

ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ОПТИМИЗАЦИИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ПРИОРИТЕТНОСТИ ТЕРРИТОРИИ СУБЪЕКТА РФ С УЧЕТОМ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ

Альбина Ахмедовна Федоровская

Донской государственный технический университет (ДГТУ); г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

Статья посвящена разработке теоретико-методического инструментария обеспечения устойчивого развития территории, создаваемого путем внедрения климатических рисков в критерии комплексной оценки территории. Второй основной задачей в исследовании являлась взаимосвязка оптимизации функционального зонирования на уровне субъекта РФ и климатических рисков, а также попытка разработать базис информационной модели для осуществления долгосрочного стратегического планирования. В рамках планов адаптации, разрабатываемых субъектами РФ, определяются основные риски, связанные с уязвимостью территорий, и мероприятия по снижению их вероятности, но конкретизации о степени их влияния на регион как на пространственную систему нет. Установлены взаимосвязи между секторами экономики и функциональными зонами с точки зрения их уязвимости и подверженности климатическим рискам и угрозам. Определены факторы комплексной оценки территории для сельскохозяйственного комплекса. Отдельное внимание уделено подбору источников информации для проведения оценки, так как факторы изначально носят разнородный характер. Адаптированная методика комплексной оценки территории позволяет связывать и учитывать информацию различного характера в единой системе. В территориальном планировании применение имитационных и информационных моделей используется достаточно давно, однако климатические риски как фактор комплексной оценки внедряются впервые. С помощью геоинформационных систем построены электронные карты и демонстрируется комплексная оценка территории Ростовской области. Также приведена методика расчета функциональной приоритетности и продемонстрированы карты функциональной приоритетности для сельскохозяйственного комплекса Ростовской области до проведения мероприятий по снижению экологических рисков и после. Стоит отметить, что разработанный инструментарий является адаптируемым и гибким, универсальным для применения в регионах со схожими биоэкосистемами.

Ключевые слова: комплексная оценка, функциональная приоритетность, климат, субъект РФ, опасные природные явления, информационное моделирование, адаптация, митигация

Для цитирования: Федоровская А.А. Информационная модель оптимизации функциональной приоритетности территории субъекта РФ с учетом климатических изменений // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2025. № 3. С. 60–71. DOI: 10.22227/2311-1518.2025.3.60-71

INFORMATION MODEL FOR OPTIMIZATION OF TERRITORIAL FUNCTIONAL PRIORITY OF THE RUSSIAN FEDERATION SUBJECT TAKING INTO ACCOUNT CLIMATE CHANGE

Albina A. Fedorovskaya

Don State Technical University (DSTU); Rostov-on-Don, Russian Federation

The article is devoted to the development of theoretical and methodological tools to ensure sustainable development of the territory, created by introducing climate risks into the criteria of comprehensive assessment of the territory. The second main task in the study was to interlink the optimization of functional zoning at the level — the subject of the Russian Federation — and climate risks, as well as an attempt to develop the basis of an information model for the implementation of long-term strategic planning. The adaptation plans developed by the constituent entities of the Russian Federation identify the main risks associated with the vulnerability of territories and measures to reduce their probability, but there are no specifics on the degree of their impact on the region as a spatial system. Interrelations between economic sectors and functional zones in terms of their vulnerability and exposure to climatic risks and threats have been established. Factors of integrated assessment of the territory for the agricultural complex have been determined. Special attention is paid to the selection of information sources for the assessment, as the factors are initially heterogeneous. The adapted methodology of complex assessment of the territory allows linking and taking into account information of different nature in a single system. The use of simulation and information models has been used in territorial planning for quite a long time, but climate risks as a factor of integrated assessment are being introduced for the first time. With the help of geoinformation systems, electronic maps are constructed and a comprehensive assessment of the Rostov region territory is demonstrated. Also, the methodology of calculation of functional priority is given and maps of functional priority for the agricultural complex of the Rostov region before and after measures

to reduce environmental risks are demonstrated. It is worth noting that the developed toolkit is adaptable and flexible, universal for application in regions with similar bioecosystems.

Keywords: integrated assessment, functional priority, climate, RF constituent entity, natural hazards, information modelling, adaptation, mitigation

For citation: Fedorovskaya A.A. Information model for optimization of territorial functional priority of the Russian Federation subject taking into account climate change. *Biosphere Compatibility: Man, Region, Technology*. 2025; 3:60-71. DOI: 10.22227/2311-1518.2025.3.60-71 (rus.).

Введение

Функциональное зонирование как инструмент территориального планирования при однородном назначении и свойствах для того или иного вида хозяйственной деятельности обеспечивает баланс региональных систем на всех уровнях управления [1]. Оптимальное функциональное зонирование в условиях стратегического долгосрочного планирования может быть обеспечено за счет построения гибридных прогнозных моделей, учитывающих различные компоненты сложной территориальной системы, такой как субъект Российской Федерации (далее — РФ). Субъект РФ развивается под воздействием различных факторов и требует внедрения технологий информационного сопровождения на всех этапах стратегического планирования [2]. Внедрение информационных моделей в градостроительстве в настоящее время при функциональном зонировании базируется на принципе «от общего к частному» и взаимоувязки различных факторов: природно-географических, экономических, экологических и инфраструктурных [3, 4]. С течением времени перечень критериев, оказывающих влияние на градостроительную систему, расширяется, так,

например, в последние годы особое место занимает адаптация к климатическим изменениям [5, 6].

Климатическая доктрина РФ [7], утвержденная указом Президента в 2023 г., определяет поставленную проблему как междисциплинарную, которая охватывает различные сферы хозяйственной деятельности, а также социально-экономические и экологические аспекты устойчивого развития РФ [8].

В третьем оценочном докладе Росгидромета, помимо динамики изменения климата на территории страны, региональных особенностей и описания опасных природных явлений, определены ключевые сферы экономической деятельности, а также природные системы и инфраструктура, подверженные и уязвимые к климатическим изменениям [9]. Данные условия формируют границы исследования, соответственно, особое внимание стоит уделить следующим областям экономической деятельности, представленным в табл. 1, сопоставляемым с функциональными зонами для субъекта РФ.

Анализируя табл. 1, можно сделать вывод, что оптимизация функционального зонирования в условиях климатических изменений — это многоаспектная задача, требующая системного подхода, который позволит учитывать множество факторов развития субъекта РФ и варьировать их сочетание для

Таблица 1. Уязвимые отрасли хозяйственной деятельности к изменениям климата

Секторы экономики, подверженные климатическим изменениям (согласно третьему оценочному докладу Росгидромета)	Функциональная зона	Уровень планирования	
		Субъект РФ	Город/ муниципальное образование
Добывающая промышленность	Производственные зоны	+	+
Сельское хозяйство	Зоны сельскохозяйственного использования	+	+
Водное хозяйство	—	+	+
Лесное хозяйство	Зоны сельскохозяйственного использования, зоны рекреационного назначения	+	—
Энергетика	Зоны инженерной и транспортной инфраструктуры	+	+
Транспорт	Зоны инженерной и транспортной инфраструктуры	+	+
Строительство и ЖКХ	Жилые зоны, зоны смешанной застройки, общественно-деловые зоны	+	+
Туризм и рекреация	Рекреационные зоны	+	+

разных функциональных зон. Стоит отметить, что некоторые из видов экономической деятельности не соответствуют функциональному зонированию, однако, относятся к отраслевой специализации и минерально-сырьевой базе субъекта РФ (например, строительный комплекс).

Материалы и методы

Методологические подходы к многофакторной оценке земель при осуществлении стратегического планирования берут начало в 70-х гг. XX в. в трудах С.И. Кабаковой [9–11] и эволюционируют в трудах ЦНИИП градостроительства у А.П. Ромма и Н.Н. Резникова [12, 13], а также у других уче-

ных, использующих математические модели [14]. В роли эффективного инструментария реализации комплексной оценки территории выбираются геоинформационные системы, предназначенные не только для систематизации всех факторов, но и для осуществления последующего моделирования [15–17].

Базируясь на опыте своих предыдущих исследований и разработок в области адаптации методики комплексной оценки земель и информационного моделирования [18, 19] для разных отраслей и задач территориального планирования на уровне «субъект РФ», принято решение о создании новой информационной модели для оптимизации функциональной приоритетности территории (рис. 1).

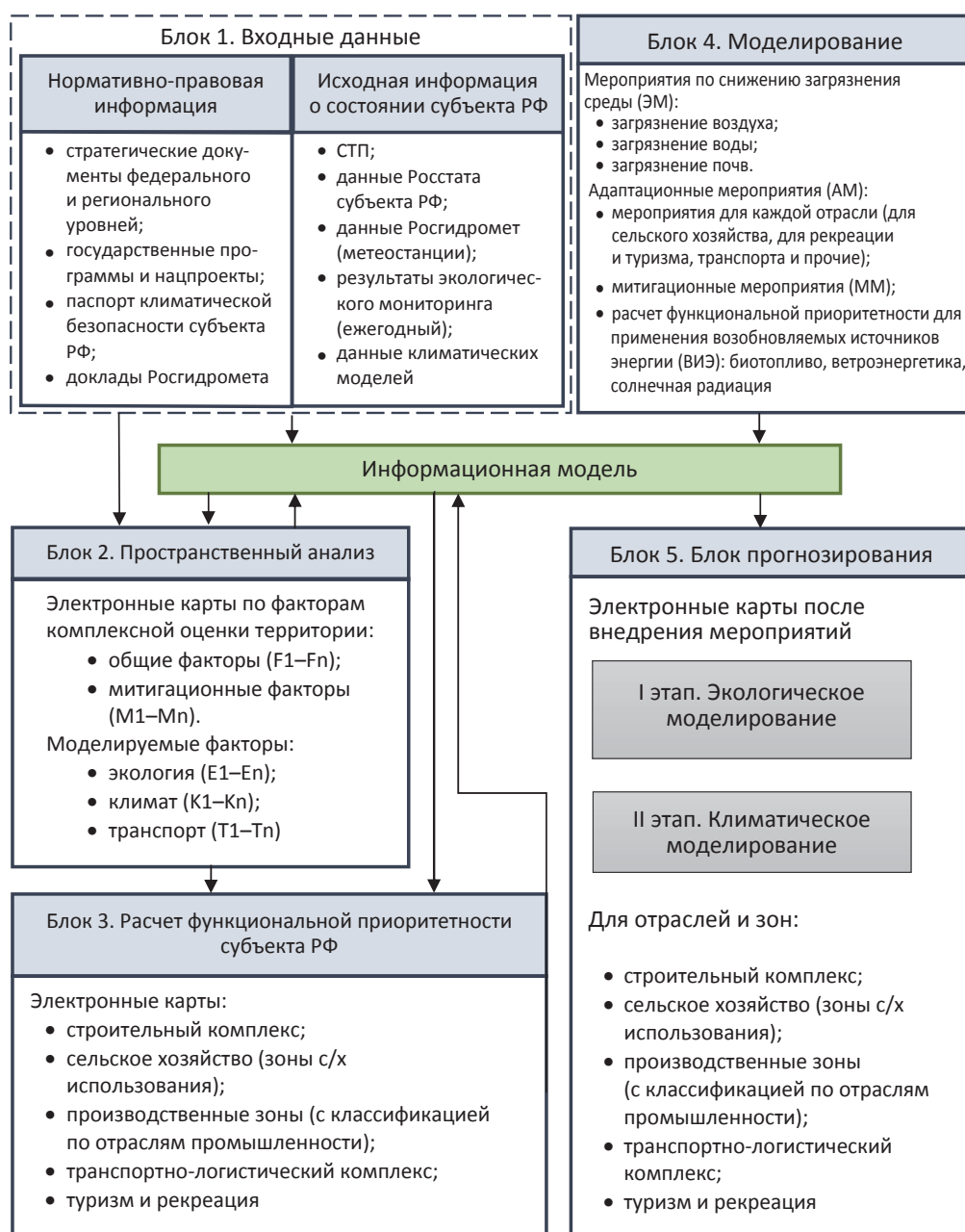


Рис. 1. Информационная модель оптимизации функциональной приоритетности территории с учетом климатических рисков

Рассмотрим каждый блок отдельно и продемонстрируем результаты на примере отрасли — сельское хозяйство. В качестве субъекта РФ, на примере которого будет реализована модель, представлена Ростовская область.

Реализация разработанной модели на примере зон сельскохозяйственного использования в Ростовской области

Блок 1. Входные данные

Систематизация информации о состоянии и потенциале территории субъекта РФ носит комплексный характер и аккумулирует данные из следующих документов и источников.

1. Статистические данные региона по муниципальным образованиям (Росстат Ростовской области).
2. Схема территориального планирования субъекта РФ (для Ростовской области).
3. Паспорт климатической безопасности Ростовской области.
4. Третий оценочный доклад Росгидромета.
5. Экологический вестник Дона (ежегодно обновляется).
6. Стратегия социально-экономического развития Ростовской области на период до 2030 г.

Вышеперечисленные источники содержат в себе информацию о территории всего субъекта, однако, данные носят разрозненный характер, и анализировать и сопоставлять их достаточно сложно [20]. Именно поэтому и выбран инструментальный комплексной оценки территории, которая предполагает сравнительный анализ всех участков внутри терри-

ториальной системы — субъекты РФ относительно друг друга. За участки принимаются муниципальные образования (далее — МО), а за единицы измерения — выраженность каждого фактора в баллах от 0 до 1, где 0 — минимальное значение фактора в каждом оценочном участке, а 1 — максимальное соответственно. Промежуточные значения от 0 до 1 рассчитываются путем линейной интерполяции [21].

Блок 2. Пространственный анализ

В первую очередь рассмотрим все факторы комплексной оценки территории (табл. 2), собранные из источников, указанных в блоке 1.

Источники данных для разных факторов оценки различны, поэтому принцип присвоения параметров баллов по шкале от 0 до 1 в каждом случае подбирается согласно структуре информации о состоянии каждого из них. Например, факторы комплексной оценки территории, извлекаемые из картографического материала (агроклиматические ресурсы, сельскохозяйственная нагрузка, деградация земель, интегральные карты по природным ресурсам, экологические параметры), дифференцируются в зависимости от категорий по каждому из факторов, где 0 — наихудшая категория состояния земель, а 1 — наилучшее состояние. Принятая классификация по этим факторам представлена в табл. 2.

Данные Росстата являются источником информации для таких факторов, как:

- количество трудоспособного населения;
- наличие пищевых и перерабатывающих производств;

Таблица 2. Факторы комплексной оценки территории для сельскохозяйственного комплекса

Номер по порядку	Обозначение	Фактор	Состояние	Числовая выраженность, в баллах
<i>Общие факторы</i>				
1	F1	Отрасли растениеводства	Наличие в МО — да/нет	0/1
2	F2	Отрасли животноводства	Наличие в МО — да/нет	0/1
3	F3	Агроклиматические ресурсы	Территории по влагообеспечению: • слабозасушливые; • засушливые; • очень засушливые; • полусухие	1 0,66 0,33 0
4	F4	Продуктивность пахотных земель	Балл: < 35 36–45 46–55 56–65 >66	0 0,25 0,5 0,75 1
5	F5	Сельскохозяйственная нагрузка	Балл: < 8 8–12 13–16 17–20 > 20	1 0,75 0,5 0,25 0

Номер по порядку	Обозначение	Фактор	Состояние	Числовая выраженность, в баллах
6	F6	Деградация земель	Обстановка: • катастрофическая; • кризисная; • критическая; • напряженная; • удовлетворительная	0 0,25 0,5 0,75 1
7	F7	Интегральная оценка по природным факторам	Обстановка: • наиболее благоприятная; • благоприятная; • относительно благоприятная; • малоблагоприятная; • неблагоприятная	1 0,75 0,5 0,25 0
8	F8	Интегральная оценка по антропогенной нагрузке	Обстановка: • катастрофическая; • кризисная; • критическая; • напряженная; • удовлетворительная	0 0,25 0,5 0,75 1
9	F9	Количество трудоспособного населения	Статистические данные, распределенные по МО	0–1
10	F10	Наличие пищевых и перерабатывающих производств	Статистические данные, распределенные по МО	0–1
11	F11	Площадь сельскохозяйственных земель	Статистические данные, распределенные по МО	0–1
12	F12	Материально-технический потенциал агропромышленного комплекса	Статистические данные, распределенные по МО	0–1
<i>Моделируемые факторы</i>				
1	E1	Загрязнение атмосферного воздуха	Экологическая оценка по КИЗА: < 0,1 0,1–1 1–4 4–8, 8–16 16–32	1 0,75 0,5 0,25 0
2	E2	Загрязнение почв тяжелыми металлами	Обстановка: • критическая; • напряженная; • удовлетворительная	0 0,5 1
3	E3	Оценка качества питьевой воды	Обстановка: • кризисная; • критическая; • напряженная; • удовлетворительная	0 0,33 0,66 1
4	E4	Экологический потенциал территорий Ростовской области	Обстановка: • благоприятная; • относительно благоприятная; • малоблагоприятная	1 0,5 0
5	T1	Автомобильные дороги (обеспеченность): • федеральная дорога (0,33); • региональная дорога (0,33); • межмуниципальная (0,33)	Плотность, на 100 км ² территории МО	0–1
6	T2	Железная дорога (обеспеченность)	Наличие: • магистральная; • второстепенная	0,6 0,4

Номер по порядку	Обозначение	Фактор	Состояние	Числовая выраженность, в баллах
7	K1	Ураганы	<ul style="list-style-type: none"> • неопасный уровень; • умеренно опасный уровень; • опасный уровень; • весьма опасный уровень; • чрезвычайно опасный уровень 	0
8	K2	Жара (аномальная в том числе)		0,25
9	K3	Засуха		0,5
10	K4	Пожарная опасность		
11	K5	Плоскостная и овражная эрозия		1
12	K6	Заморозки		
13	K7	Сильные атмосферные осадки		

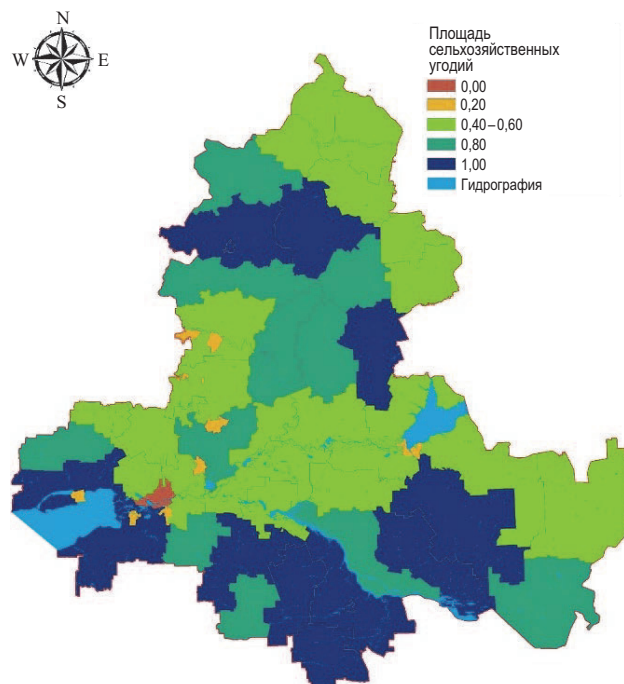


Рис. 2. Площадь сельскохозяйственных угодий (авторская разработка)

- площадь сельскохозяйственных земель;
- материально-технический потенциал агропромышленного комплекса.

Структура данных в этом случае — это количественная информация в числовом выражении от большего к меньшему, распределенная по всем муниципальным образованиям. Статистическая информация по каждому фактору обрабатывается и представляется также в виде баллов от 0 до 1 путем

линейной интерполяции, где 0 — наименьшее значение в конкретном оценочном участке, а 1 — максимальное числовое выражение. Значения в интервале от большего к меньшему также выражаются внутри балльной оценки. Данная система выраженности в баллах применяется для приведения разнохарактерных источников данных в единую систему оценки (табл. 2).

Электронные карты строятся с помощью геоинформационных систем. Территориальное деление Ростовской области предполагает заполнение 55 оценочных участков в соответствии с МО. В результате выбрано и построено 12 карт по факторам комплексной оценки территории, приоритетным для сельского хозяйства, и 13 карт по моделируемым факторам (транспорт, климат и экология) [22–24]. В общем виде карты комплексной оценки территории Ростовской области, приоритетные для сельского хозяйства, выглядят следующим образом (рис. 2).

Блок 3. Расчет функциональной приоритетности субъекта РФ

Комплексная оценка территории, обработка анкет экспертного опроса при формировании матрицы приоритетности, а также расчет функциональной приоритетности производятся при использовании совокупности методов анализа иерархий по Т. Саати [25, 26] и метода целевой функции [27–29].

Матрица приоритетности (заполняется по мере проведения исследования) выглядит следующим образом, представленным в табл. 3.

Таблица 3. Матрица приоритетности

	k_1	k_2	k_3	k_4	k_5	...	k_n
z_1							
z_2							
z_3							
z_4							
z_5							
...							
z_n							

Примечание: k_1-k_n — коэффициенты значимости по факторам; z_1-z_n — вид функциональной зоны (сектора экономики).

Таблица 4. Ранжирование коэффициентов значимости

Степень влияния фактора на функциональную зону	Числовая выраженность коэффициента
Сильное	1
Среднее	0,75
Слабое	0,5
Нет влияния	0,25

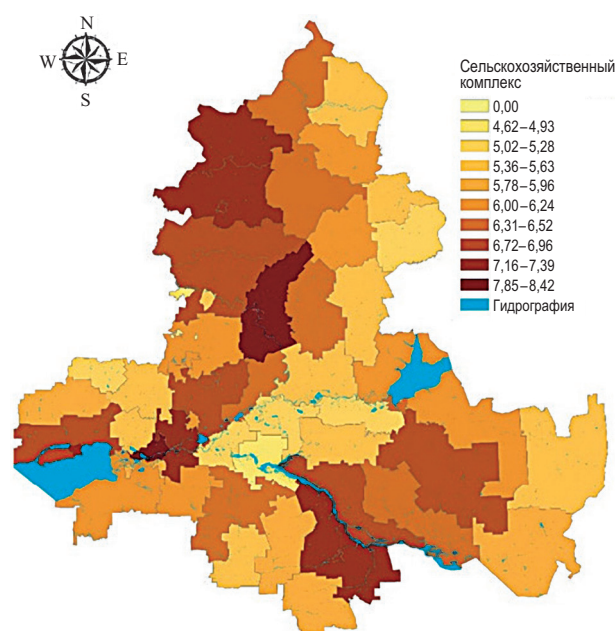


Рис. 3. Сельскохозяйственная приоритетность территории Ростовской области (авторская разработка)

Коэффициенты значимости определяются путем заполнения анкет экспертного опроса по факторам из табл. 2 (F1–F12, E1–E4, T1–T2, K1–K7). Значения коэффициентов значимости определяются согласно рангам (табл. 4).

Формула целевой функции для расчета приоритетности территории выглядит следующим образом (1):

$$Z = \sum F_i \cdot K_i, \quad (1)$$

где Z — функциональная приоритетность территории субъекта РФ; F_i — i -й значение фактора комплексной оценки территории; K_i — коэффициент значимости i -го фактора комплексной оценки территории.

Карта функциональной приоритетности для сельского хозяйства на территории Ростовской области до учета климатических рисков выглядит следующим образом (совокупность отраслей животноводства, растениеводства и сельхозпереработки) (рис. 3).

Блок 4. Моделирование

В четвертом блоке производится подбор мероприятий для снижения показателей для:

- моделируемых факторов — E1–En — экология (загрязнение воздуха, воды и почвы);

- моделируемых факторов — K1–Kn — климат (засуха, плоскостная и овражная эрозия, сильные осадки).

Производится расчет функциональной приоритетности для размещения объектов возобновляемой энергетики (биотопливо, ветроэнергетика и солнечная энергетика), в результате которого построены электронные карты с рейтингом МО для возможностей внедрения таких технологий. Данный результат по Ростовской области был описан ранее в исследованиях, в том числе в статье [19]. Важность этого этапа заключается в том, что переход на гибридное энергоснабжение путем внедрения возобновляемых источников энергии — это митигационные мероприятия в условиях глобальных климатических изменений. Митигация (от англ. mitigation — смягчение) — стратегическое направление развития энергетической, градостроительной и региональной политики, направленное на значительное снижение выбросов парниковых газов путем замещения ископаемых источников энергии на альтернативные в рамках «четвертого энергоперехода» (energytransition) [30, 31]. К слову, строительство объектов энергетики, функционирующих на основе использования возобновляемых источников энергии, — это одно из мероприятий плана климатической адаптации Ростовской области [32].

Комплекс мероприятий по улучшению экологического потенциала территории был представлен ранее в работе [23], где, помимо самого перечня, дана оценка эффективности и произведено моделирование сельскохозяйственной пригодности территории для отраслей агропромышленного комплекса: растениеводство, сельхозпереработка и животноводство.

Комплекс мероприятий для адаптации к изменениям климата согласно паспорту климатической безопасности Ростовской области в сфере сельского хозяйства [32] заключается в следующем:

- защита и сохранение сельскохозяйственных угодий от ветровой эрозии и опустынивания;
- мониторинг и контроль качества атмосферного воздуха.

Предлагаются мероприятия для снижения уязвимости территории и повышения ее сельскохозяйственной пригодности, предлагаемые в рамках исследования, для борьбы с опустыниванием, ветро-

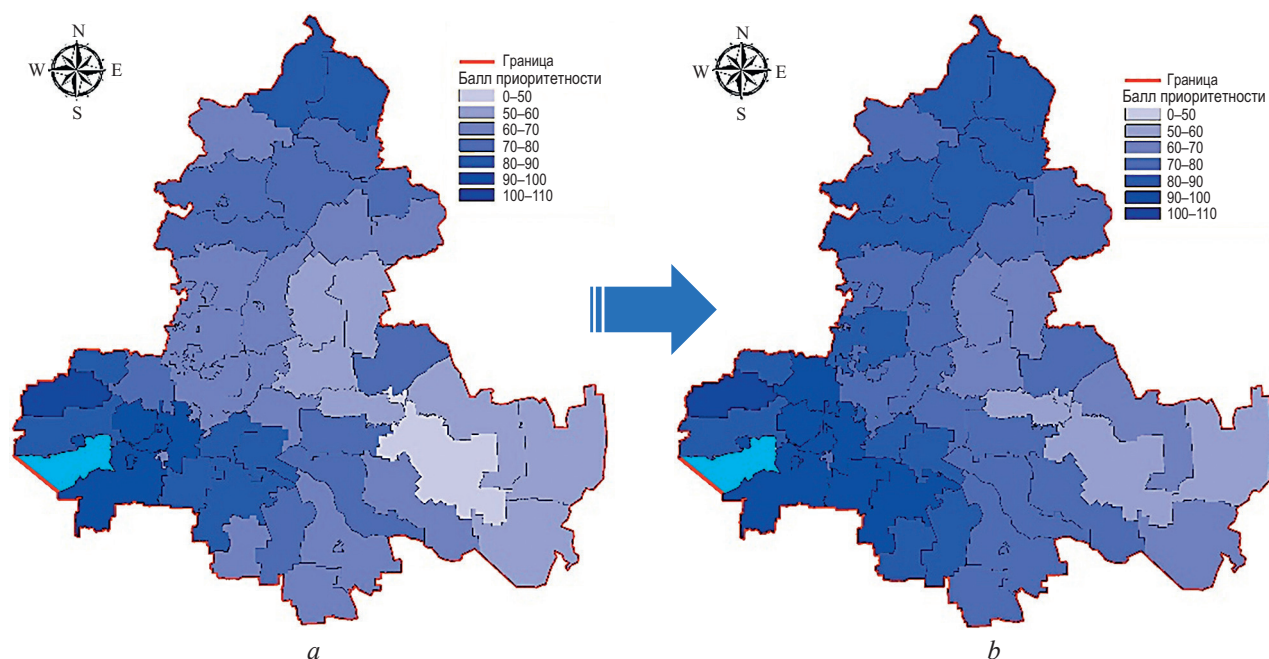


Рис. 4. Моделирование с учетом экологических факторов: *a* — функциональная приоритетность территории Ростовской области для отрасли растениеводство до проведения экологических мероприятий (авторская разработка); *b* — функциональная приоритетность территории Ростовской области для отрасли растениеводство после проведения экологических мероприятий (авторская разработка)

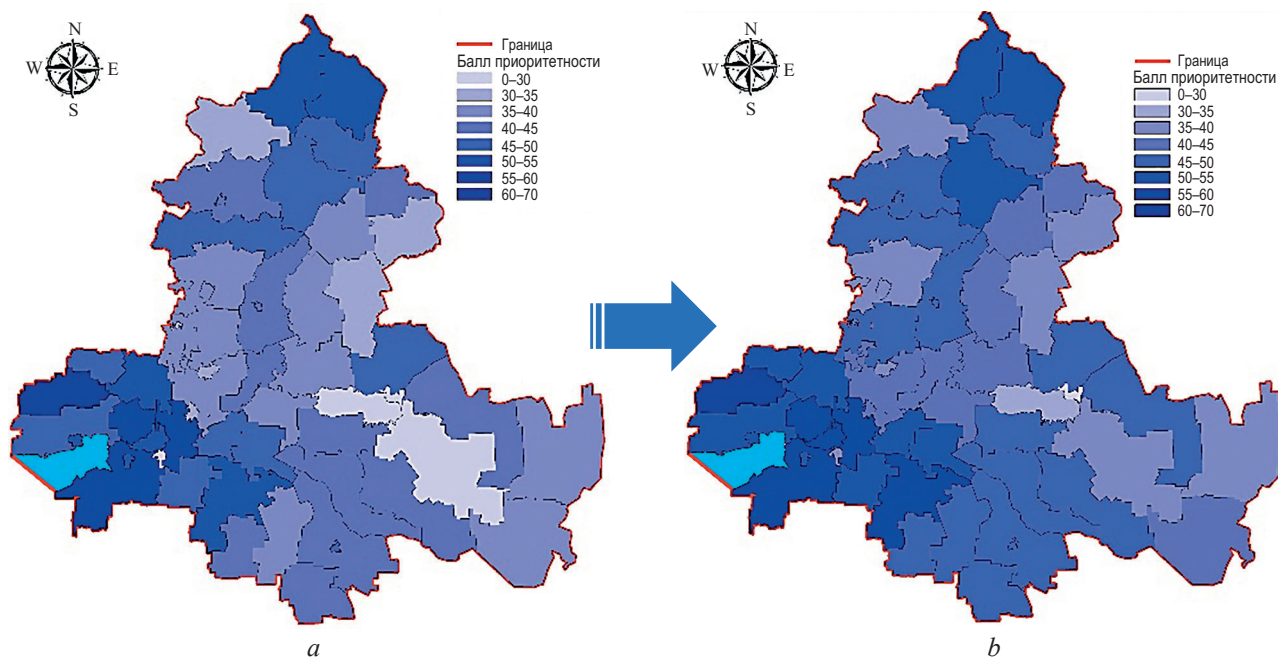


Рис. 5. Моделирование с учетом экологических факторов: *a* — функциональная приоритетность территории Ростовской области для отрасли животноводство до проведения экологических мероприятий (авторская разработка); *b* — функциональная приоритетность территории Ростовской области для отрасли животноводство после проведения экологических мероприятий (авторская разработка)

вой и водной эрозией (для отрасли растениеводство) [33–36]:

- лесомелиорация сельскохозяйственных земель;
- применение системы нулевой обработки почвы (No-Till);
- севооборот;
- противоэрозионные террасы;
- посев многолетних трав и озимых культур;
- высадка кулис из высокостебельных культур;
- чересполосное уплотнение снега (в зимний период) и прочие.

Блок 5. Блок прогнозирования

В настоящий момент из пятого блока реализован I этап, а именно моделирование с учетом экологических факторов для различных отраслей сельско-

хозяйственного комплекса. На рис. 4 продемонстрирован результат для отрасли растениеводство.

Анализируя карты для растениеводства, представленные выше, стоит отметить, что при применении мероприятий по улучшению качества почв, атмосферного воздуха и воды существенно увеличивается приоритетность в Юго-Западной и Северной части Ростовской области.

В противовес для отрасли животноводства (рис. 5) существенно изменяется ситуация для Юго-Восточной части региона.

Заключение

Территориальная система — субъект РФ разнородна и с точки зрения климатических рисков и угроз, и с точки зрения многообразия функциональной наполняемости и зонирования. Оптимальный выбор функционального назначения должен

базироваться не только на основе анализа текущего состояния территории, но и с учетом возможных изменений, рисков и угроз. Ограниченность ресурсов (временных и материальных) предопределяет целевое назначение адаптационных мероприятий для каждого региона отдельно в зависимости от степени выраженности климатического риска, его территориального распределения, масштаба и других характеристик. Целевое назначение таких мероприятий возможно при структурном системном подходе, декомпозиции климатических рисков на региональном уровне, подверженности и уязвимости ключевых отраслей и функциональных зон соответственно. Представленный инструментальный позволяет осуществлять отбор факторов комплексной оценки, включая физические риски, учитывать адаптационные, экологические и митигационные мероприятия, а также осуществлять моделирование функциональной приоритетности.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Арапов С.В., Курочкина А.А., Петрова Е.Е. Региональное управление и территориальное планирование. СПб. : РГГМУ, 2021. 460 с.
2. Песляк О.А. Современные технологии анализа пространственных данных в градостроительном проектировании // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Архитектура и градостроительство : сб. ст. 80-й юбилейной Всеросс. науч.-техн. конф. Самара : Самарский государственный технический университет, 2023. С. 370–381.
3. Трухина Н.И., Корницкая О.В., Попова О.А., Плаксина Ю.М. Управление городской средой при использовании технологий информационного моделирования // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2023. № 7–2. С. 212–217.
4. Щербина Е.В., Маршалкович А.С., Зотова Е.А. Устойчивое развитие сельских поселений: значение экологических факторов // Экология урбанизированных территорий. 2018. № 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ustoychivoe-razvitiye-selskih-poseleniy-znachenie-ekologicheskikh-faktorov> (дата обращения: 27.03.2025).
5. Коробейникова А.Е., Макарова А.Е., Конакова К.П. Влияние естественных процессов на изменение климата урбанизированных территорий Республики Коми и меры адаптации к ним // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2024. № 2 (46).
6. Макаров И.А., Чернокульский А.В. Влияние изменения климата на экономику России: рейтинг регионов по необходимости адаптации // Журнал Новой экономической ассоциации. 2023. № 4 (61). С. 145–202. DOI: 10.31737/22212264_2023_4_145-202
7. Об утверждении Климатической доктрины Российской Федерации : Указ Президента Российской Федерации от 26.10.2023 № 812. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202310260009> (дата обращения: 01.04.2025).
8. Тебекин А.В., Ломакин О.Е. Формирование системы критериев оценки эффективности решения проблем климатической адаптации в свете климатической доктрины Российской Федерации // Гидрометеорология и образование. 2024. № 4. С. 93–105.
9. Кабакова С.И. Градостроительная оценка территории городов. М. : Стройиздат, 1971.
10. Кабакова С.И. О стратегическом планировании в Российской Федерации (градостроительные аспекты) // Экономика строительства. 2015. № 2 (32). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-strategicheskom-planirovanii-v-rossiyskoy-federatsii-gradostroitelnye-aspekty> (дата обращения: 30.03.2025).
11. Перцик Е.Н., Кабакова С.И. Теоретические предпосылки управления процессами урбанизации // Фундаментальные, поисковые и прикладные исследования РААСН по научному обеспечению развития архитектуры, градостроительства и строительной отрасли Российской Федерации в 2017 году : сб. науч. тр. Российской академии архитектуры и строительных наук. Т. 1. М. : Изд-во АСВ, 2018. С. 486–490. DOI: 10.22337/9785432302656-486-490
12. Ромм А.П. Математико-модельные основы комплексной оценки и функционального зонирования городских территорий: вопросы оценки. М. : Российское общество оценщиков, 1997. № 4. С. 2–11.

13. Еришова С.А., Митягин С.Д., Осипова Н.В. Теоретические и практические аспекты территориальной обеспеченности населения в крупнейших городах России // Промышленное и гражданское строительство. 2011. № 11. С. 38–40.
14. Матвейко Р.Б., Терюкова Л.И., Ашинов Ю.К., Чиназирев Ю.А. Функциональное использование инвестиционных площадок на основе стратегического планирования социально-экономического развития территорий // Новые технологии. 2012. № 4. С. 94–101.
15. Зайкова Е.Ю. Междисциплинарный подход в науке в целях совершенствования среды // Архитектура и строительство России. 2022. № 4 (244). С. 18–21.
16. Бакаева Н.В., Симакова П.А. Модель пространственной организации туристических кластеров в малых исторических городах России // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2023. № 1 (41). С. 16–28. DOI: 10.21869/2311-1518-2023-41-1-16-28
17. Братков В.В., Савинова С.В., Ключин П.В. и др. Картографирование современной изменчивости агроклиматических условий Северного Кавказа // Юг России: экология, развитие. 2021. Т. 16. № 4 (61). С. 173–181. DOI: 10.18470/1992-1098-2021-4-173-181
18. Толстых Т.В., Федоровская А.А., Шеина С.Г. Адаптация методики комплексной оценки территории для территориально-пространственного развития строительного комплекса субъекта РФ (на примере Ростовской области) // Инженерный вестник Дона. 2022. № 6 (90). С. 476–483.
19. Федоровская А.А., Гладышева О.Д. Имитационная модель оценки влияния объектов возобновляемой энергетики на экологическое состояние субъекта РФ // Современные тенденции в строительстве, градостроительстве и планировке территорий. 2024. № 3 (3). С. 49–60. DOI: 10.23947/2949-1835-2024-3-3-49-60
20. Мещерякова О.К., Грабовая О.В. Особенности комплексного подхода при оценке потенциала территорий, функционально связанных с объектами спортивного назначения // ФЭС: Финансы. Экономика. Стратегия. 2021. Т. 18. № 7. С. 39–43.
21. Матвейко Р.Б. Методические основы геоинформационного обеспечения управления развитием территории : дис. ... канд. техн. наук. Ростов н/Д, 2011. 174 с.
22. Хаванский А.Д., Латун В.В., Бессмертный И.В. Комплексная оценка пространственного развития Ростовской области // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. 2022. № 4–2 (216–2). С. 90–98. DOI: 10.18522/1026-2237-2022-4-2-90-98
23. Sheina S.G., Fedorovskaya A.A. Methodology for improving the agricultural suitability of land for the sustainable development of a territory // Real Estate: Economics, Management. 2022. No. 3. Pp. 36–42.
24. Шадрин Е.Г., Красильникова Э.Э., Журавлева И.В. Критерии оценки территории с целью принятия решений о строительстве на урбанизированных территориях. Проблематика // Экономика строительства. 2022. № 6. С. 104–115.
25. Саати Т. Принятие решений. Методы анализа иерархий. М. : Радио и связь, 1993. 278 с.
26. Ясинский Д.Ю. Оценка качества персонала методом анализа иерархий (методом Саати) // Экономика и менеджмент систем управления. 2019. № 1 (31). С. 91–99.
27. Митягин С.Д., Спиринов П.П., Гаевская З.А. Градостроительные средства устойчивого развития // Academia. Архитектура и строительство. 2024. № 1. С. 113–121. DOI: 10.22337/2077-9038-2024-1-113-121
28. Стариков В.А. Разработка метода оптимизации функционального зонирования городских кварталов с учетом ограничений и целевого профиля : сб. тезисов докладов конгресса молодых ученых. СПб. : Университет ИТМО, 2025. URL: <https://kmu.itmo.ru/digests/article/15428>
29. Липка О.Н., Андреева А.П., Стишук С.А. Подверженность природных систем суши опасным гидрометеорологическим явлениям и пороговые значения их воздействий // Фундаментальная и прикладная климатология. 2024. Т. 10. № 3. С. 329–377. DOI: 10.21513/2410-8758-2024-3-329-377
30. Довбий Н.С. Ресурсно-климатические инновации» как понятие эпохи энергоперехода и формирования «зеленой» экономики // Управление в современных системах. 2024. № 2. С. 29–42.
31. Sheina S.G., Barmuta K.A., Gaponenko T.V., Medvedeva L.S. Methodology for assessing labour resources and employment of the region taking into account digital challenges // Real Estate: Economics, Management. 2024. No. 4. Pp. 59–64.
32. Об утверждении регионального плана адаптации к изменениям климата в Ростовской области : Распоряжение Правительства Ростовской области от 11.05.2022 № 285. URL: <https://www.donland.ru/documents/15767/> (дата обращения: 01.05.2025).
33. Ивонин В.М. Регенеративная агролесомелиорация // Региональные геосистемы. 2024. № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/regenerativnaya-agrolesomelioratsiya> (дата обращения: 01.05.2025).
34. Кокунова И.В., Котов Е.Г. Технология No-till — важнейшее направление ресурсосбережения в растениеводстве // Инновационная наука. 2017. № 2–2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologiya-no-till-vazhneyshee-napravlenie-resursosberezheniya-v-rastenievodstve> (дата обращения: 01.05.2025).

35. Коновалова Л.К., Окорков В.В., Петросян Р.Д. Роль фактора «севооборот» в управлении плодородием и продуктивностью почв // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2019. № 8–2. С. 146–152. URL: <https://vael.ru/ru/article/view?id=681> (дата обращения: 01.05.2025).
36. Абдусаламова Р.Р., Баламирзоева З.М. Методы защиты почвы от водной и ветровой эрозии // Вестник СПИ. 2021. № 4 (40). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-zaschity-pochvy-ot-vodnoy-i-vetrovoy-erozii> (дата обращения: 01.05.2025).

Об авторе: Альбина Ахмедовна Федоровская — к.т.н., доцент, доцент кафедры «Городское строительство и хозяйство»; Донской государственный технический университет (ДГТУ); 344003, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, д. 1; e-mail: bina-87@mail.ru.

REFERENCES

1. Arapov S.V., Kurochkina A.A., Petrova E.E. *Regional management and territorial planning*. St. Petersburg, Russian State Geological University, 2021; 460. (rus.).
2. Peslyak O.A. Modern technologies of spatial data analysis in town-planning design. *Traditions and innovations in construction and architecture. Architecture and town-planning : Collection of articles of the 80th anniversary All-Russian scientific and technical conference*. Samara, Samara State Technical University, 2023; 370-381. (rus.).
3. Trukhina N.I., Kornitskaya O.V., Popova O.A., Plaksina Yu.M. Urban environment management using information modelling technologies. *Bulletin of Altai Academy of Economics and Law*. 2023; 7(2):212-217. (rus.).
4. Shcherbina E.V., Marshalkovich A.S., Zotova E.A. Sustainable development of rural settlements: the importance of environmental factors. *Ecology of urbanised territories*. 2018; 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ustoychivoe-razvitiye-selskih-poseleniy-znachenie-ekologicheskikh-faktorov> (date of reference: 27.03.2025). (rus.).
5. Korobeinikova A.E., Makarova A.E., Konakova K.P. Influence of natural processes on climate change of urbanised territories of the Komi Republic and measures of adaptation to them. *Biosphere compatibility: man, region, technology*. 2024; 2(46). (rus.).
6. Makarov I.A., Chernokulsky A.V. Impact of climate change on the Russian economy: rating of regions by the need for adaptation. *Journal of the New Economic Association*. 2023; 4(61):145-202. DOI: 10.31737/22212264_2023_4_145-202 (rus.).
7. Doctrine of the Russian Federation'. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202310260009> (access date: 01.04.2025). (rus.).
8. Tebekin A.V., Lomakin O.E. Formation of the system of criteria for assessing the effectiveness of solving the problems of climate adaptation in the light of the Climate Doctrine of the Russian Federation. *Hydrometeorology and Education*. 2024; 4:93-105. (rus.).
9. Kabakova S.I. *Urban planning assessment of the territory of cities*. Moscow, Stroyizdat, 1971. (rus.).
10. Kabakova S.I. On strategic planning in the Russian Federation (urban planning aspects). *Construction Economics*. 2015; 2(32). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-strategicheskom-planirovanii-v-rossiyskoy-federatsii-gradostroitelnye-aspekty> (date of address: 30.03.2025). (rus.).
11. Pertsik E.N., Kabakova S.I. Theoretical prerequisites of urbanisation process management. *Fundamental, search and applied research of RAASN on scientific support of the development of architecture, urban planning and construction industry of the Russian Federation in 2017 : Collection of scientific papers of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences. Volume 1*. Moscow, ASV Publishing House, 2018; 486-490. DOI: 10.22337/9785432302656-486-490 (rus.).
12. Romm A.P. *Mathematical and modelling bases of complex assessment and functional zoning of urban territories : Issues of assessment*. Moscow, Russian Society of Appraisers, 1997; 2-11. (rus.).
13. Ershova S.A., Mityagin S.D., Osipova N.V. Theoretical and practical aspects of territorial provision of the population in the largest cities of Russia. *Industrial and Civil Engineering*. 2011; 11:38-40. (rus.).
14. Matveiko R.B., Teryukova L.I., Ashinov Yu.K., Chinazirov Yu.A. Functional use of investment sites on the basis of strategic planning of socio-economic development of territories. *New technologies*. 2012; 4: 94-101. (rus.).
15. Zaikova E.Yu. Interdisciplinary approach in science to improve the environment. *Architecture and Construction of Russia*. 2022; 4(244):18-21. (rus.).
16. Bakaeva N.V., Simakova P.A. Model of spatial organisation of tourist clusters in small historical cities of Russia. *Biosphere compatibility: man, region, technology*. 2023; 1(41):16-28. DOI: 10.21869/2311-1518-2023-41-1-16-28 (rus.).
17. Bratkov V.V., Savinova S.V., Klushin P.V. et al. Mapping of modern variability of agroclimatic conditions of the North Caucasus. *South of Russia: Ecology, Development*. 2021; 16:4(61):173-181. DOI: 10.18470/1992-1098-2021-4-173-181 (rus.).
18. Tolstykh T.V., Fedorovskaya A.A., Sheina S.G. Adaptation of the methodology of complex assessment of the territory for territorial-spatial development of the construction complex of the subject of the Russian Federation (on the example of Rostov region). *Engineering bulletin of Don*. 2022; 6(90):476-483. (rus.).

19. Fedorovskaya A.A., Gladysheva O.D. Simulation model for assessing the impact of renewable energy facilities on the ecological state of the RF subject. *Modern trends in construction, urban planning and territory planning*. 2024; 3(3):49-60. DOI: 10.23947/2949-1835-2024-3-3-49-60 (rus.).
20. Mescheriakova O.K., Grabovaya O.V. Features of the complex approach in assessing the potential of territories functionally associated with sports facilities. *FES: Finance. Economics. Strategy*. 2021; 18(7):39-43. (rus.).
21. Matveiko R.B. *Methodical bases of geoinformation support of territory development management : dissertation for the degree of Candidate of Technical Sciences*. Rostov-on-Don, 2011; 174. (rus.).
22. Khavansky A.D., Latun V.V., Bessmertny I.V. Complex assessment of spatial development of the Rostov region. *Izvestiya vysshee obrazovaniya vysshee obrazovaniya. North Caucasian region. Series: Natural sciences*. 2022; 4-2(216-2):90-98. DOI: 10.18522/1026-2237-2022-4-2-90-98 (rus.).
23. Sheina S.G., Fedorovskaya A.A. Methodology for improving the agricultural suitability of land for the sustainable development of a territory. *Real Estate: Economics, Management*. 2022; 3:36-42. (rus.).
24. Shadrina E.G., Krasilnikova E.E., Zhuravleva I.V. Territory assessment criteria for decision-making on construction in urbanised areas. *Problematics. Economics of Construction*. 2022; 6:104-115. (rus.).
25. Saati T. *Decision Making. Methods of hierarchy analysis*. Moscow, Radio and Communication, 1993; 278. (rus.).
26. Yasinsky D.Yu. Evaluation of personnel quality by the method of hierarchy analysis (Saati method). *Economics and Management of Management Systems*. 2019; 1(31):91-99. (rus.).
27. Mityagin S.D., Spirin P.P., Gaevskaya Z.A. Urban planning means of sustainable development. *Academia. Architecture and Construction*. 2024; 1:113-121. DOI: 10.22337/2077-9038-2024-1-113-121 (rus.).
28. Starikov V.A. Development of the method of optimisation of the functional zoning of the city quarters taking into account the constraints and target profile. *Collection of abstracts of reports of the Congress of young scientists. Electronic edition*. St. Petersburg, ITMO University, 2025. URL: <https://kmu.itmo.ru/digests/article/15428> (rus.).
29. Lipka O.N., Andreeva A.P., Stishkina S.A. Exposure of natural land systems to dangerous hydrometeorological phenomena and threshold values of their impacts. *Fundamental and Applied Climatology*. 2024; 10(3):329-377. DOI: 10.21513/2410-8758-2024-3-329-377 (rus.).
30. Dovbii N.S. Resource-climatic innovations' as a concept of the era of energy transition and formation of "green" economy. *Management in Modern Systems*. 2024; 2:29-42. (rus.).
31. Sheina S.G., Barmuta K.A., Gaponenko T.V., Medvedeva L.S. Methodology for assessing labour resources and employment of the region taking into account digital challenges. *Real Estate: Economics, Management*. 2024; 4:59-64.
32. On Approval of the Regional Climate Change Adaptation Plan in the Rostov region : Order of the Government of the Rostov region from 11.05.2022 No. 285. URL: <https://www.donland.ru/documents/15767/> (date of reference: 01.05.2025). (rus.).
33. Ivonin V.M. Regenerative agroforestry. *Regional geosystems*. 2024; 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/regenerativnaya-agrolesomeliatsiya> (date of reference: 01.05.2025). (rus.).
34. Kokunova I.V., Kotov E.G. No-till technology — the most important direction of resource saving in crop production. *Innovative science*. 2017; 2-2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologiya-no-till-vazhneyshee-napravlenie-resursoberezeniya-v-rasteniyevodstve> (date of reference: 01.05.2025). (rus.).
35. Konovalova L.K., Okorkov V.V., Petrosyan R.D. The role of the factor 'crop rotation' in the management of soil fertility and productivity. *Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law*. 2019; 8-2:146-152. URL: <https://vael.ru/ru/article/view?id=681> (date of reference: 01.05.2025). (rus.).
36. Abdusalamova R.R., Balamirzoeva Z.M. Methods of soil protection from water and wind erosion. *Vestnik SPI*. 2021; 4(40). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-zaschity-pochvy-ot-vodnoy-i-vetrovoy-erozii> (date of reference: 01.05.2025).

About the author: **Albina A. Fedorovskaya** — PhD, Associate Professor, Associate Professor of the Department of "Urban Development and Construction"; **Don State Technical University (DSTU)**; 1 Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, Russian Federation; e-mail: bina-87@mail.ru.