросли которого являются хорошим убежищем для многих представителей животного мира, даже вблизи населенных пунктов и в них самих: фазана, серой куропатки и соловьиной широкохвостки [4] (и собственные наблюдения авторов). Буферная функция прибрежно-водных комплексов дополняется их ролью как экологических коридоров: по долинам рек расположенные за пределами Белоглинского района особо охраняемые природные территории связаны с его природными комплексами (рис. 1).

Меньшее распространение в Белоглинском районе имеют участки деградированных степных сообществ, межи и охраняемые зоны инфраструктурных объектов. Для двух последних характерны злаково-разнотравные луга в качестве вторичных травянистых сообществ, местами на межах среди синантропной рас-



Условные обозначения: 1 – памятники природы (1 - Родник колхоза «Россия», 2 – Родник колхоза им. В.И. Ленина, 3 – «Платановая набережная»); 2 – долинно-балочный комплекс; 3 – леса; 4 – изолированные участки лесов среди полей; 5 – лесополосы; 6 – гидросеть; 7 – населенные пункты и промышленные объекты; 8 – граница Белоглинского района

Рис. 2. Территориальная структура экосистемного разнообразия Белоглинского района
[Fig 2. Territorial structure of ecosystem diversity of the Beloglinsky district]

тительности и рудеральных сообществ присутствуют луговые и лугово-степные виды. На высоких речных террасах сохранились остатки разнотравно-типчаково-ковыльных степей, и они являются местообитаниями степных охраняемых растений (не менее 45 видов из 16 семейств, по данным авторов) и охраняемых насекомых. То же характерно для курганов, растительность которых представляет собой ксерофильные сообщества в окружении возделываемых полей. Некоторые из них включены в региональные списки памятников истории и культуры, хотя комплексно эти интересные объекты еще недостаточно изучены.

Редкие и охраняемые виды растений и животных как наиболее уязвимые компоненты биоразнообразия. На основе анализа региональных Красных

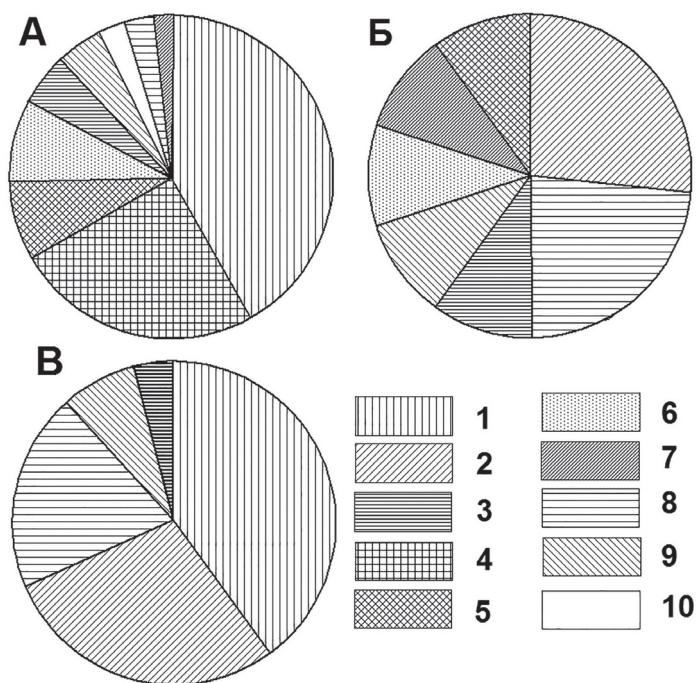
книг было выявлено, что как минимум 69 видов растений 29-ти семейств могут быть встречены на изучаемой территории. Из них 13 видов занесены в Красную книгу РФ (альдрованда пузырчатая *Aldrovanda vesiculosa L.*, астрагал донской *Astragalus tanaiticus K. Koch*, безвременник яркий *Colchicum laetum Steven*, бельвалия великолепная *Bellevalia speciosa Woronow ex Grossh.*, касатик ненастоящий *Iris notha Bieb.*, ковыль красивейший *Stipa pulcherrima C. Koch*, ковыль Залесского *Stipa zalesskii Wilensky*, майкараган волжский *Calophaca wolgarica (L. fil.) DC.*, пион тонколистный *Paeonia tenuifolia L.*, прострел луговой *Pulsatilla pratensis (L.) Mill*, пушистоспайник длиннолистный *Eriosynaphe longifolia (Fisch. ex Spreng.) DC.*, тюльпан душистый *Tulipa suaveolens Roth*, неотинея трехзубчата

тая *Neotinea tridentata* (Scop.) R. M. Bateman). Подчеркнутые виды находятся под охраной во всех соседних регионах, также как касатик карликовый *Iris pumila* L. и ковыль перистый *Stipa pennata* L., не включенные в новое издание Красной книги РФ, но присутствующие в ее предыдущем издании (2008).

В охраняемой фауне позвоночных животных 22 вида; из них более половины – птицы. Преобладающая часть списка относится к категории статуса «редкий». Подвид европейской норки *Mustela lutreola turovi* охраняется во всех проанализированных регионах и за-

несен в Красную книгу РФ. Насекомые по видовому разнообразию (24 вида) сравнимы с позвоночными.

Обобщенный флористико-фаунистический анализ показал высокую вероятность обитания более 100 видов охраняемых растений и животных в агроландшафте Белоглинского района. Наиболее распространенными местообитаниями являются степные сообщества, лесополосы (особенно распавшиеся) у растений и лесные, околоводные, степные биотопы у животных. Наиболее насыщенное экосистемное разнообразие (9 типов местообитаний) – у охраняемых растений (рис. 3).



Условные обозначения: 1 – степные сообщества; 2 – лесные сообщества; 3 – лесополосы; 4 – опушки лесополос, участки распавшихся лесополос; 5 – кустарниковые сообщества; 6 – застраивающие балки; 7 – луговые сообщества; 8 – пойменные сообщества; 9 – залижи, обочины дорог; 10 – водоемы

Рис. 3. Соотношение типов местообитаний редких и охраняемых видов растений (А), позвоночных животных (Б) и насекомых (В).

[Fig. 3. The ratio of habitat types of rare and protected plant species (A), protected vertebrate species (B), protected insect species (B)]

Потенциальное видовое фиторазнообразие охраняемых растений на участках естественных экосистем в долине р. Калалы показано на рисунке 4Б.

Экологический каркас Белоглинского района. Картографирование территории структуры экосистемного разнообразия позволило разработать для Белоглинского района схему экологического каркаса (рис. 5). В ней выделяются три группы – основная, вспомогательная и связующие элементы. Основная и вспомогательная группы (выделенные по критериям ненарушенности природных комплексов и эффективности для сохранения биоразнообразия) в целом соответствуют структуре экосистемного разнообразия. Мелкоразмерные фрагменты каркаса могут отображаться также на локальном уровне (масштаб 1:10000) (см. рис. 4А).

Транзитные элементы экологического каркаса – это «зеленые» (растительные) и «голубые» (водные) эко-коридоры в блоке связующих элементов. К ним относятся долинные комплексы рек, балки и лесополосы с травянистыми опушками и межами. Как экологические коридоры, они соединяют разобщенные природные объекты между собой, служат миграционными путями растений и животных и не прерываются на территории населенных пунктов района.

В целом сеть экологического каркаса в Белоглинском районе занимает около 7 % территории, ее элементы расположены достаточно равномерно, связаны экологическими коридорами и удалены друг от друга на расстояния, не препятствующие их распространению [10].

Проведенное исследование ставит новые задачи, в частности, прогнозный анализ встречаемости и чис-

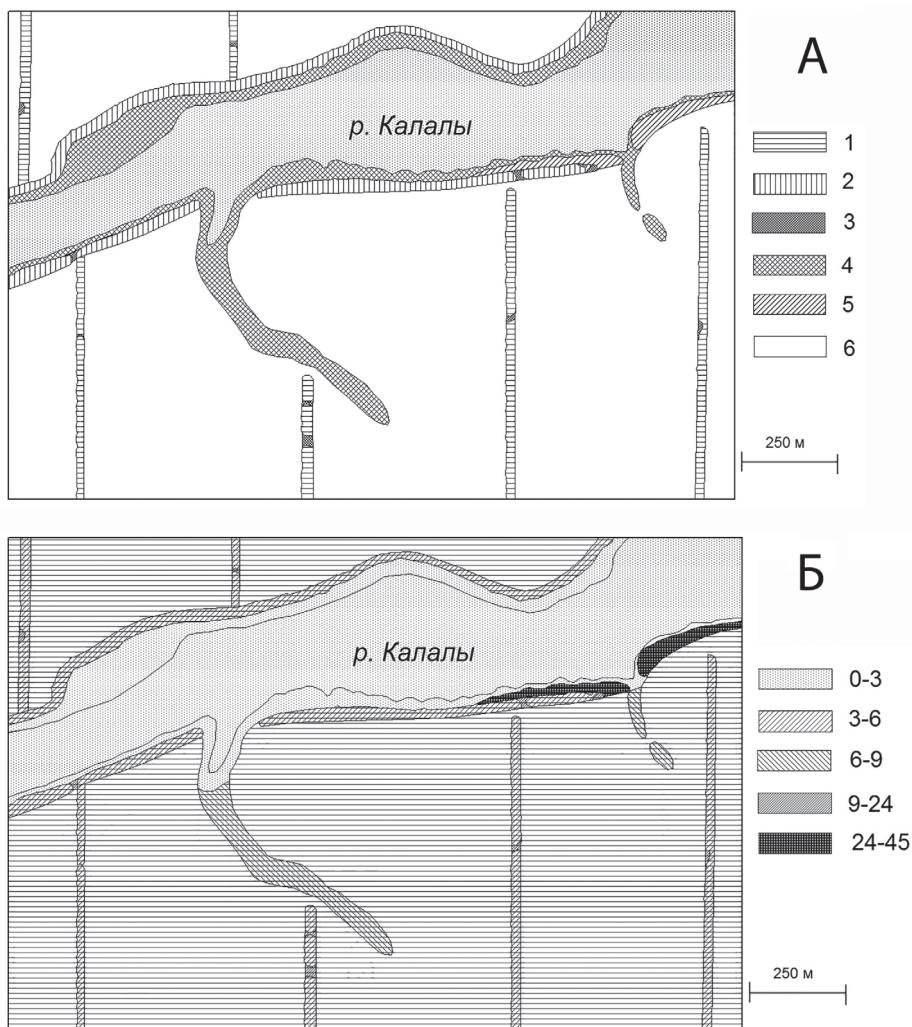


Рис. 4. А – Фрагмент карты экологического каркаса: 1 – лесополосы полезащитные, 2 – лесополосы прибрежные, 3 – участки травянистой растительности, 4 – заросли тростника обыкновенного, 5 – степи, 6 – пашня.

Б – Фрагмент карты потенциальной встречаемости редких и охраняемых сосудистых растений (указано количество видов)

[Fig. 4. A – Fragment of the ecological framework map: 1 – protective forest belts, 2 – coastal forest belts, 3 – areas of grassy vegetation, 4 – thickets of common reed, 5 – steppes, 6 – arable land, 7 – water protection zone, 8 – coastal protection strip.

B – Fragment of a map of the potential occurrence of rare and protected vascular plants (the number of species is indicated)]



Рис. 5. Структура экологического каркаса степного агроландшафта [Fig. 5. The structure of the ecological framework of the steppe agricultural landscape]

ленности редких видов с учетом их экологии и параметров ландшафтов [8]. Но уже сейчас очевидно, что в программу мониторинга биоразнообразия необходимо включать регулярный контроль за инвазивными видами растений и карантинными сорняками (амброзия полыннолистная, *Ambrosia artemisiifolia L.*; клен ясенелистный, *Acer negundo L.*; горчак ползучий, *Acroptilon repens (L.) DC.*; повилика полевая, *Cuscuta campestris Yunck.* и др.).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследование агроландшафта Кубани на примере Белоглинского района Краснодарского края показало, что разнообразные и мозаично расположенные фрагменты естественных растительных сообществ могут рассматриваться как участки регионального флористико-фаунистического и ландшафтного разнообразия. Они имеют природоохранную ценность даже при отсутствии охранного статуса и играют роль элементов целостной природной геосистемы региона. Как экологические ниши эти биотопы представляют убежища или стации переживания десяткам видов растений и животных с особым статусом, занесенных в Красные книги.

В агроландшафтах Белоглинского района первоочередную биоценотическую и природоохранную роль играют древесные полезащитные лесополосы, травянистые (степные и луговые) сообщества вокруг полей, водных объектов и лесных массивов, а также долины рек, ручьев и балок с водотоками. Большинство этих экосистем выполняют также функции экологических коридоров и путей метапопуляционного обмена растений и животных. Для выполнения ими природоохраных функций требуется сохранять их естественное состояние, размеры и режим невмешательства.

Структурированные в группы по природоохранной роли и приоритетности охраны типы природных экосистем составили основу экологического каркаса Белоглинского района. Для его визуализации и задач управления были использованы разные уровни картографирования: обзорный (рис. 1), базовый (рис. 2) и локальный (рис. 4А). Понимание роли экологического каркаса в сильно фрагментированной среде агроландшафта и включение его в программу и планы действий по сохранению природных сообществ и их биоразнообразия может способствовать сохранению биологического и экосистемного разнообразия в практике сельского хозяйства в степных регионах России.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белюченко И. С. *Особенности развития совмещенных посевов в системе агроландшафта: монография*. Краснодар: Издательство КубГАУ, 2017. 349 с.
2. Динамика ареала и численности кобчика на юге России / В. П. Белик, В. В. Ветров, Ю. В. Милобог, Е. В. Гугуева // Труды VI международной конференции по соколообразным и совам Северной Евразии «Хищные птицы в динамической среде третьего тысячелетия: состояние и перспективы», 2012, с. 87-122.
3. Динамика площадей лесополос на территории Краснодарского края / З. А. Бекух, В. Э. Колядченко, В. В. Кунинца, В. В. Рева // *Региональные географические исследования*, 2020, с. 126-129.
4. Забашта А. В. Материалы по расселению и зимовке соловьиной широкохвостки *Cettia cetti* в Западном Предкавказье и Нижнем Дону // *Русский орнитологический журнал*, 2018, т. 27, экспресс-выпуск 1634, с. 3177-3190.
5. Ильюх М. П. Современное состояние популяций мелких соколов на Ставрополье // *Материалы VIII Международной конференции Рабочей группы по хищным птицам Северной Евразии, посвященной памяти А. И. Шепеля «Соколы Палеарктики. Распространение, состояние популяций, экология и охрана»*, 2020, с. 37-49.
6. Королева Е. Г., Петрова И. Ф. Сохранение биоразнообразия в сельскохозяйственных ландшафтах: агроэкологические аспекты // *Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 90-летию создания факультета географии, геоэкологии и туризма ВГУ География, экология, туризм: новые горизонты исследований*, 2024, т. 1, с. 73-81.
7. Нагалевский Э. Ю., Нагалевский Ю. Я., Папенко И. Н. *Региональная мелиоративная география. Краснодарский край: монография*. Краснодар: КубГАУ, 2013. 280 с.
8. Прогнозирование распространения и численности редких видов по параметрам ландшафта (на примере авифауны в Липецкой области) / Д. В. Сарычев, Субирос Д. Била, Акоста Ч. Гарсиа, С. А. Куролап // *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология*, 2020, № 1, с. 5-13.
9. Соболев Н. А., Волкова Л. Б. Красная книга как инструмент защиты экосистем в эпоху антропоцене // *Использование и охрана природных ресурсов в России*, 2023, № 2 (174), с. 13-18.
10. Сохранившиеся участки степей как основа будущего экологического каркаса Белгородской области / А. А. Тишков, Е. А. Белоновская, Н. И. Золотухин, С. В. Титова, Н. Г. Царевская, Ю. Г. Ченdev // *Аридные экосистемы*, 2020, т. 26, № 1 (82), с. 43-53.
11. Течеж А. А., Белюченко И. С. История создания лесозащитных полос в Краснодарском крае и их состояние // *Экологический вестник Северного Кавказа*, 2019, т. 15, № 3, с. 37-41.
12. Шкарлет Г. П. Фауна и население птиц полезащитных насаждений Ставропольского края // *Наука. Инновации. Технологии*, 2015, № 2, с. 187-196.
13. Conservation of birds in fragmented landscapes requires protected areas / Timmers R., M. van Kuijk, P. A. Verweij, J. Ghazoul, Ya. Hautier, W. F. Laurance, S. L. Arriaga-Weiss, R. A. Askins, C. Battisti, A. Berg, G. C. Daily, C. F. Estades, B. Frank, R. Kurosawa, R. A. Pojar, J. Woinarski, M. B. Soons // *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2022, vol. 20, no. 6, pp. 361-369.
14. Weibull A. C., Bengtsson J., Nohlgren E. Diversity of butterflies in the agricultural landscape: the role of farming system and landscape heterogeneity // *Ecograph*, 2000, vol. 23, no. 6, pp. 743-750.

Конфликт интересов: Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Поступила в редакцию: 12.12.2024
Принята к публикации: 02.06.2025

Biological and Ecosystem Diversity in the Steppe Agricultural Landscape of Southern Russia

E. G. Koroleva¹✉, I. F. Petrova²

¹*Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation*

(1, Leninskie Gory, Moscow, 119992)

²*Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation*
(29, Staromonetny Lane, Moscow, 109017)

Abstract. The purpose is to assess the biological and ecosystem diversity in the southern steppe agricultural landscapes with a high proportion of arable lands on the example of the Beloglinsky district of the Krasnodar Region for the development of environmental approaches and measures.

Materials and methods. Field surveys were conducted in 2023 using route floristic and faunistic surveys, geobotanical descriptions and registration of visual encounters and traces of animal activity. Regional Red Data Books, cartographic modeling, remote sensing and GIS technologies were used when processing the material.

Results and discussion. For the first time, a comprehensive biogeographical study and mapping of natural ecosystems in the steppe agricultural landscape was carried out. Most of the preserved fragments (forest and steppe areas, floodplains and slopes of river valleys, overgrown ravines and gullies, forest belts, boundaries, wastelands) occupy no more than 7% of the area, but fulfil a variety of ecological roles: biocenotic, refugium, buffer, transit. As characteristic landscape elements of the steppe agroecosystem, they, along with natural monuments, support a diversity of plant and animal communities, including rare species, and can form the basis of the ecological network of the region.

Conclusion. Ecological approaches and low-cost measures for the conservation of biodiversity in the agricultural landscape of southern Russia have been developed on the basis of cartographic models of three large-scale levels (regional, basic and local). They are applicable in the steppe and forest-steppe agricultural regions of Russia.

Key words: biodiversity, steppe ecosystems, ecological framework, protected species, geoinformation mapping.

Funding: The study was carried out within the framework of the state assignments FMWS-2024-0009 №1023032700199-9 and №121051100137-4.

For citation: Koroleva E. G., Petrova I. F. Biological and ecosystem diversity in the steppe agricultural landscape of Southern Russia. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seria: Geografia. Geoekologiya*, no. 2, pp. 4-12. DOI: <https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2025/2/4-12>

REFERENCES

1. Beljuchenko I. S. Osobennosti razvitiya sovmeshennyh posevov v sisteme agrolandshafta: monografija [Features of the development of combined crops in the agro-landscape system: monograph]. Krasnodar: Izdatel'stvo KubGAU, 2017. 349 p. (In Russ.)
2. Dinamika areala i chislennosti kobchika na juge Rossii / V. P. Belik, V. V. Petrov, Ju. V. Milobog, E. V. Gugueva [Dynamics of the range and abundance of the kobchik in the south of Russia]. *Trudy VI mezdunarodnoj konferencii po sokoloobraznym i sovam Severnoj Evrazii «Hishhnye pticy v dinamicheskoy srede tret'ego tysyacheletija: sostojanie i perspektivy»*, 2012, pp. 87-122. (In Russ.)
3. Dinamika ploshchadej lesopolos na territorii Krasnodarskogo kraja / Z. A. Bekuh, V. Je. Koljadchenko, V. V. Kunica, V. V. Reva [Dynamics of forest belt areas in the Krasnodar Territory]. *Regional'nye geograficheskie issledovaniya*, 2020, pp. 126-129. (In Russ.)
4. Zabashta A. V. Materialy po rasseleniju i zimovke solov'inoj shirokohvostki Cettia cetti v Zapadnom Predkavkaz'e i Nizhнем Donu [Materials on the settlement and wintering of the broad-tailed nightingale Cettia cetti in the Western Ciscaucasia and the Lower Don]. *Russkij ornitologicheskij zhurnal*, 2018, vol. 27, jekspres-vypusk 1634, pp. 3177-3190. (In Russ.)
5. Il'juh M. P. Sovremennoe sostojanie populacij melkikh sokolov na Stavropol'e [Current state of populations of small falcons in Stavropol region]. *Materialy VIII Mezdunarodnoj konferencii Rabochej gruppy po hishhnym pticam Severnoj Evrazii, posvyashchennoj pamjati A. I. Shepelja «Sokoly Palearktiki. Rasprostranenie, sostojanie populacij, jekologija i ohrana»*, 2020, pp. 37-49. (In Russ.)
6. Koroleva E. G., Petrova I. F. Sohranenie bioraznobraziya v sel'skohozajstvennyh landshaftah: agroekologicheskie aspekty [Conservation of biodiversity in agricultural landscapes: agro-ecological aspects]. *«Materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii s mezdunarodnym uchastiem, posvyashchennoj 90-letiju sozdanija fakul'teta geografii, geoekologii i turizma VGU Geografija, jekologija, turizm: novye gorizonty issledovanij»*, 2024, vol. 1, pp. 73-81. (In Russ.)
7. Nagalevskij Je. Ju., Nagalevskij Ju. Ja., Papenko I. N. Regional'naja meliorativnaja geografija. Krasnodarskij kraj: monografija [Regional land reclamation geography. Krasnodar Region: monograph]. Krasnodar: KubGAU, 2013. 280 p. (In Russ.)



8. Prognozirovaniye rasprostraneniya i chislennosti redkih vidov po parametram landshafta (na primere avifauny v Lipeckoj oblasti) / D.V. Sarychev, Subiros D. Bila, Akosta Ch. Garsia, S.A. Kurolap [Forecasting the distribution and abundance of rare species by landscape parameters (using the example of avifauna in the Lipetsk region)]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seria: Geografia. Geoekologiya*, 2020, no. 1, pp. 5-13. (In Russ.)
9. Sobolev N.A., Volkova L. B. Krasnaja kniga kak instrument zashchity jekosistem v jepohu antropocena [The Red Book as a tool for protecting ecosystems in the Anthropocene era]. *Ispol'zovaniye i ohrana prirodyh resursov v Rossii*, 2023, no. 2 (174), pp. 13-18. (In Russ.)
10. Sohranivshiesja uchastki stepej kak osnova budushhego jekologicheskogo karkasa Belgorodskoj oblasti [Preserved steppe areas as the basis of the future ecological framework of the Belgorod region] / A.A. Tishkov, E.A. Belonovskaja, N.I. Zolotuhin, S.V. Titova, N.G. Carevskaja, Ju.G. Chendev. *Aridnye jekosistemy*, 2020, vol. 26, no. 1 (82), pp. 43-53. (In Russ.)
11. Teuchezh A.A., Beljuchenko I. S. Istorija sozdaniya lesozashchitnyh polos v Krasnodarskom krae i ih sostojanie [The history of the creation of forest protection strips in the Krasnodar Territory and their condition]. *Jekologicheskij vestnik Severnogo Kavkaza*, 2019, vol. 15, no. 3, pp. 37-41. (In Russ.)
12. Shkarlet G. P. Fauna i naselenie ptic polezashchitnyh nasazhdenij Stavropol'skogo kraja [Fauna and bird population of protective plantings of the Stavropol Territory]. *Nauka. Innovacii. Tehnologii*, 2015, no. 2, pp. 187-196. (In Russ.)
13. Conservation of birds in fragmented landscapes requires protected areas / Timmers R., M. van Kuijk, P.A. Verweij, J. Ghazoul, Ya. Hautier, W.F. Laurance, S.L. Arriaga-Weiss, R.A. Askins, C. Battisti, A. Berg, G.C. Daily, C.F. Estades, B. Frank, R. Kurosawa, R.A. Pojar, J. Woinarski, M.B. Soons. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2022, vol. 20, no. 6, pp. 361-369.
14. Weibull A.C., Bengtsson J., Nohlgren E. Diversity of butterflies in the agricultural landscape: the role of farming system and landscape heterogeneity. *Ecograph*, 2000, vol. 23, no. 6, pp. 743-750.

Conflict of interests: The authors declare no information of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

Received: 12.12.2024

Accepted: 02.06.2025

Елена Григорьевна Королева

Кандидат географических наук, доцент кафедры биогеографии Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, г. Москва, Российская Федерация, ORCID: 0000-0001-9004-4581, e-mail koroleva@cs.msu.ru

Петрова Ирина Федоровна

Кандидат географических наук, старший научный сотрудник Отдела картографии и дистанционного зондирования Земли Института географии РАН, г. Москва, Российская Федерация, ORCID: 0000-0002-2004-8306, e-mail: shushkovo@mail.ru

Elena G. Koroleva

Cand. Sci. (Geogr.), Assoc. Prof. at the Department of Biogeography, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation, ORCID: 0000-0001-9004-4581, e-mail: koroleva@cs.msu.ru

Irina F. Petrova

Cand. Sci. (Geogr.), Senior Researcher at the Department of Cartography and Remote Sensing of the Earth, Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation, ORCID: 0000-0002-2004-8306, e-mail: shushkovo@mail.ru