

Научная статья

УДК 332.3+502.2/3/5+551.5+631.47+910.3+911.7/9

doi: 10.55186/25876740\_2024\_67\_1\_57

## ОРГАНИЗАЦИОННАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ С УЧЕТОМ СТРУКТУРНЫХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ЛАНДШАФТОВ, КЛИМАТА И РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА СРЕДНЕРУССКОЙ РАВНИНЫ В КОНТЕКСТЕ ТRENDA НА УГЛЕРОДНУЮ НЕЙТРАЛЬНОСТЬ

Д.Ю. Погибаев<sup>1</sup>, М.В. Ларионов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Государственный Университет по землеустройству, Москва, Россия

<sup>2</sup>Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ), Москва, Россия

**Аннотация.** В данной статье дана экологическая характеристика природопользования Орловской области в контексте структурных и экологических особенностей ландшафтов, климата, почв и растительного покрова Среднерусской равнины. В статье проанализированы основные типы ландшафтов региона, рассмотрены островные формы рельефа, дана климатическая характеристика региону. Рассмотрены и проанализированы виды почв, преобладающие в регионе. Исследование выявило ключевые проблемы в области природопользования в регионе. В результате были предложены варианты по декарбонизации земель в целях обеспечения устойчивого развития. В настоящее время вопросы устойчивого природопользования имеют особую актуальность, в том числе в контексте изменения климата. Анализ экологической характеристики регионов становится важным аспектом в части разработки эффективных стратегий по управлению природными ресурсами в регионах. На примере Орловской области предлагаем рассмотреть основные экологические характеристики в контексте природопользования.

**Ключевые слова:** экологическая характеристика, ландшафты, климат, погода, почвы, природопользование, сельскохозяйственное землепользование, углеродная нейтральность, депонирование углерода, Среднерусская равнина

Original article

## THE ORGANIZATIONAL AND ENVIRONMENTAL CHARACTERISTICS OF ENVIRONMENTAL MANAGEMENT, TAKING INTO ACCOUNT THE STRUCTURAL AND ECOLOGICAL FEATURES OF LANDSCAPES, CLIMATE AND VEGETATION COVER OF THE MIDDLE RUSSIAN PLAIN IN THE CONTEXT OF THE TREND TOWARDS CARBON NEUTRALITY

D.Yu. Pogibaev<sup>1</sup>, M.V. Larionov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>State University of Land Use Planning, Moscow, Russia

<sup>2</sup>Russian Biotechnological University (ROSBIOTECH), Moscow, Russia

**Abstract.** This article provides the ecological characterization of natural resource use in the Orel Oblast in the context of the structural and ecological features of landscapes, climate, soils and vegetation cover of the Middle Russian Plain. The article analyzes the main types of landscapes of the region, considers the island forms of relief, gives climatic characteristics of the region. Soil types prevailing in the region are considered and analyzed. The study identified key environmental management issues in the region. As the result, options for land decarbonization for sustainable development were proposed. Currently, the issues of sustainable nature management are of particular relevance, including in the context of climate change. The analysis of the ecological characteristics of the regions becomes an important aspect in terms of developing effective strategies for managing natural resources in the regions. Using the example of the Orel Oblast, we propose to consider the main environmental characteristics in the context of the nature management.

**Keywords:** environmental characteristics, landscapes, climate, weather, soils, environmental management, agricultural land use, carbon neutrality, carbon sequestration, the Middle Russian Plain

**Введение.** В настоящее время вопросы устойчивого природопользования имеют особую актуальность, в том числе в контексте изменения климата. Анализ экологической характеристики регионов становится важным аспектом в части разработки эффективных стратегий по управлению природными ресурсами в регионах. На примере Орловской области мы предлагаем рассмотреть основные организационные

и экологические характеристики в контексте современного природопользования при соответствующих ландшафтных и погодноклиматических параметрах Среднерусской возвышенной равнины.

Орловская область располагается в центре Среднерусской возвышенности европейской части России и занимает центральное положение в южной части собственно Русской равнины.

По данным на 2019 год площадь региона составляет 24,65 тыс. кв. километров [1], регион располагается в зоне перехода от серых лесных почв к черноземам.

Ландшафты региона являются равнинными. Здесь проходят две природные зоны: лесная (с подзонами смешанных лесов) и лесостепная (с подзонами северной и типичной лесостепи) (рис. 1).

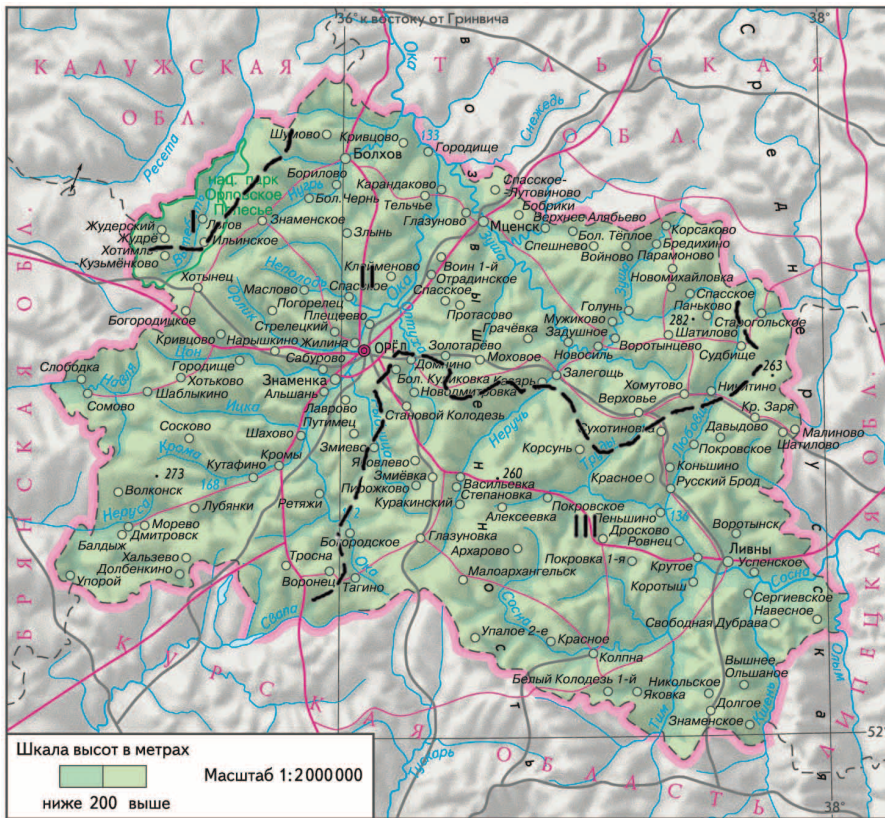


Рисунок 1. Ландшафты (природные зоны) Орловской области (составлено на основе источника [17]): I — хвойно-широколиственная природная зона; II — широколиственная природная зона; III — лесостепная природная зона

Figure 1. The landscapes (natural zones) of the Oryol Oblast [17]: I — coniferous-broad-leaved natural zone; II — broad-leaved natural zone; III — forest-steppe natural zone

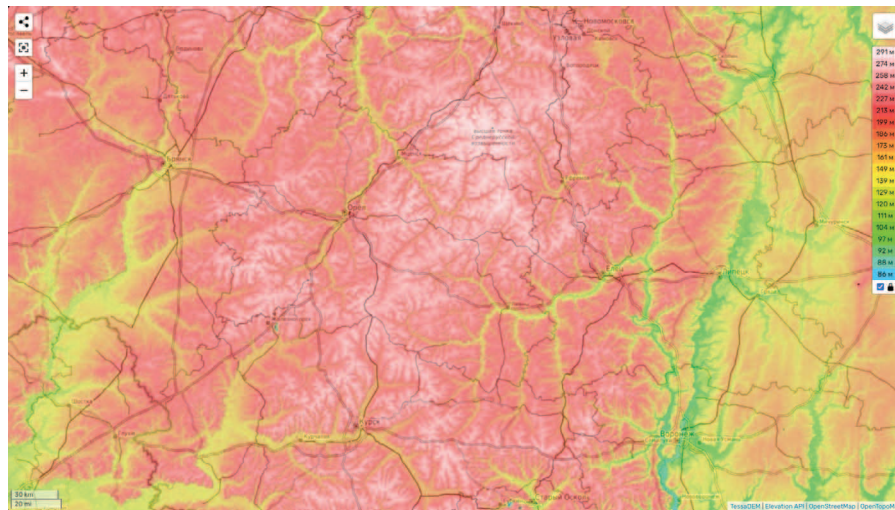


Рисунок 2. Топографическая карта Орловской области [18]  
Figure 2. The topographic map of the Orel Oblast [18]

На северо-западе области находится подзона смешанных лесов, занимающая небольшую территорию в границах Вытебетского физико-географического района [16]. Регион большей частью располагается в границах северной лесостепи, лишь маленькая часть на юго-востоке относится к лесостепи.

Орловская область располагается в границах Русской платформы и примыкает к северо-западной части Воронежской антиклизы. Геологическое строение представлено двумя структурными этапами — кристаллическим фундаментом, который представляет из себя дислоцированными и метаморфизованны-

ми породами архея и протерозоя, и осадочным чехлом, который представлен осадочными породами, которые в свою очередь делятся на ярусы: палеозойский и мезозойский.

Основные формы рельефа представлены речными долинами, водоразделами речных долин, балками и оврагами. Согласно топографическим данным [18], (рис. 2) средняя высота составляет 196 м, максимальные высоты составляют 282 м, минимальная высота 118 м.

Основная часть Орловской области располагается на пологохолмистой флювиальной равнине, короткая разделена долинно-балочной сетью. Самый контрастный рельеф востоке

и юго-востоке региона. В западной и северо-западной части региона в долинах рек Хотынецкого, Шаблыкинского и Знаменском районах особенностью является наличие мело-мергальных пород верхнемелового периода.

Климат в Орловской области умеренно-континентальный. Лето теплое. Зима умеренно холодная. Тем не менее, условия вполне пригодны для вегетации аборигенных видов растений при их хозяйственном использовании. Также погодно-климатические условия приемлемы для многих направлений сельскохозяйственного и лесохозяйственного растениеводства, для пригородного и городского озеленения.

Согласно данным открытого инфопортала «Погода и климат» [9]:

Средняя температура января в период с 2010 по 2023 составила -6,5°C. Среднеарифметическое значение температуры июля в период с 2010 по 2023 достигло 20,3°C.

Средняя годовая сумма осадков в период с 2010 по 2022гг. составила 637,3 мм.

Средняя продолжительность снежного покрова 125 дней, который устанавливается в начале декабря. Вегетационный период длится в среднем 175-185 дней.

В начале 20 века Иван Фрайберг в значительной степени охарактеризовал общие физико-географические условия Орловской области (на тот момент Орловской губернии) и выявил разнообразие почв и специфичное расположение в рамках региона [10].

Разнообразие почв представлено дерново-подзолистыми в западной части региона и чернозёмными на юго-востоке.

Данные таблицы характеризуют почвы Орловской области [15].

Согласно данным выше, можно сделать следующие выводы:

1. В западной части преобладают светло-серые, серые и темно-серые лесные почвы, охватывающие 85,8% от общей площади почв в данной зоне. Дерново-подзолистые почвы занимают небольшую долю — 5,7%.
2. В центральной части основными являются черноземы, оподзоленные и темно-серые лесные почвы, составляющие в совокупности 56,3% от общей площади почв в этой области. Серые лесные почвы также представлены в значительной степени (29,3%). Дерново-подзолистые почвы практически отсутствуют.
3. В юго-восточной части области преобладают черноземные почвы (оподзоленные, выщелоченные), охватывающие 75,5% от общей площади почв в этой зоне. Серые лесные почвы и темно-серые лесные почвы также представлены в значительной степени (29,1% и 18,3% соответственно).

Разнообразие почв связано с различными условиями их формирования. Разнообразный характер растительности играет ключевую роль в этом процессе, а различия в почвообразующих породах привели к многообразию почвенного покрова. Например, в западной части области встречаются светло-серые, серые и темно-серые лесные почвы, с небольшими участками дерново-подзолистых почв. В центральной части преобладают черноземы, оподзоленные и темно-серые лесные почвы. Юго-восточная зона характеризуется более равномерным покровом почв. Основным типом почв здесь являются чернозёмы, в том числе оподзоленные и выщелоченные [17].



Эрозия почв также является серьезной проблемой в регионе, поскольку интенсивные методы ведения сельского хозяйства и изменения в землепользовании приводят к деградации почв и снижению плодородия.

Приведем примеры. В Орловской области за период с 2000 г. по 2015 г. общая площадь земельных угодий сократилась на 1,7%, пашни на 1,6%. За период с 2010 г. по 2015 г., к примеру, в регионе увеличилась посевная площадь сельскохозяйственных культур. Она достигла существенной площади: 1212,6 тыс. га. Очевидно, это выше 12,6%, чем в 2010 г. Однако, ситуация с утратой плодородия почв [2] в регионе за последние годы продолжает оставаться острой хозяйственной и экологи-

ческой проблемой, показывающей на снижение стабилизационного потенциала земель, определенных для аграрного использования. Это желательно брать во внимание при планировании землепользования и управлении им, по планированию и обоснованию работ по мелиорации и рекультивации нарушенных и деградированных земель разных целевых групп.

В 2022 году площадь земель сельскохозяйственного назначения Орловской области составляла 1 млн 332,6 тыс. гектар и такие же показатели ожидаются в 2023 году.

Результаты обследования показали, что на территории Орловской области 17,24 тыс. га земель сельскохозяйственного назначения,

подверженных водной эрозии, в том числе по степени эродированности: слабосмытые — 13,62 тыс. га, среднесмытые — 3,28 тыс. га, сильносмытые — 0,34 тыс.га [3].

Исследования ФГБУ «Центральная научно-методическая ветеринарная лаборатория» в 2021 году показали следующие неблагоприятные в экологическом и ресурсном отношении моменты:

- снижение содержания органического вещества (гумуса) в пахотном горизонте на территории в 17,3 га;
- снижение содержания подвижного фосфора на территории в 12,1 га;
- снижение содержания обменного калия на территории в 16,9 га.

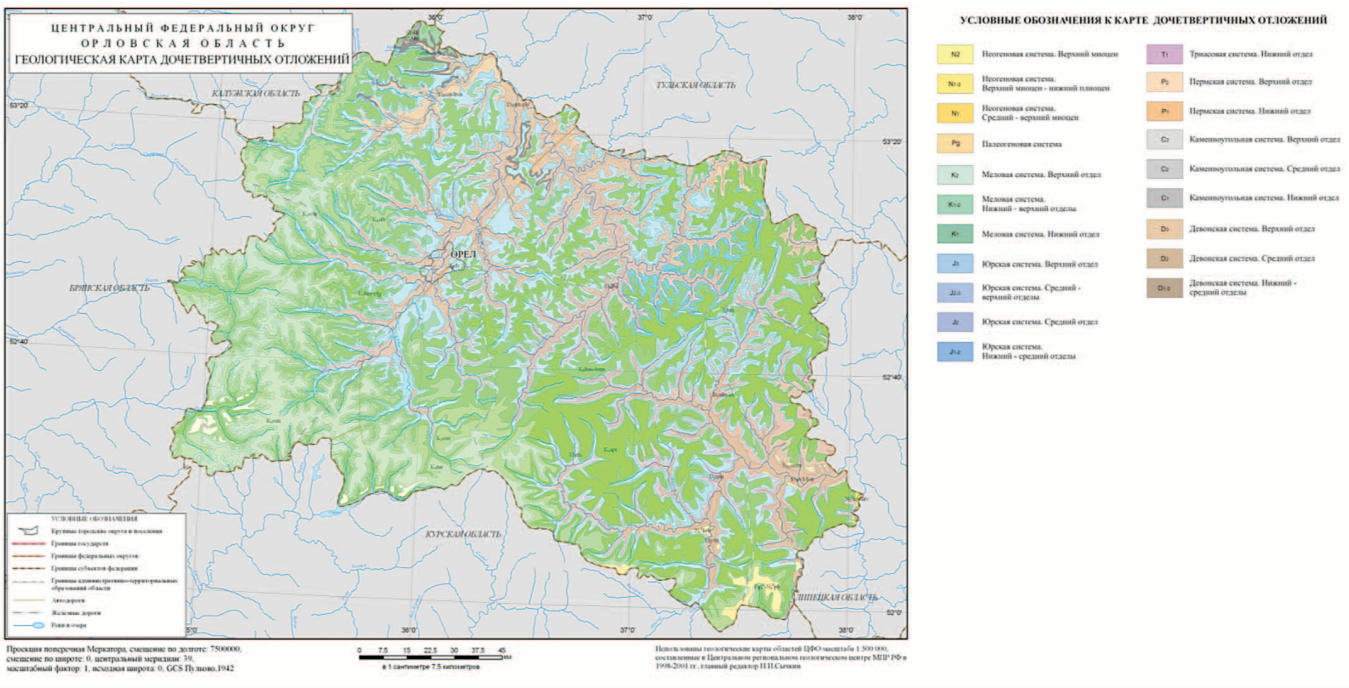


Рисунок 3. Карта геологических дочетвертичных отложений [4]  
Figure 3. The map of the geological pre-quaternary deposits [4]

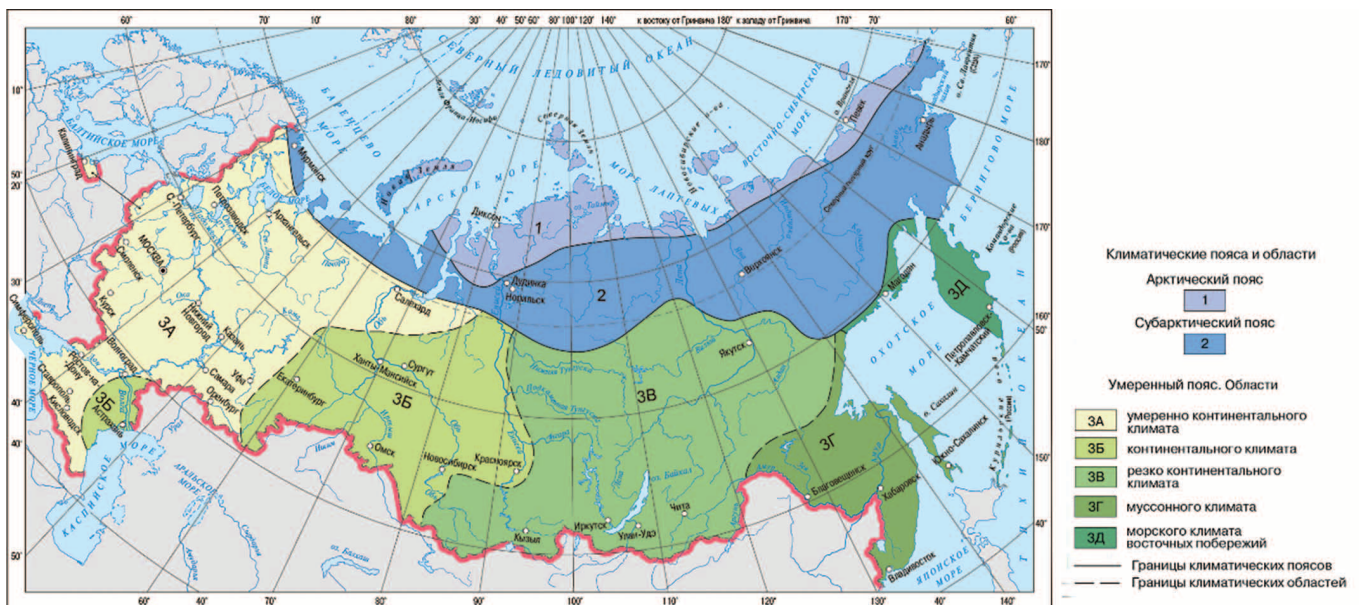


Рисунок 4. Климатическая карта России [4]  
Figure 4. The climate map of Russian [4]



2010	-14.9	-6.2	-1.7	8.6	17.1	21.0	25.5	23.7	13.7	4.3	5.1	-5.0	7.6
2011	-7.6	-11.7	-3.7	6.9	15.6	19.4	22.1	18.2	12.6	6.1	-0.4	-0.1	6.5
2012	-6.1	-11.6	-2.4	9.6	16.8	17.7	21.4	18.7	13.8	7.9	2.3	-7.5	6.7
2013	-7.7	-3.9	-5.3	7.7	17.9	19.8	18.7	18.9	10.6	6.9	4.5	-2.4	7.1
2014	-8.8	-3.0	2.8	8.0	16.9	16.3	20.9	19.9	12.9	4.6	-0.9	-3.9	7.1
2015	-3.9	-3.1	2.3	6.7	15.1	18.4	19.2	18.7	15.6	4.1	1.6	0.1	7.9
2016	-9.2	-0.5	1.0	9.1	14.3	18.1	20.9	19.9	11.9	5.1	-1.7	-4.8	7.0
2017	-6.6	-5.0	3.1	7.7	12.7	15.8	18.2	19.8	13.7	5.6	0.4	0.7	7.2
2018	-4.7	-8.2	-5.8	8.4	17.0	18.0	20.5	19.8	16.0	7.3	-1.7	-5.1	6.8
2019	-6.8	-2.0	0.8	8.7	16.2	20.7	17.3	17.2	12.8	9.1	1.8	0.3	8.0
2020	-0.5	-0.7	4.4	6.3	11.2	20.0	19.2	17.6	15.3	10.4	1.6	-3.8	8.4
2021	-5.0	-9.9	-1.3	6.9	13.9	19.8	22.3	20.5	10.4	5.9	2.7	-4.7	6.8
2022	-5.1	-1.5	-1.3	6.4	11.5	19.0	19.1	21.8	9.9	7.6	0.5	-2.9	7.1
2023	-4.3	-4.0	2.3	10.3	12.9	17.1	19.2	20.3	15.3	6.7	999.9	999.9	999.9

Рисунок 5. Климат Орловской области [9]  
Figure 5. The climate of the Orel Oblast [9]

2010	39	40	23	25	43	32	20	25	62	44	48	132	532
2011	46	26	13	26	28	65	143	130	43	40	26	77	662
2012	70	34	39	56	16	94	59	71	28	96	47	63	673
2013	49	37	80	27	64	68	50	34	111	21	33	19	593
2014	52	21	17	33	95	53	20	15	41	26	7	43	423
2015	40	30	41	54	74	36	70	8	68	12	89	25	545
2016	87	58	69	76	64	67	129	105	21	46	84	42	847
2017	45	31	35	8	56	61	145	88	17	66	41	111	703
2018	36	43	54	32	32	16	111	16	41	49	7	83	521
2019	46	39	51	23	106	159	87	38	43	32	38	30	692
2020	35	54	22	18	74	75	122	16	35	32	53	27	563
2021	71	55	16	46	74	41	51	51	131	13	55	55	657
2022	86	25	19	174	52	52	64	34	111	86	43	128	874
2023	27	35	61	27	17	56	77	45	0	115	-999	-999	-999

Рисунок 6. Осадки в Орловской области [9]  
Figure 6. The precipitation of the Orel Oblast [9]

Таблица 1. Почвы Орловской области [15]  
Table 1. The soils of the Orel Oblast [15]

	Природно-экономические зоны					
	Западная		Центральная		Юго-восточная	
Типы почв	тыс. га	%	тыс. га	%	тыс. га	%
Дерново-подзолистые	21,7	5,7	3,6	0,6	0,2	-
Светло-серые лесные	70,6	18,5	40,2	6,5	1,2	0,2
Серые лесные	159,9	41,9	182,1	29,3	25,8	3,9
Тёмно-серые лесные	93,6	24,6	181,3	29,1	120,6	18,3
Чернозёмы оподзоленные	16,2	4,2	172,1	27,7	304,4	46,3
Чернозёмы выщелоченные	0,8	0,2	21,1	3,2	191,4	29,1
Чернозёмы влажно-луговые	11,5	3	12,2	2	8,3	1,3
Прочие	7,1	1,9	10,4	1,6	6,2	0,9

Отдельно стоит рассмотреть возможные варианты декарбонизации земель, поскольку в настоящее время сильный рост концентрации CO<sup>2</sup> и других парниковых газов является острой проблемой последних лет, т.к. увеличение концентрации парниковых газов вносит вклад в создание парникового эффекта.

Орловскую область можно отнести к регионам с преимущественно аграрной зависимостью декарбонизации экономики [12].

В структуре ВРП Орловской области сельскохозяйственный сектор занимает почти 20%. По состоянию на 2019 год в структуре ВРП Орловской области преобладает сельское хозяйство — 19,2%, далее обрабатывающее производство — 14,7%, торговля занимает 13,4% [15].

Согласно данным, сельское хозяйство является лидирующей отраслью по состоянию на

2019 год составляет 19,2% в ВРП. В 2021 году в регионе действовало 160 сельхозпредприятий.

Декарбонизация землепользования представляет собой процесс снижения выбросов углерода в атмосферу Земли. Существуют разные методы, и некоторые из них мы рассмотрим.

1. Агрофорестрия.

Агрофорестрия представляет собой сочетание возделывания культур сельского хозяйства и посадку деревьев и кустарников, т.е. когда на сельскохозяйственных участках осуществляется лесоразведение [21], в том числе для повышения биозащитной — биоэкокаркасной — по отношению к почвам и сельскохозяйственным угодьям роли древесно-кустарниковых посадок. Сельскохозяйственное, природное и городское лесоразведение призвано решать, как задачи мелиоративного комплекса, но

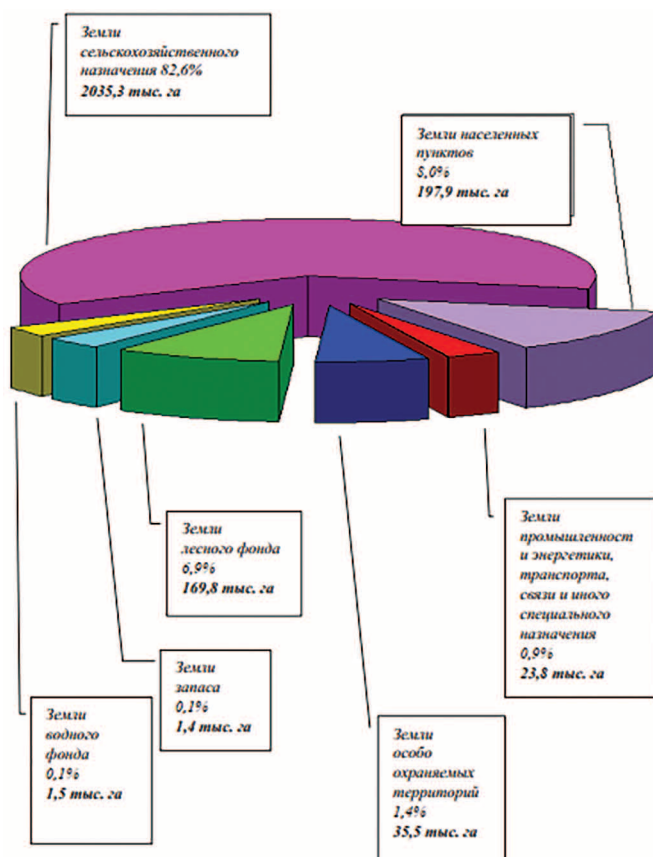


Рисунок 7. Почвы и земельные ресурсы Орловской области [15]  
Figure 7. The soils and land resources of the Orel Oblast [15]

и обеспечение перманентной функции экологической инфраструктуры посредством управляемых экотонных и экологических задачи.

2. Углеродная минерализация (минерализация углерода).

Углеродная минерализация представляет собой процесс удаления углекислого газа из атмосферы и поступление его в почву [20]. Дioxid углерода, один из важнейших «парниковых газов», затем вовлекается в экологически благоприятные и при этом хозяйственно необходимые биогеохимические циклы растений и почв. Здесь также заключен природосберегающий и ресурсовосстанавливающий эффекты, в том числе посредством научно обоснованного управления биоэкологическим и хозяйственным функционалом культурных фитоценозов и ландшафтных комплексов.

3. Повышение содержания органического вещества в почве.

Применение приемов биологизации и методов органического земледелия, таких как зеленое удобрение и компостирование, способствует увеличению содержания органических веществ в почве. Это благоприятно сказывается на удержании углерода в почвах [22], повышает урожайность сельскохозяйственных культур, улучшает агрофизические и агрохимические свойства почв, обеспечивает среду для почвенной фауны и микрофлоры. Последние в итоге создают условия для почвообразования, обогащения почв органическими веществами, для минерализации отмершей органики. То есть приемы биологизации обеспечивают редуцентную функцию почвенных организмов и,



следовательно, усиливают ресурсный потенциал почв и соответствующих агрофитоценозов на принципе природоподобного рационального землепользования.

4. Ориентиры и приемы экологически устойчивого, в том числе биологизированного, земледелия, обеспечивающие депонирование углерода и накопление питательных веществ в почвах и повышающих биопродуктивность культурных и естественных фитоценозов.

5. Использование методов экологически устойчивого земледелия, таких как непахотное возделывание, севообороты и использование определенных сортов сельскохозяйственных культур, способствует сохранению и дополнительному депонированию углерода в почвах [23], усилению толерантности к лимитирующим природным антропогенным экологическим факторам и также повышению урожайности сельскохозяйственных и лесохозяйственных культур с трендом на рост депонирования углерода в надземной и подземной биомассе самих культивируемых растений.

6. Использование современных методов мониторинга и прогноза состояния почвенных и биологических ресурсов, методов оценки эколого-гигиенического качества окружающей

среды и состояния экологических каркасов на разных категориях земель.

7. Экосистемный подход в территориальном природопользовании, с учетом ведущих трендов в изменениях ландшафтных комплексов, погоды и глобальной трансформации климата, почвенно-экологических процессов, биогеохимических и энергетических потоков в компонентах экологических систем.

8. Оценка экосистемной и ландшафтно-стабилизирующей значимости роли экотонных сообществ между антропогенно-хозяйственными и природными комплексами на фоне вариабельности, нестабильности и агрессивности антропогенных и природных факторов.

9. Обобщение и использование передового опыта оценок и моделирования природных и экологических процессов в агроландшафтах, агрофитоценозах и почвах для выработки наиболее рациональных стратегий природопользования, обеспечивающих сохранение и воспроизводство потребляемых ресурсов, в том числе с трендом на углеродную нейтральность и с учетом отечественных ориентиров в «зеленой повестке» (без политагджированности, но с хозяйственной целесообразностью).

10. В лесном хозяйстве, в городском хозяйстве (озеленении и благоустройстве), в мелиоративных комплексах, в природосберегающих технологиях использование видов и сортов растений в сельском хозяйстве с более широкими экологическими валентностями к лимитирующим антропогенным и природным экологическим факторам для обеспечения их биологической устойчивости, в том числе с учетом повышения уровней техногенного давления и трансформаций погодно-климатических условий.

Данные установки, ориентиры, методы и приемы наиболее всего будут эффективны в комплексных стратегиях по депонированию углерода в почвах и в фитомассе природных и культурных фитоценозов, в том числе на экосистемной основе как одним из важнейших природоподобных инструментов рационального ресурсопотребления и ресурсовоспроизведения. При этом стоит отметить, что важно учитывать природно-географические, хозяйственно-экономические и экологические особенности региона.

Несмотря на эти экологические проблемы, предпринимаются усилия по их решению и улучшению экологического состояния Орловской области. В последние годы местное правительство реализовало несколько экологических программ и инициатив, направленных на снижение загрязнения воздуха и воды, продвижение методов устойчивого землепользования и защиту биоразнообразия региона.

Например, в 2019 году в Орловской области принят региональный план охраны окружающей среды и природопользования. План включает такие меры, как создание охраняемых территорий, продвижение устойчивых методов ведения сельского хозяйства и развитие альтернативных источников энергии [7]. При этом уже к концу 2023 года в Орловской области планируется ввести в эксплуатацию две солнечные электростанции.

**Заключение**

Анализ экологического состояния Орловской области позволил более детально рассмотреть особенности региона в области рельефа, климата, почв, что позволит в дальнейшем проводить более глубокие исследования по каждому из направлений. Анализ климата и основных видов почв позволил получить информацию о природных условиях осуществления хозяйственной деятельности в регионе.

В области природопользования были выявлены проблемы, которые еще предстоит решить региону для устойчивого эколого-хозяйственного развития, с учетом антропогенно меняющихся ландшафтов, почв и при глобальных трансформациях климата. В том числе были предложены варианты по декарбонизации земель. Депонирование углерода в почвах и фитомассе растительности на Среднерусской равнине возможно при внедрении экосистемного принципа в растениеводстве и, в целом, в природопользовании. Большое значение принадлежит подбору видов и сортов растений не только с требуемыми хозяйственными свойствами, но и с необходимыми биоэкологическими характеристиками, позволяющими реализовать естественный потенциал устойчивости и биопродуктивности при лимитирующем и агрессивном действии антропогенных и природных условий среды. Только в совокупности предусмотренных ограничивающих средовых условий и потенциальных

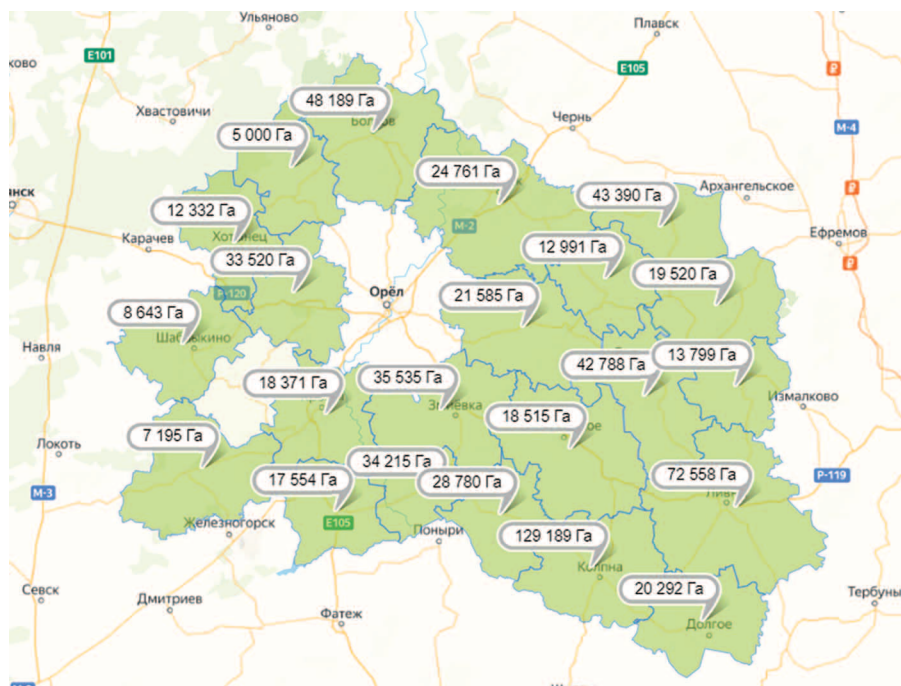


Рисунок 8. Посевная площадь сельхозугодий в Орловской области [13]  
Figure 8. The sown area of the agricultural land in the Orel Oblast [13]

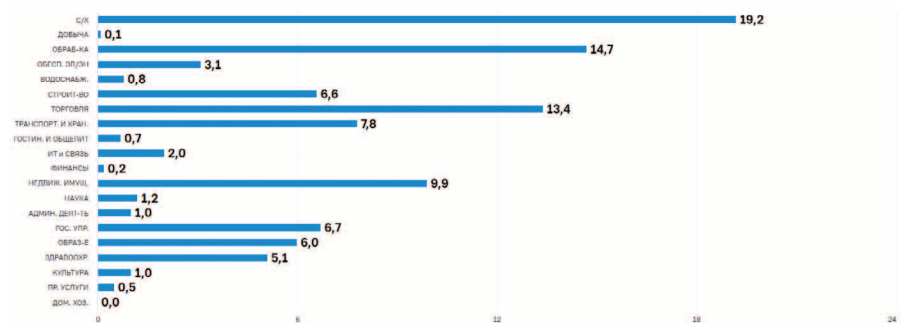


Рисунок 9. Структура ВРП Орловской области [8]  
Figure 9. Structure of the gross regional product of the Orel Oblast [8]



возможностей ландшафтов, агроэкосистем и природных комплексов можно двигаться в направлении рационального использования ресурсов с учетом проектных, технологических, гигиенических и экологических требований в соответствующих реализуемых и перспективных народно-хозяйственных кластерах.

#### Список источников

1. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2019 году <http://rosreestr.gov.ru/upload/Doc/16-zpr/Gosdoklad%20%20za%202019%20год.pdf>
2. Гуляева Т.И. Вестник аграрной науки / К вопросу о землепользовании в Орловской области.
3. Иванеха Т.Л. Состояние почв в хозяйствах Орловской области и меры государственной поддержки плодородия почв / Т. Л. Иванеха, Н. А. Студенников // Вестник сельского развития и социальной политики. 2017. № 4(16). С. 40-43. EDN ZWDPXB.
4. Карта база-знаний [Электронный ресурс] <http://hgepro.ru/mapgis/index.html> (Дата обращения 11.11.23)
5. Леса Российской Федерации: Статистический ежегодник Рослесхоз, 2020.
6. Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации. (2020). Охрана окружающей среды в России в 2019 г. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.mnr.gov.ru/> (Дата обращения 10.11.23)
7. Об утверждении государственной программы Орловской области «Охрана окружающей среды, рациональное использование природных ресурсов и экологическая безопасность Орловской области» [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/561499969> (Дата обращения 10.11.23)
8. Отделение Банка России по Орловской области [Электронный ресурс]. URL: <http://cbr.ru/> (дата обращения 17.10.2023)
9. Портал «Погода и климат» [Электронный ресурс] <http://www.pogodaiklimat.ru/history/27906.htm> (Дата обращения 13.11.23)
10. Почвы водосбора верхнего течения р. Оки в пределах Орловской губернии (уезды Болхов, Мцен. и Орл.): отчет Орловскому губ. земству / сост. И.К. Фрейберг. Орел: типо-лит. Е.А. Турчаниновой, 1908. [4], VI, 298 с., 4 л. карт, табл. (Материалы к оценке земель Орловской губернии.)
11. Региональный план охраны окружающей среды и природопользования в Орловской области / Правительство Орловской области, 2019 г.
12. Сафуллин Р.Г. типология регионов россии по степени зависимости от процесса глобальной декарбонизации экономики // Успехи современного естествознания. — 2021. — № 11. — С. 126-131; URL: <http://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=37723> (дата обращения: 26.11.2023).
13. Сельхозпортал [Электронный ресурс] [http://сельхозпортал.рф/analiz-posevnyh-ploshhadej/?region\\_id=2247](http://сельхозпортал.рф/analiz-posevnyh-ploshhadej/?region_id=2247) (Дата обращения 08.11.23)
14. Стратегия социально-экономического развития Орловской области до 2035 [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/550304579> (Дата обращения 10.11.23)
15. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Орловской области

#### Информация об авторах:

**Погibaев Дмитрий Юрьевич**, аспирант кафедры цифрового земледелия и ландшафтной архитектуры, Государственный Университет по землеустройству, [pogibaev.dmitry@yandex.ru](mailto:pogibaev.dmitry@yandex.ru)  
**Ларионов Максим Викторович**, доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры биоэкологии и биологической безопасности, Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ), ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0834-2462>, Scopus ID: 57191472790, Researcher ID: N-8885-2016, [m.larionow2014@yandex.ru](mailto:m.larionow2014@yandex.ru)

#### Information about the authors:

**Dmitry Yu. Pogibaev**, graduate student of the department of digital agriculture and landscape architecture, State University of Land Use Planning, [pogibaev.dmitry@yandex.ru](mailto:pogibaev.dmitry@yandex.ru)  
**Maxim V. Larionov**, doctor of biological sciences, associate professor, professor of the department of bioecology and biological safety, Russian Biotechnological University (ROSBIOTECH), ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0834-2462>, Scopus ID: 57191472790, Researcher ID: N-8885-2016, [m.larionow2014@yandex.ru](mailto:m.larionow2014@yandex.ru)

[Электронный ресурс]. URL: <http://orel.gks.ru/> (дата обращения 16.010.2023)

16. Тимошенко Н.В. Ландшафты территории национального парка «Орловское Полесье» // Изучение и сохранение экосистем национального парка «Орловское Полесье». Орел, 2007. С. 21 — 28

17. Тимошенко Н.В. Современная ландшафтная структура Орловской области. За страницами учебника географии Орловской области. М., Изд-во Московского университета, 2004.

18. Топографическая карта Орёл [Электронный ресурс] <http://ru-ru.topographic-map.com/map-ljbtzs/Op%20%20center=52.70568%2C37.12187&zoom=8&base=2&lock=8%2C86%2C291> (Дата обращения 16.11.23)

19. Экологическое состояние Российской Федерации в 2019 году: Годовой отчет Минприроды России, 2020.

20. Biochar for environmental management : science and technology / edited by Johannes Lehmann and Stephen Joseph. p. cm. Includes bibliographical references and index.

21. Citation for published version (APA): Smith, P., Bustamante, M., Ahammad, H., Clark, H., Dong, H., Elsidig, E. A., Haberl, H., Harper, R., House, J., Jafari, M., Masera, O., Mbow, C., Ravindranath, N. H., Rice, C. W., Abad, C. R., Romanovskaya, A., Sperling, F., Tubiello, F. N., & Bolwig, S. (2014). Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU). In Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (pp. 811-922). Cambridge University Press.

22. Soil carbon sequestration to mitigate climate change and food insecurity Pradeep Kumar, Sandeep Kumar, S. K. Kakraliya and C. K. Jangi Department of Agronomy, CCS Haryana Agricultural University, Hisar, Haryana

23. Soil Organic Carbon Sequestration Rates by Tillage and Crop Rotation: A Global Data Analysis Tristram O. West and Wilfred M. Post / Soil Science Society of America Journal / 2002.

#### References

1. State (national) report on the state and use of land in the Russian Federation in 2019 <http://rosreestr.gov.ru/upload/Doc/16-zpr/Gosdoklad%20%20za%202019%20год.pdf>
2. Gulyaeva T.I. *Vestnik agrarnoi nauki*. To the question about land use in Orlovsk oblast
3. Ivanekha T.L. (2017). Soil condition in farms of the Oryol region and measures of state support of soil fertility. *Bulletin of Rural Development and Social Policy*, no. 4(16), pp. C. 40-43. EDN ZWDPXB.
4. Map base-knowledge [Electronic resource] <http://hgepro.ru/mapgis/index.html> (Date of address 11.11.23)
5. Forests of the Russian Federation: Statistical Yearbook Rosleskhaz, 2020.
6. Ministry of Natural Resources and Ecology of the Russian Federation. (2020). Environmental protection in Russia in 2019. [Electronic resource]. URL: <http://www.mnr.gov.ru/> (Date of circulation 10.11.23)
7. On approval of the state program of the Oryol region «Environmental protection, rational use of natural resources and environmental safety of the Oryol region» [Electronic resource]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/561499969> (Date of circulation 10.11.23)
8. Branch of the Bank of Russia in the Orel Region [Electronic resource]. URL: <http://cbr.ru/> (Date of address 17.10.2023)
9. Portal «Weather and Climate» [Electronic resource] <http://www.pogodaiklimat.ru/history/27906.htm> (Date of address 13.11.23)
10. Soils of the catchment area of the upper reaches of the Oka river within the Orel province (Bolkhov, Mtsen and Orel counties): a report to the Orel province zemstvo (1908), compiled by I.K. Freiberg. I.K. Freiberg, Orel, typo-lit. E.A. Turchaninova, VI, 298 p., 4 l. maps, tabl. (Materials for the evaluation of the lands of the Orel province).
11. Regional plan for environmental protection and nature management in the Orel region (2019). Government of the Orel region.
12. Safullin R.G.(2021). Typology of Russian regions by degree of dependence on the process of global decarbonization of the economy. *Uspekhi sovremennoy nauknostvosti*, no. 11, pp. 126-131. URL: <http://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=37723> (date of address: 26.11.2023).
13. *Selkhozportal* [Electronic resource] [http://сельхозпортал.рф/analiz-posevnyh-ploshhadej/?region\\_id=2247](http://сельхозпортал.рф/analiz-posevnyh-ploshhadej/?region_id=2247) (Date of address 08.11.23)
14. Strategy of socio-economic development of the Oryol region until 2035 [Electronic resource]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/550304579> (Date of address 10.11.23)
15. Territorial body of the Federal State Statistics Service for the Orel region [Electronic resource]. URL: <http://orel.gks.ru/> (Date of address 16.010.2023)
16. Timoshenko N.V. (2007). Landscapes of the territory of the national park «Orlovskoe Polesie». Study and conservation of ecosystems of the national park «Orlovskoe Polesie», Orel, pp. 21-28
17. Timoshenko N.V. (2004). Modern landscape structure of the Orel region. Behind the pages of the geography textbook of the Orel region, Moscow, Moscow University Publishing House.
18. Topographic map of Oryol [Electronic resource] <http://ru-ru.topographic-map.com/map-ljbtzs/Op%20%20center=52.70568%2C37.12187&zoom=8&base=2&lock=8%2C86%2C291> (Date of circulation 16.11.23)
19. Ecological state of the Russian Federation in 2019: Annual report of the Ministry of Natural Resources and Environment of Russia (2020).
20. Biochar for environmental management: science and technology, edited by Johannes Lehmann and Stephen Joseph. p. cm. Includes bibliographical references and index.
21. Citation for published version (APA): Smith, P., Bustamante, M., Ahammad, H., Clark, H., Dong, H., Elsidig, E. A., Haberl, H., Harper, R., House, J., Jafari, M., Masera, O., Mbow, C., Ravindranath, N. H., Rice, C. W., Abad, C. R., Romanovskaya, A., Sperling, F., Tubiello, F. N., & Bolwig, S. (2014). Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU). In Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (pp. 811-922). Cambridge University Press.
22. P. Kumar, S. Kumar, S. K. Kakraliya and C. K. Jangi (2008) Soil carbon sequestration to mitigate climate change and food insecurity Department of Agronomy, CCS Haryana Agricultural University, Hisar, Haryana.
23. O. West and Wilfred M. Post. (2002) Soil Organic Carbon Sequestration Rates by Tillage and Crop Rotation: A Global Data Analysis Tristram Post / Soil Science Society of America Journal.