

УДК: 528.46

DOI: 10.35595/2414-9179-2022-2-28-773-784

А.А. Тубалов¹

КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ЗАЩИТНОЙ ЛЕСИСТОСТИ ТЕРРИТОРИЙ И ОЦЕНКА ЕЕ ОПТИМАЛЬНОСТИ

АННОТАЦИЯ

Защитные лесные насаждения являются неотъемлемой частью агролесоландшафтов, которые выполняют функции экологического каркаса и способствуют обеспечению расширенного воспроизводства почвенного плодородия. Актуальной является проблема оценки защитной лесистости территорий. Решение данного вопроса позволяет определить потребность, очередность и объемы лесомелиоративных работ. Проблематика картографирования и оценки защитной лесистости территорий тесным образом связана с задачами по выявлению оптимальной лесистости местности и обоснованию подходов к выделению пространственно-территориальных комплексов. Границы выделяемых контуров напрямую влияют на значения удельных показателей, являющихся основой градаций потребности лесомелиоративных работ. Проведенные исследования демонстрируют возможности применения программного комплекса QGIS с целью оценки защитной лесистости территории. Дешифрирование и создание картографической модели защитных лесных насаждений исследуемой местности осуществлено по космическим снимкам QuickBird. Оценка произведена на основе расчета удельных показателей в рамках границ ландшафтов для территории Иловлинского района Волгоградской области. В качестве эталона для сравнения исследуемых показателей были применены показатели защитной лесистости опытного хозяйства «Качалино». Применение ландшафтно-типологического подхода к выделению территориальных комплексов позволило более дифференцированно подойти к вопросу оценки защитной лесистости территорий, чем при использовании административных границ. В результате данного исследования выявлены ландшафтные районы, защитная лесистость которых близка к нормативной, а также те территории, которые нуждаются в проведении агролесомелиоративных мероприятий. Осуществленные картографические работы, выполненные в программном комплексе QGIS, подтверждают его эффективность и позволяют рекомендовать его применение в агролесомелиоративных исследованиях, связанных с параллельным применением различных подходов к выделению территориальных зон.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: картографическая модель, защитная лесистость, оптимальная лесистость, QGIS

¹ Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук (ФНЦ Агроэкологии РАН), Университетский проспект, 97, 400062, Волгоград, Россия; e-mail: tubalovlexa1@rambler.ru

Alexey A. Tubalov¹

MAPPING OF PROTECTIVE FOREST COVERAGE OF TERRITORIES AND ASSESSMENT OF ITS OPTIMALITY

ABSTRACT

Protective forest plantations are an integral part of agroforestry landscapes that serve as an ecological frame and contribute to the expanded reproduction of soil fertility. The problem of assessing the actual protective forest cover of territories is relevant. The solution of this issue allows you to identify the need, sequence and volume of forest reclamation work. The problem of mapping and assessing the protective forest cover of territories is closely related to the tasks of identifying the optimal forest cover of territories and substantiating approaches to the allocation of spatial-territorial complexes. The boundaries of the identified contours directly affect the values of specific indicators, which are the basis for the gradation of the need for forest reclamation work. The conducted studies demonstrate the possibilities of using the QGIS software package for the purpose of assessing the protective forest cover of the territory. The interpretation and creation of a cartographic model of protective forest plantations of the study area was carried out using QuickBird satellite images. The assessment was made on the basis of the calculation of specific indicators within the boundaries of landscapes for the territory of the Ilovlinisky District of the Volgograd region. As a standard for comparing the studied indicators, indicators of the protective forest cover of the “Kachalino” pilot farm were used. The application of the landscape-typological approach to the identification of territorial complexes made it possible to approach the issue of assessing the protective forest cover of territories in a more differentiated way than when using administrative boundaries. As a result of the study, landscape areas were identified, the protective forest cover of which is close to the normative, as well as those areas that need agroforestry measures. Cartographic work carried out in the QGIS software package confirms its effectiveness and allows us to recommend its use in agroforestry research related to the parallel application of various approaches to the allocation of territorial complexes.

KEYWORDS: cartographic model, protective forest cover, optimal forest cover, QGIS

ВВЕДЕНИЕ

Оценка достаточности ранее проведенных лесомелиоративных работ является важной задачей агролесомелиоративных исследований [Кулик и др., 2012; Кулик и др., 2016]. Фиксирование объемов выполненных мелиоративных работ является ключом к проведению типизации и районированию территории в зависимости от степени оптимизированности взаимоотношений между природными и антропогенными компонентами ландшафта [Глушко и др., 1988]. Данная оценка также важна для выявления потребности, приоритетности и объемов лесомелиоративных работ в будущем.

Современные способы и подходы к оценке пространственных объектов основываются на применении дистанционных методов и геоинформационных технологий. ГИС-технологии активно применяются как в управлении сельским хозяйством [Marshet, 2019], так и в исследовании деградационных процессов [Setyawan et al., 2017]. Данные

¹ Federal Scientific Center of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences (FSC of Agroecology RAS), Universitetskiy ave., 97, 400062, Volgograd, Russia; e-mail: tubalovlexa1@rambler.ru

компьютерные технологии являются важным инструментом агролесомелиоративных исследований [Кулик и др., 2017].

Составными частями проблемы картографирования и оценки защитных лесных насаждений являются вопросы теоретических представлений об оптимальной лесистости территорий и вопрос применения различных подходов к выделению пространственно-территориальных комплексов.

К настоящему времени по теме оптимальной лесистости территорий накопилось множество мнений. Данный вопрос нуждается в некотором обобщении.

Применяемые в исследованиях единицы территориального деления напрямую влияют на расчет удельных показателей, характеризующих фактическое состояние защитной лесистости территории. Развитие геоинформационных средств расширяет возможности проведения необходимых исследований и позволяет параллельно применять разные подходы к территориальному делению в рамках одного исследования.

Целью проводимых исследований являлось картографирование и оценка защитной лесистости объекта исследований. Достижение поставленной цели потребовало решения следующих основных задач: систематизации теоретических представлений о нормах оптимальной лесистости территорий; создания картографической модели защитных лесных насаждений исследуемой территории; воссоздания в векторной форме границ административных и ландшафтных районов Волгоградской области; расчет показателей защитной лесистости территорий с использованием инструментов программного комплекса QGIS и их оценка.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом исследований является территория Иловлинского района Волгоградской области. Агролесоландшафты данного административного района являются типичными для сухостепной зоны Юга РФ.

Почвенный покров в основном представлен каштановым и темно-каштановым типами почв. Почвы маломощные, сформированы в основном на средних и легких суглинках. Заметную роль в почвенных комплексах играют засоленные почвы – солонцы.

Исследуемая территория относится к центральному степному и юго-западному степному агроклиматическим районам [Брылев и др., 1993]. Основные показатели тепла и влагообеспеченности там следующие: сумма активных температур составляет 2900...3200 °С; гидротермический коэффициент равен 0.6–0.7; средняя температура в июле поднимается до 22.0...23.7 °С, в январе падает до –8...–11.6 °С; осадки теплого периода достигают отметки 200–276 мм; безморозный период составляет 170–175 дней, средняя высота снежного покрова – 9–16 см [Волгоградская..., 2011].

Растительный покров представлен разнотравно-типчаково-ковыльными ассоциациями, а также пойменными и байрачными лесами. Байрачные леса в основном распространены по правобережью р. Дон.

Методика проводимых исследований основана на применении данных дистанционных исследований и геоинформационных средств картографирования [Кулик и др., 2003; Кулик и др., 2007; Кулик и др., 2009].

В ходе исследований, связанных с выявлением норм оптимальной лесистости территорий, разные авторы используют разнообразные термины. Данное исследование было проведено на основе определения параметра защитной лесистости территории. Определяется защитная лесистость территории через отношение площади всех видов защитных лесных насаждений к площади исследуемой территории [Энциклопедия..., 2004].

Оценка защитной лесистости местности осуществлялась на основе сравнения лесистости исследуемой территории с защитной лесистостью эталона. В качестве эталона была принята защитная лесистость территории опытного хозяйства «Качалино». Система лесных полос данного хозяйства создавалась с 1985 по 1992 гг. Защитные лесные полосы закладывались, исходя из действующих нормативов и рекомендаций по созданию лесных полос [Павловский и др., 1981; Справочник..., 1984; Барабанов и др., 2002].

В качестве методов пространственно-территориального деления территории были выбраны два основных подхода: административный и ландшафтный. Оригинальная модель ландшафтно-типологического районирования территории Волгоградской области и принципы ее построения изложены в монографии академика А.С. Рулева «Ландшафтно-географический подход в агролесомелиорации» [Рулев, 2007].

Основным программным комплексом, примененным в ходе исследования, является пакет прикладных программ QGIS [Вагизов и др., 2020].

Дешифрирование лесных полос осуществлялось по разновременным мозаикам космических снимков высокого разрешения, позволяющим выполнять обрисовку в масштабах 1:20000–1:40000. Период проведения съемки – 2013–2017 гг.

При создании картографической модели ландшафтно-типологического зонирования для контроля точности выделяемых границ ландшафтных районов применялась цифровая модель местности, полученная на основе высотных данных SRTM.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В табл. 1 представлено перечисление наиболее распространенных точек зрения на вопрос об оптимальной лесистости территорий.

Табл. 1. Подходы к определению оптимальной лесистости территорий

Table 1. Approaches to determining the optimal forest cover of territories

№	[Авторы, год], Научное учреждение	Показатели оптимальной лесистости
1	[Молчанов, 1966], Академия наук, лаборатория лесоведения	Слабо всхолмленная территория – 5–10 %; средне и сильновсхолмленные территории – 12–20 %; 25–30 % водоохранная
2	[Павловский, 1988], ВНИАЛМИ	Лесистость пашни: 2.5–4 % в равнинных условиях; 10–12 % в районах с пересеченным рельефом
3	[Ананьев и др., 1988], УкрНИИ лесного хозяйства и агролесомелиорации	Водоохранная лесистость: степная зона – 16–19 %; лесостепная – 19–23 %
4	[Паулюкявичюс, 1989], Академия наук Литовской ССР	Лесистость, необходимая для экологической стабильности ландшафтов: холмистые равнины – 25–40 %; равнины – 10–30 %; площади с оловыми отложениями – больше 40 %
5	[Парамонов и др., 2003], Алтайский университет	Доля ЗЛН от площади пашни: минимум – 4–5 %; оптимум – 7–10 %. Доля лесных площадей: минимум – 10–15 %; оптимум – 15–20 %

6	[Калиниченко и др., 1986], ВНИИЛМ, ВНИАЛМИ	Противоэрозионная облесенность водосборов – от 3.69 до 16.8 %; осредненная – 10.34 % (стокорегулирующие – 1.5 %; приовражные и прибалочные – 1.46 %; на овражно-балочной сети – 6.98; на коренных и русловых берегах малых рек – 0.4 %)
7	[Лопырев, 1999], Воронежский государствен- ный аграрный университет	6 %
8	[Баранов и др., 2006], ВНИАЛМИ, Саратовский государственный университет	Облесенность пашни: лесостепь – 2.0–2.5 %; степь – 3.0–4.0 %; легкие почвы и склоны – 5–7 %

Анализ таблицы позволяет констатировать крайнюю дискуссионность вопроса об оптимальной лесистости территорий. В литературных источниках представлено множество ответов на вопрос о том, к каким показателям защитной лесистости следует стремиться при планировании и проведении агролесомелиоративных работ. Важно обратить внимание на то обстоятельство, что авторы при определении рекомендуемых ими норм оптимальной лесистости применяют разные подходы к расчету удельных показателей. В одних случаях показатели лесистости рассчитываются в процентах к общей площади территории, в других – привязаны к площади пашни, в третьих – определяются, исходя из площади структурных элементов рельефа (площади овражно-балочных земель, коренных берегов малых рек и др.). В целом, приведенные показатели оптимальной лесистости территории находятся в пределах от 2 до 40 %.

Результатом проведенных картографических исследований является создание модели защитных лесных насаждений исследуемой территории (рис. 1).

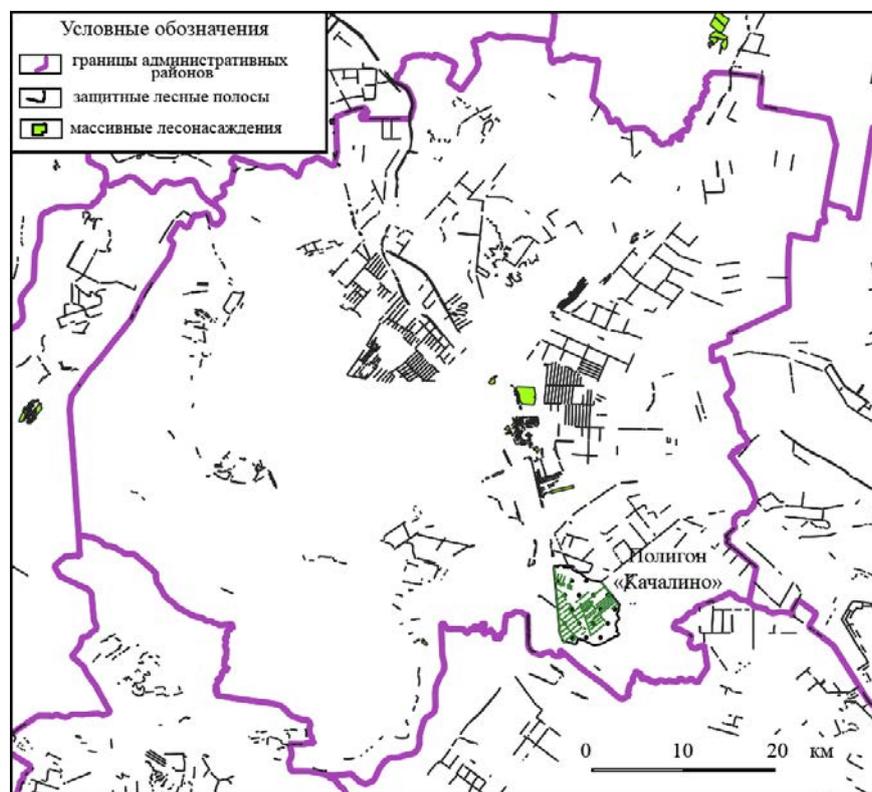


Рис. 1. Защитные лесные насаждения Иловлинского района Волгоградской области

Fig. 1. Protective forest plantations of the Ilovlinsky District of the Volgograd region

На рисунке 1 (юго-восточная часть изображения) видно расположение полигона «Качалино». Показатели защитной лесистости данной территории были приняты за эталон. Проведенные картографические работы подтвердили высокое значение показателя защитной лесистости данной территории. При площади полигона равной 44.6 км² площадь защитных лесных насаждений составляет 1.4 км² или 3 % площади. Данная величина соответствует значению оптимальной лесистости, приведенной в литературных источниках [Павловский, 1988; Баранов и др., 2006].

Показатель защитной лесистости Иловлинского района равен 0.8 %. Он рассчитывался исходя из площади административного района равной 4156 км² и зафиксированной площади всех защитных лесных насаждений – 33.41 км². Значение рассматриваемого удельного показателя существенно ниже величины показателя защитной лесистости, соответствующей полигону «Качалино».

Сопоставление фактической и оптимальной защитной лесистости объекта исследований позволяет оценить объемы необходимых агролесомелиоративных работ. На исследуемой местности необходимо создать порядка 70 км² защитных лесных насаждений.

Анализ систем защитных лесных полос на территории Иловлинского района свидетельствует о крайней неравномерности их расположения. Основные массивы защитных лесных полос сконцентрированы в центральной и восточной частях исследуемого административного района. В южной и западной частях изучаемой местности защитные лесные насаждения представлены единичными полосами. Они не образуют завершенные системы лесных полос.

Для оценки распространения защитных лесных насаждений по исследуемой территории в большей степени представляет интерес анализ в рамках ландшафтно-типологического подхода. Так, на рисунке 2 представлено изображение ландшафтных районов, соответствующих территории Иловлинского района Волгоградской области.

Данное изображение получено в результате наложения карты ландшафтно-типологического районирования на визуализацию высотных данных SRTM.

Исследуемой территории соответствует шесть ландшафтных районов Волгоградской области. Это такие районы как: Придонской возвышенный плосковыпуклый овражно-балочный ландшафтный район; Арчедино-Донской террасовый аллювиально-флювиогляциальный песчаный ландшафтный район; Иловлинско-Медведитский слабонаклоненный пологоволнистый овражно-балочный ландшафтный район; Иловлино-Волжский пологоволнистый овражно-балочный ландшафтный район; Средне-Донской пойменный плоский лесолуговой ландшафтный район; Иловлинский пойменный плоский лесолуговой ландшафтный район.

Ландшафтные районы отличаются историей формирования данных территорий в геологическом масштабе времени. Особенности развития этих земель привели к отличиям параметров современного рельефа и характеристики почвообразующих пород. Рельеф территории существенным образом влияет на перераспределение ресурсов тепла и влаги, а подстилающие породы определяют лесорастительные условия территорий. В целом ландшафтно-типологическое деление позволяет учесть естественные различия территорий, влияющих на сохранность лесных полос и показатель защитной лесистости территорий.

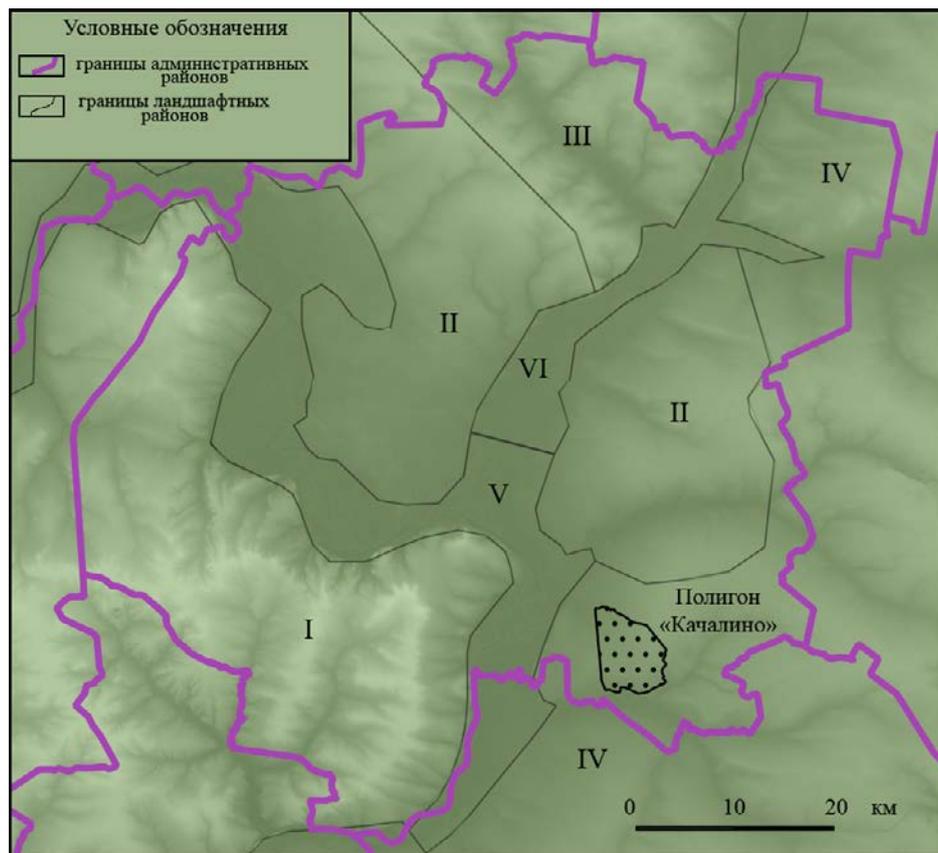


Рис. 2. Совмещение ландшафтно-типологического и административно-территориального подходов к выделению территориальных комплексов Иловлинского района Волгоградской области:

I – Придонской возвышенный плосковыпуклый овражно-балочный ландшафтный район; II – Арчедино-Донской террасовый аллювиально-флювиогляциальный песчаный ландшафтный район; III – Иловлинско-Медведитский слабонаклоненный пологоволнистый овражно-балочный ландшафтный район; IV – Иловлино-Волжский пологоволнистый овражно-балочный ландшафтный район; V – Средне-Донской пойменный плоский лесолуговой ландшафтный район; VI – Иловлинский пойменный плоский лесолуговой ландшафтный район

Fig. 2. Combination of landscape-typological and administrative-territorial approaches to the allocation of territorial complexes of the Ilovlinensky District of the Volgograd region: I – Pridonskoy elevated flat-convex ravine-beam landscape area; II – Archedino-Donskoy terraced alluvial-fluvioglacial sandy landscape area; III – Ilovlinensko-Medveditsky slightly inclined gently undulating ravine-gully landscape area; IV – Ilovlino-Volzhsky gently undulating gully-ravine landscape area; V – Middle-Don floodplain flat forest-meadow landscape area; VI – Ilovlinensky floodplain flat forest-meadow landscape area

В таблице 1 представлены полученные данные, характеризующие участие разных ландшафтных районов в исследуемой местности, а также значения показателя защитной лесистости территорий, соответствующие им.

Табл. 1. Защитная лесистость ландшафтных районов
Иловлинского административного района Волгоградской области

Table 1. Protective woodlandr of landscape areas
of the Ilovlinisky administrative District of the Volgograd region

№	Ландшафтный район	Доля в площади Иловлинского административного района, %	Защитная лесистость территории, %
I	Придонской возвышенный плосковыпуклый овражно-балочный ландшафтный район	27	0.6
II	Арчедино-Донской террасовый аллювиально- флювиогляциальный песчаный ландшафтный район	30	2.7
III	Иловлинско-Медведитский слабонаклоненный пологоволнистый овражно-балочный ландшафтный район	8	1.1
IV	Иловлино-Волжский пологоволнистый овражно- балочный ландшафтный район	17	1.6
V	Средне-Донской пойменный плоский лесолуговой ландшафтный район	13	0.9
VI	Иловлинский пойменный плоский лесолуговой ландшафтный район	5	0.9

Наибольшее значение показателя защитной лесистости территории, равное 2.7 %, соответствует Арчедино-Донскому террасовому аллювиально-флювиогляциальному песчаному ландшафтному району. Высокое значение исследуемого показателя практически приближается к значению, полученному для эталонного полигона «Качалино». Наибольшая доля участия Арчедино-Донского ландшафтного района в площади Иловлинского района обуславливает основной вклад в обеспечение защитной лесистости исследуемой территории.

Наименьшее значение показателя защитной лесистости территории, равное 0.6 %, соответствует Придонскому возвышенному плосковыпуклому овражно-балочному ландшафтному району. Данный ландшафтный район занимает 27 % исследуемой территории. Основные работы, связанные с повышением защитной лесистости, должны быть направлены на создание защитных лесных насаждений именно на территории Придонского ландшафтного района.

Иловлинско-Медведитский слабонаклоненный пологоволнистый овражно-балочный ландшафтный район и Иловлино-Волжский пологоволнистый овражно-балочный ландшафтный район занимают 17 и 13 % площади исследуемой территории. Показатель защитной лесистости территории равен 0.9 и 1.6 %. Данные территории также нуждаются в проведении агролесомелиоративных работ, но острота проблемы тут ниже, чем на территориях, соответствующих предыдущему ландшафтному району.

Средне-Донской пойменный плоский лесолуговой ландшафтный район и Иловлинский пойменный плоский лесолуговой ландшафтный район вместе занимают 18 % исследуемой территории. Несмотря на низкие показатели защитной лесистости территории, равные 0.9 %, потребность в создании новых лесных насаждений здесь минимальна. Данная территория отличается высокими значениями показателя, характеризующего естественную лесную растительность.

ВЫВОДЫ

Анализ подходов к определению параметров оптимальной лесистости территорий и поиск решения данного вопроса взаимосвязан с решением проблемы выделения территориальных структур. Применение параллельных подходов к выделению пространственно-территориальных комплексов позволяет более дифференцированно подходить к оценке картографируемых параметров, характеризующих территории. Так, показатель защитной лесистости Иловлинского района Волгоградской области, рассчитанный по всему административному району, равен 0.8 %. Применение для расчета удельных показателей защитной лесистости в рамках ландшафтного подхода позволяет выявить как территории, показатели которых близки к эталонным (защитная лесистость 3 %), так и площади, нуждающиеся в проведении агролесомелиоративных работ. Низкие показатели защитной лесистости Придонского ландшафтного района и его высокая доля в площади исследуемой местности позволяет обратить внимание на данную территорию в качестве приоритетного объекта для проектирования и создания защитных лесных полос.

БЛАГОДАРНОСТИ

Исследование выполнено по государственному заданию № FNFE-2022-0007 для ФНЦ агроэкологии, комплексной мелиорации и защитного лесоразведения РАН.

ACKNOWLEDGEMENTS

The study was supported by the State Assignment No. FNFE-2022-0007 for Federal Scientific Center of Agroecology, Complex Meliorations, and Protective Afforestation, Russian Academy of Sciences.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ананьев П.П., Подкур П.П.* Регулирование речного стока с помощью лесонасаждений. Экология и защитное лесоразведение. Харьков, 1988. С. 149–155.
2. *Барабанов А.Т., Гаршинев Е.А., Васильев Ю.И.* Нормативы формирования оптимальных лесомелиоративных комплексов на пахотных землях с учетом факторов деградации агроландшафтов в хозяйствах разной формы собственности. М.: ВНИАЛМИ, 2002. 55 с.
3. *Баранов В.А., Иванов А.В.* Агролесоландшафты юго-востока Европейской России: структура, эволюция, оптимизация. Саратов: Научная книга, 2006. С. 52–56.
4. *Брылев В.А., Абалхин Б.С., Косторниченко Н.Н.* Атлас Волгоградской области. Винница: Укргеодезкартография, 1993. 40 с.
5. *Вагизов М.Р., Степанов С.Ю., Петров Я.А.* Основы геоинформатики: практикум в QGIS. Санкт-Петербург: Синэл, 2020. 51 с.
6. Волгоградская область: природные условия, ресурсы, хозяйство, население, геоэкологическое состояние. Волгоград: Перемена, 2011. 528 с.
7. *Глушко Е.В., Ермаков Ю.Г.* Геоэкологическая оценка антропогенного воздействия на современные ландшафты по космическим снимкам. Природа и ресурсы. 1988. № 2–4. С. 32–44.
8. *Калиниченко Н.П., Зыков И.Г.* Противоэрозионная лесомелиорация М.: Агропромиздат, 1986. С. 54–78.
9. *Кулик К.Н., Петров В.И., Свинцов И.П., Рулев А.С., Юферев В.Г., Салугин А.Н., Дзугаев А.А.* Применение информационных технологий в агролесомелиоративном картографировании. М.: РАСХН, 2003. 48 с.

10. Кулик К.Н., Павловский Е.С., Рулев А.С., Юферев В.Г., Бакурова К.Б., Дорохина З.П., Тубалов А.А., Кошелев А.В., Березавикова О.Ю., Дзугаев А.А. Методические указания по ландшафтно-экологическому профилированию при агролесомелиоративном картографировании. М.: РАСХН, 2007. 41 с.
11. Кулик К.Н., Рулев А.С., Юферев В.Г., Бакурова К.Б., Дорохина З.П., Кошелев А.В., Березавикова О.Ю. Методические указания по дистанционному эколого-экономическому мониторингу аридных пастбищ на основе ГИС-технологий. М.: РАСХН, 2009. 37 с.
12. Кулик К.Н., Кошелев А.В. Методическая основа агролесомелиоративной оценки защитных лесных насаждений по данным дистанционного мониторинга. Лесотехнический журнал. 2017. № 3. С. 107–114.
13. Кулик К.Н., Манаенков А.С., Раков А.Ю., Нетребенко В.Г., Аленцев В.П. Полезащитное лесоразведение: значение, состояние, пути выхода из кризиса. Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2012. № 1. С. 24–27.
14. Кулик К.Н., Пугачева А.М. Лесомелиорация – основа создания устойчивых агроландшафтов в условиях недостаточного увлажнения. Лесотехнический журнал. 2016. Т. 6. № 3 (23). С. 29–40.
15. Лопырев М.И. Проектирование и внедрение эколого-ландшафтных систем земледелия: метод. руководство. Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 1999. 254 с.
16. Молчанов А.А. Оптимальная лесистость. М.: Наука, 1966. 125 с.
17. Павловский Е.С., Бабенко Д.К., Лабазников Б.В. Ведение хозяйства в полезащитных лесных полосах: методические рекомендации. Краснодар, 1981. 40 с.
18. Павловский Е.С. Экологические и социальные проблемы агролесомелиорации. М.: Агропромиздат, 1988. С. 152–153.
19. Паулюквичюс Г.Б. Роль леса в экологической стабилизации ландшафтов М.: Наука, 1989. С. 194–197.
20. Парамонов Е.Г., Ишутин Я.Н., Симоненко А.П. Кулундинская степь: проблема опустынивания. Барнаул: Алтайский университет, 2003. 138 с.
21. Рулев А.С. Ландшафтно-географический подход в агролесомелиорации. ВНИАЛМИ. Волгоград, 2007. 160 с.
22. Справочник агролесомелиоратора. М.: Лесная промышленность, 1984. 248 с.
23. Энциклопедия агролесомелиорации. Волгоград: ВНИАЛМИ, 2004. 675 с.
24. Marshet N.G. Remote Sensing and GIS Application in Agriculture and Natural Resource Management. Int. J. Environ Sci. Nat. Res. 2019. No. 19 (2). 556009. DOI: 10.19080/IJESNR.2019.19556009.
25. Setyawan C., Lee C.Y., Prawitasari M. Application Of GIS Software For Erosion Control In The Watershed Scale. International Journal of Scientific & Technology research. 2017. Vol. 6. Iss. 01. P. 57–61.

REFERENCES

1. *Ananiev P.P., Podkur P.P.* Regulation of river flow with the help of afforestation. Ecology and protective afforestation. Kharkov, 1988. P. 149–155 (in Russian).
2. *Barabanov A.T., Garshinev E.A., Vasiliev Yu.I.* Standards for the formation of optimal forest reclamation complexes on arable land, taking into account the factors of degradation of agrolandscapes in farms of different forms of ownership. Moscow: VNIALMI, 2002. 55 p. (in Russian).
3. *Baranov V.A., Ivanov A.V.* Agroforest landscapes of the southeast of European Russia: structure, evolution, optimization. Saratov: Nauchnaya kniga, 2006. P. 52–56 (in Russian).
4. *Brylev V.A., Abalkhin B.S., Kostornichenko N.N.* Atlas of the Volgograd region. Vinnytsia: Ukrgeodezkartografiya, 1993. 40 p. (in Russian).
5. Encyclopedia of agroforestry. Volgograd: VNIALMI, 2004. 675 p. (in Russian).
6. *Glushko E.V., Ermakov Yu.G.* Geocological assessment of anthropogenic impact on modern landscapes based on satellite images. Nature and resources. 1988. No. 2–4. P. 32–44 (in Russian).
7. Handbook of agroforestry. Moscow: Lesnaya promyshlennost, 1984. 248 p. (in Russian).
8. *Kalinichenko N.P., Zykov I.G.* Anti-erosion forest reclamation. Moscow: Agropromizdat, 1986. P. 54–78 (in Russian).
9. *Kulik K.N., Petrov V.I., Svintsov I.P., Rulev A.S., Yuferev V.G., Salugin A.N., Dzugaev A.A.* Application of information technologies in agroforestry mapping. Moscow: RAAS, 2003. 48 p. (in Russian).
10. *Kulik K.N., Pavlovsky E.S., Rulev A.S., Yuferev V.G., Bakurova K.B., Dorokhina Z.P., Tubalov A.A., Koshelev A.V., Berezavikova O.Yu., Dzugaev A.A.* Guidelines for landscape-ecological profiling in agroforest reclamation mapping. Moscow: RAAS, 2007. 41 p. (in Russian).
11. *Kulik K.N., Rulev A.S., Yuferev V.G., Bakurova K.B., Dorokhina Z.P., Koshelev A.V., Berezavikova O.Yu.* Guidelines for remote ecological and economic monitoring of arid pastures based on GIS technologies. Moscow: RAAS, 2009. 37 p. (in Russian).
12. *Kulik K.N., Koshelev A.V.* Methodological basis for agroforestry assessment of protective forest plantations based on remote monitoring data. Forestry Engineering Journal. 2017. No. 3. P. 107–114 (in Russian).
13. *Kulik K.N., Manaenkov A.S., Rakov A.Yu., Ntrebenko V.G., Alentev V.P.* Field-protective afforestation: meaning, state, ways out of the crisis. Bulletin of the Russian Academy of Agricultural Sciences. 2012. No. 1. P. 24–27 (in Russian).
14. *Kulik K.N., Pugacheva A.M.* Forest reclamation is the basis for creating sustainable agricultural landscapes in conditions of insufficient moisture. Forestry journal. 2016. Vol. 6. No. 3 (23). P. 29–40 (in Russian).
15. *Lopyreva M.I.* Design and implementation of eco-landscape farming systems: method. management. Voronezh: Voronezh State Agrarian University, 1999. 254 p. (in Russian).
16. *Marshet N.G.* Remote Sensing and GIS Application in Agriculture and Natural Resource Management. Int. J. Environ Sci. Nat. Res. 2019. No. 19 (2): 556009. DOI: 10.19080/IJESNR.2019.19556009.
17. *Molchanov A.A.* Optimal woodiness. Moscow: Nauka, 1966. 125 p. (in Russian).
18. *Pavlovsky E.S., Babenko D.K., Labaznikov B.V.* Management of the economy in field-protective forest belts: methodical recommendations. Krasnodar, 1981. 40 p. (in Russian).
19. *Pavlovsky E.S.* Ecological and social problems of agroforestry. Moscow: Agropromizdat, 1988. P. 152–153 (in Russian).

20. *Paulukyavichyus G.B.* The role of the forest in the ecological stabilization of landscapes. Moscow: Nauka, 1989. P. 194–197 (in Russian).
 21. *Paramonov E.G., Ishutin Ya.N., Simonenko A.P.* Kulunda steppe: the problem of desertification. Barnaul: Altai University, 2003. 138 p. (in Russian).
 22. *Rulev A.S.* Landscape-geographical approach in agroforestry. VNIALMI. Volgograd, 2007. 160 p. (in Russian).
 23. *Setyawan C., Lee C.Y., Prawitasar M.* Application Of GIS Software For Erosion Control In The Watershed Scale. International Journal of Scientific & Technology research. 2017. Vol. 6. Iss. 01. P. 57–61.
 24. *Vagizov M.R., Stepanov S.Yu., Petrov Ya.A.* Fundamentals of geoinformatics: workshop in QGIS. St. Petersburg: Sinel, 2020. 51 p. (in Russian).
 25. Volgograd region: natural conditions, resources, economy, population, geoecological state. Volgograd: Change, 2011. 528 p. (in Russian).
-