

Информация об авторах

Абдулаев Салах Султанович, аспирант Чеченского государственного университета им. А. А. Кадырова (Российская Федерация, 364024, Чеченская Республика, г. Грозный, ул. А. Шерипова, д. 32), ORCID: 0000-0002-8649-2047, e-mail: Salakh1996@bk.ru

Батукаев Абдулмалик Абдулхамидович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры плодовоощеводства и виноградарства Чеченского государственного университета им. А. А. Кадырова (Российская Федерация, 364024, Чеченская Республика, г. Грозный, ул. А. Шерипова, д. 32), ORCID: 0000-0002-8649-2047, e-mail: batukaevmalik@mail.ru

Author's Information

Abdulaev Salakh Sultanovich, postgraduate student, Chechen State University named after A. A. Kadyrov (Russian Federation, 364024, Chechen Republic, Grozny, A. Sheripov St., 32), ORCID: 0000-0002-8649-2047, e-mail: Salakh1996@bk.ru

Batukaev Abdulmalik Abdulkhamidovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Horticulture and Viticulture of the Chechen State University named after A. A. Kadyrov (Russian Federation, 364024, Chechen Republic, Grozny, A. Sheripov St., 32), e-mail: batukaevmalik@mail.ru

DOI: 10.32786/2071-9485-2024-03-24

MAPPING THE CURRENT STATE AND STRUCTURE OF AGROFOREST LANDSCAPES IN THE SOUTH-EAST OF THE ROSTOV REGION USING REMOTE SENSING DATA

Matveev Sh.

*Federal Scientific Center of Agroecology, Integrated Land Reclamation and Protective Afforestation
of the Russian Academy of Sciences
Volgograd, Russian Federation*

Corresponding author E-mail: matveev-sh@vifanc.ru

Received 20.12.2023

Submitted 02.04.2024

The work was carried out within the framework of the State Assignment of the Federal Scientific Center for Agroecology of the Russian Academy of Sciences No. FNFE-2024-0008 "Mathematical modeling and forecasting of deflation processes of agricultural lands under technogenic and natural impacts at the current level of forest reclamation protection"

Summary

The article presents the identification of the current state and structure of agroforestry landscapes on the territory of the Remontnensky district of the Rostov region. Using the expert method of deciphering remote sensing data, areas of arable land, fallow lands and protective forest plantations were identified. Their spatial analysis was carried out and their current state was revealed.

Abstract

Introduction. The state of agroforestry landscapes is largely determined by the degree of degradation of their components, including soils and protective forest plantations. In this regard, a modern determination of the characteristics of the components of agricultural landscapes is necessary, since the productivity of agricultural land depends on their condition. Forest plantations in agroforestry landscapes play the role of protecting soils from degradation and increasing the productivity of agricultural products. **Object.** The object of the study was agricultural land and protective forest plantings in the Remontnensky district of the Rostov region. **Materials and methods.** Identification of the current state and structure of agroforestry landscapes in the study area is based on the methodology of using geoinformation technologies for spatial analysis of the state of landscapes using earth remote sensing data. The research was carried out based on survey data from the Sentinel-2 and Landsat-5 satellites. Data visualization and calculation of geomorphological and morphometric characteristics were carried out using the QGIS 3.32 geoinformation software package, which allows you to create cartographic layers for constructing digital maps. When developing a local GIS of agricultural land in the Remontnensky district, OSM data and a developed vector soil map of the Rostov region M 1:500,000 were used. To identify the geomorphological and morphometric characteristics of agroforestry landscapes, raster images of the land cover were used – a digital terrain model SRTM-1. Using the NDVI vegetation index, the safety of protective forest plantations was calculated. **Results and conclusions.** As a result of the study, all contours of agroforestry landscapes within the boundaries of the selected municipal area were identified. 1,565 plots of cultivated arable land with an area of 180 thousand hectares and 91 plots of fallow areas with an area of 9 thousand hectares have been identified. A geomorphological and morphometric analysis of the contours of these agricultural lands was carried out using geoinformation tools. Analysis of these data allows us to conclude that most agricultural fields used for agricultural production have an average slope steepness of no more than 2°, which indicates a low level of occurrence of water erosion. The safety of each designated forest belt on the territory of the administrative district was calculated. The overall safety in the area is 8%. This indicates that it is necessary to carry out phytomeliorative measures in the area to improve the condition of protective forest plantations. For each of the presented indicators, corresponding maps were compiled, reflecting the spatial distribution of agroforestry landscape parameters.

Keywords: GIS-technologies, mapping of agro-forest landscapes, remote sensing of lands, agro-forest landscapes, Rostov region.

Citation. Matveev Sh. Mapping the current state and structure of agroforestry landscapes in the south-east of the Rostov region using remote sensing data. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2024. 3(75). 209-216 (in Russian). DOI:10.32786/2071-9485-2024-03-24.

Author's contribution. The author of this study was directly involved in the design, execution, or analysis of this study. The author of this article has reviewed and approved the final version submitted.

Conflict of interest. The author declare that there is no conflict of interest.

УДК 630*1:528.9:621.372.8

КАРТОГРАФИРОВАНИЕ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ И СТРУКТУРЫ АГРОЛЕСОЛАНДШАФТОВ ЮГО-ВОСТОКА РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

Матвеев Ш., лаборант-исследователь

ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного
лесоразведения Российской академии наук»
г. Волгоград, Российская Федерация

Работа выполнена в рамках Госзадания ФНЦ агроэкологии РАН № FNFE-2024-0008
«Математическое моделирование и прогнозирование процессов дефляции земель
сельскохозяйственного назначения при техногенных и природных воздействиях на современном
уровне лесомелиоративной защищенности»

Актуальность. Состояние агролесоландшафтов во многом определяется степенью деградации их составляющих, в том числе почв и защитных лесных насаждений. В связи с этим необходимо современное определение характеристик компонентов агроландшафтов, так как от их состояния зависит продуктивность сельскохозяйственных угодий. Лесные насаждения в агролесоландшафтах выполняют роль защиты почв от деградации и увеличивают продуктивность сельскохозяйственной продукции. **Объект.** Объектом исследования являлись сельскохозяйственные угодья и защитные лесные насаждения на территории Ремонтненского района Ростовской области. **Материалы и методы.** Выявление современного состояния и структуры агролесоландшафтов на территории исследования основаны на методике применения геоинформационных технологий для пространственного анализа состояния ландшафтов с использованием данных дистанционного зондирования Земли. Исследования проводилось на основе данных съемки спутников Sentinel-2 и Landsat-5. Визуализация данных и расчет геоморфологических и морфометрических характеристик проведены с использованием геоинформационного программного комплекса QGIS 3.32, который позволяет создавать картографические слои для построения цифровых карт. При разработке локальной ГИС сельскохозяйственных угодий Ремонтненского района были использованы данные OSM и разработанная векторная почвенная карта Ростовской области М 1:500 000. Для выявления геоморфологических и морфометрических характеристик агролесоландшафтов использовались растровые изображения земного покрова – цифровая модель местности SRTM-1. С использованием вегетационного индекса NDVI была рассчитана сохранность защитных лесных насаждений. **Результаты и выводы.** В результате исследования были выделены все контуры агролесоландшафтов в пределах границ выбранного муниципального района. Определены 1565 участка обрабатываемой пашни, площадью 180 тыс. га, и 91 участок залежных территорий, площадью 9 тыс. га. Был проведен геоморфологический и морфометрический анализ контуров данных сельскохозяйственных угодий с помощью геоинформационных инструментов. Анализ этих данных позволяет сделать вывод, что большинство сельскохозяйственных полей, используемых для производства сельскохозяйственной продукции, имеет среднюю крутизну склона, не превышающую 2°, что свидетельствует о низком уровне возникновения проявления водной эрозии. Была рассчитана сохранность каждой выделенной лесополосы на территории административного района. Общая сохранность на территории района составляет 8%. Это свидетельствует о том, что на территории района необходимо проводить фитомелиоративные мероприятия для улучшения состояния защитных лесных насаждений. Для каждого из представленных показателей были составлены соответствующие карты, отражающие пространственное распределение параметров агролесоландшафтов.

Ключевые слова: ГИС-технологии, картографирование агролесоландшафтов, дистанционное зондирование земель, агролесоландшафты, Ростовская область.

Цитирование. Матвеев Ш. Картографирование современного состояния и структуры агролесоландшафтов юго-востока Ростовской области с использованием данных дистанционного зондирования. *Известия НВ АУК.* 2024. 3(75). 209-216. DOI: 10.32786/2071-9485-2024-03-24.

Авторский вклад. Автор настоящего исследования принимал непосредственное участие в планировании, выполнении или анализе данного исследования. Автор настоящей статьи ознакомился с представленным окончательным вариантом и одобрил его.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Введение. Картографирование современного состояния и структуры агролесоландшафтов по данным дистанционного зондирования осуществляется с использованием современных геоинформационных систем (ГИС), которые обладают широким набором геопространственных инструментов. Их инструментарий позволяет работать с несколькими видами данных одновременно, в том числе векторными, растровыми и табличными данными. В настоящее время с использованием ГИС-технологий можно проводить исследования в различных сферах деятельности человечества: экономике, политике, социальной и духовной сфере жизни. Таким же образом геоинформационные системы могут служить и в анализе сферы сельского хозяйства, обработке данных в этой сфере, а также их обобщении и построении карт на соответствующую тематику, которые будут отражать пространственные зависимости той или иной территории.

В наши дни, как и на протяжении всего развития человеческой цивилизации, сельское хозяйство является важнейшим инструментом развития и благополучия территорий, как на локальном, так и на региональном и даже мировом уровне. Развитие сельского хозяйства зависит от таких факторов как: почвенно-климатические условия, геоморфологические, антропогенная нагрузка и др.[1, 4, 9, 15].

Целью настоящего исследования является картографирование контуров агролесоландшафтов (сельскохозяйственных полей и защитных лесных насаждений), а также определение их современного состояния, геоморфологических и морфометрических показателей (для полей), сохранности (для защитных лесных насаждений) при помощи использования данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) и программного обеспечения ГИС.

В качестве района исследования были взяты муниципальные границы Ремонтненского района Ростовской области. Площадь района: 377800 га. Население района: 17560 человек (по состоянию на 01.01.2021). Административный центр – с. Ремонтное.

Материалы и методы. Исследования агроландшафтов проводились на региональном [8], муниципальном уровне [2, 3, 11, 12, 13], в том числе и на фациальном уровне [14, 16]. Основная и самая трудоёмкая работа в таких исследованиях – визуальное дешифрирование, а также векторизация контуров сельскохозяйственных угодий с использованием встроенного дигитайзера геоинформационной программы.

Для оценки структуры и характеристик сельскохозяйственных угодий и их картографирования на территории Ремонтненского района используется методика геоинформационного анализа изображений, полученных в результате космической съёмки территории исследований, для чего были использованы снимки высокого пространственного разрешения (10 м и 30 м) со спутников Sentinel-2 за 2023 год и Landsat-5 1986 года соответственно [17]. Дешифрирование границ сельскохозяйственных угодий проводилось методом компьютерной обработки изображений каналов R, G, B и создания на их основе цветосинтезированного изображения снимка спутника Sentinel-2, а также спутника Landsat-5 в масштабе 1:10000 – 1:50000. Геоинформационная обработка каналов для получения цветосинтезированного изображения, векторизация границ сельскохозяйственных угодий, а также анализ их современного состояния проводился с использованием программного комплекса ГИС QGIS 3.32. В результате разрабатываются аналитические картографические слои пространственного размещения, состояния и геоморфологических (по данным цифровой модели местности SRTM 1) и морфометрических характеристик сельскохозяйственных угодий, а также картографические слои пространственного размещения защитных лесных насаждений.

Статистическая обработка данных производилась в программном обеспечении Microsoft Excel и Graphical Analysis.

Результаты и обсуждение. В результате дешифрирования данных ДЗЗ спутников Sentinel-2 и Landsat-5 было определено 1656 объектов, для которых при помощи инструмента векторизации программного комплекса QGIS 3.32 построены полигоны сельскохозяйственных угодий, суммарная площадь которых составила 189 тыс. га. (рисунок 1). По данным ДЗЗ площадь используемых сельскохозяйственных полей составляет 47,6% от общей административной площади Ремонтненского района.

В результате исследований территории Ремонтненского района на 2023 год установлено 1565 участка обрабатываемой пашни площадью 180 тыс. га и 91 участок залежей площадью 9 тыс. га. Также установлено 1704 объекта защитных лесных насаждений с общей проектной площадью 5,8 тыс. га.

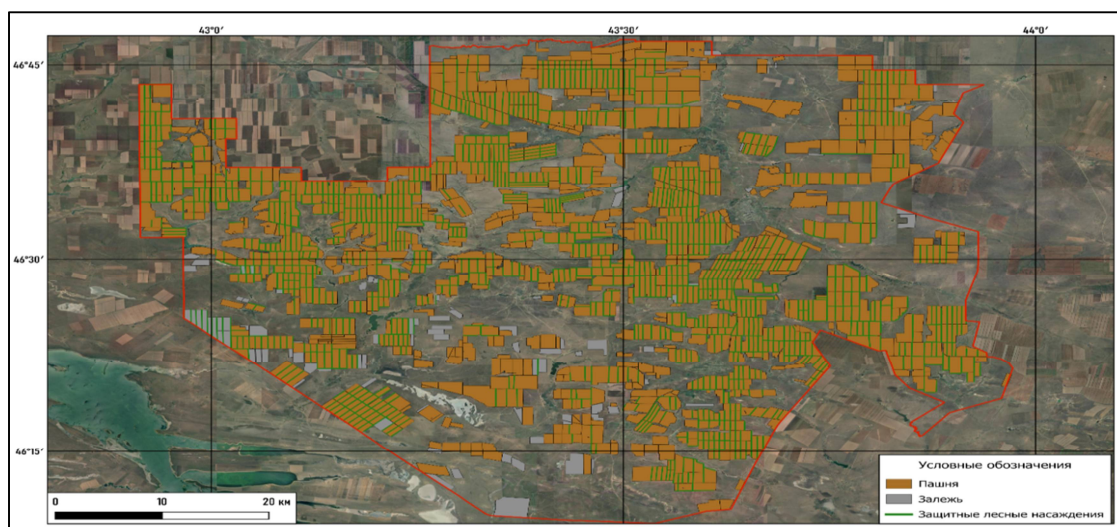


Рисунок 1 – Карта расположения компонентов агролесоландшафтов Ремонтненского района Ростовской области

Figure 1 – Map of the location of agroforestry landscape components in the Remontnensky district of the Rostov region

Полученные геоинформационные картографические слои полигонов сельскохозяйственных угодий, лесополос и почвенных контуров (разработанных на основе почвенной карты Ростовской области масштаба 1:500 000.) были исследованы с помощью геоинформационных инструментов для создания комплексной базы данных по состоянию агролесоландшафтов исследуемой территории.

Преобладающим типом почв являются каштановые почвы, тяжелосуглинистые и суглинистые на лессовидных наносах – 63% от всей площади выделенных угодий (рисунок 2).

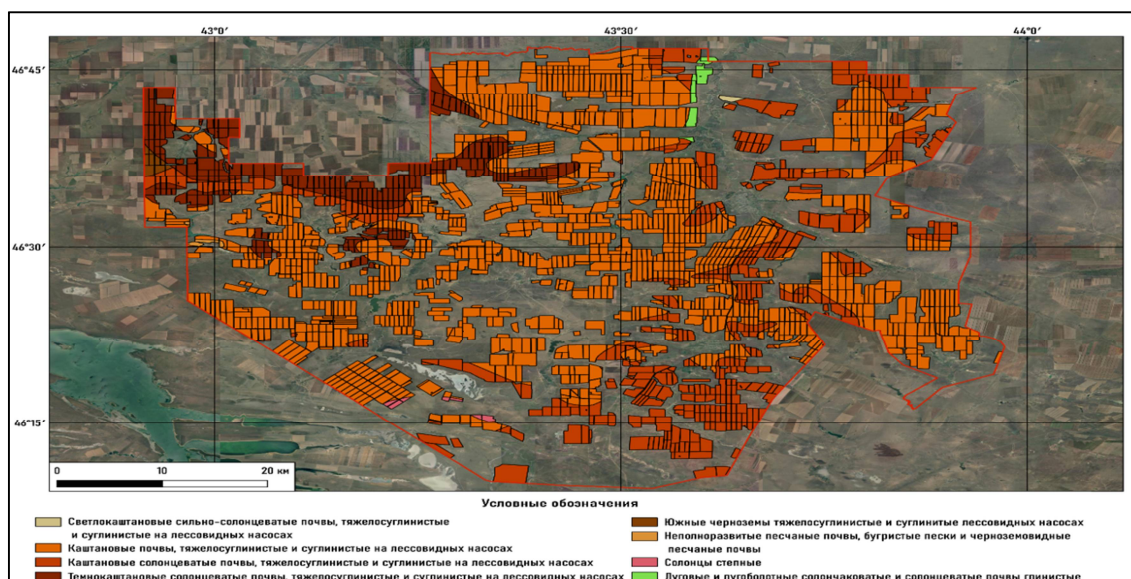


Рисунок 2 – Карта пространственного размещения контуров почв и полей Ремонтненского района Ростовской области

Figure 2 – Map of the spatial location of the contours of soils and fields in the Remontnensky district of the Rostov region

Для проведения геоморфологического и морфометрического анализа сельскохозяйственных угодий необходимые показатели рассчитывались на основе цифровой модели местности (ЦММ) SRTM 1 с пространственным разрешением 1". Для каждого контура вычислены геоинформационные слои средней крутизны и экспозиции склонов, а также была составлена соответствующая карта-схема (рисунок 3).

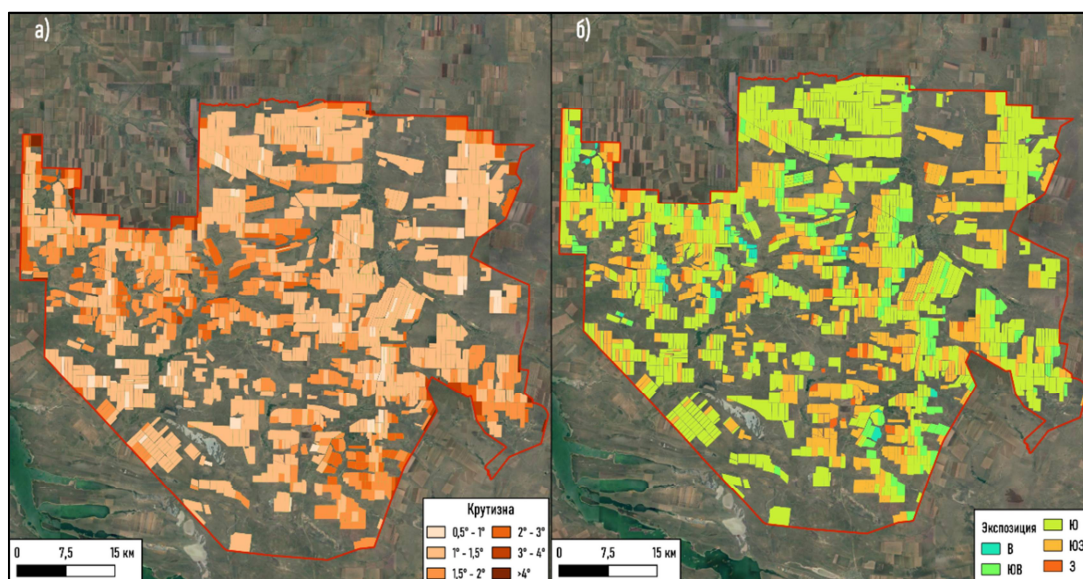


Рисунок 3 – Карта-схема крутизны (а) и экспозиции склонов (б) сельскохозяйственных угодий Ремонтненского района Ростовской области

Figure 3 – Schematic map of the steepness (a) and slope exposure (b) of agricultural land in the Remontnensky district of the Rostov region

Геоинформационный анализ средней экспозиции склонов демонстрирует неравномерное распределение сельскохозяйственных угодий. Преобладают угодья с южной (53,1%) и юго-западной (31,9%) экспозицией склонов. Геоинформационный анализ средней крутизны склонов позволяет сделать вывод, что большинство сельскохозяйственных угодий в данном районе не подвержены эрозионным процессам, их средняя крутизна в пределах границ каждого поля, в большинстве случаев не превышает 2° (90,2%) [16]. Полученные результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Таблица средней крутизны и экспозиции склонов в пределах выделенных сельскохозяйственных угодий на территории Ремонтненского района Ростовской области
Table 1 – Table of average steepness and aspect of slopes within the allocated agricultural lands in the territory of the Remontnensky district of the Rostov region

Поля / Weald	Крутизна, ° / Steepness°	Экспозиция, румб / Exposure, rhumb					Всего / Altogether
		В / east	ЮВ / south-east	Ю / south	ЮЗ / southwest	З /west	
Количество / Quantity	0,5-1	0	1	36	24	0	61
Площадь, га / Area, ha		0	75,0	3628,5	2804,5	0	6507,9
Количество / Quantity	1-1,5	1	72	574	313	13	973
Площадь, га / Area, ha		33,4	7189,3	71680,7	36213,5	1309,8	116426,7
Количество / Quantity	1,5-2	5	76	210	153	16	460
Площадь, га / Area, ha		329,6	6704,0	24127,5	16347,7	1399,5	48908,4
Количество / Quantity	2-3	17	32	49	27	4	129
Площадь, га / Area, ha		1 267,4	3010,4	6326,3	3173,4	317,8	14095,2
Количество / Quantity	3-4	3	3	7	5	2	20
Площадь, га / Area, ha		158,0	161,9	991,6	482,9	113,4	1907,9
Количество	>4	0	3	3	6	0	12
Площадь, га / Area, ha		0	234,0	473,0	450,0	0	1157,0
Всего количество / Total Quantity		26	187	879	528	35	1655
Всего площадь, га / Total area, ha		1788,4	17374,5	107227,6	59472,1	3140,6	189003,2

Используя геоинформационные инструменты программного комплекса QGIS, выявили 1473 поля, защищенных лесополосами, их площадь составляет 166 тыс. га. Были выявлены 183 поля, которые не защищены лесными насаждениями, их площадь составила 22,9 тыс. га.

Сохранность защитных лесных насаждений вычислялась как отношение площади сохранившегося полога лесных насаждений к проектной площади насаждения [4, 5]. С использованием геоинформационного анализа космоснимков были выявлены проектные площади защитных лесных насаждений, равные 5821,9 га. Оценка фактической площади защитных лесных насаждений на территории исследования проводилась с использованием вегетационного индекса NDVI на основе данных спутника Sentinel-2. Фактическая площадь защитных лесных насаждений по индексу NDVI составила 1713,4 га. Общая сохранность защитных лесных насаждений Ремонтненского района Ростовской области составляет всего 8%. Полученные результаты представлены на карте (рисунок 4).

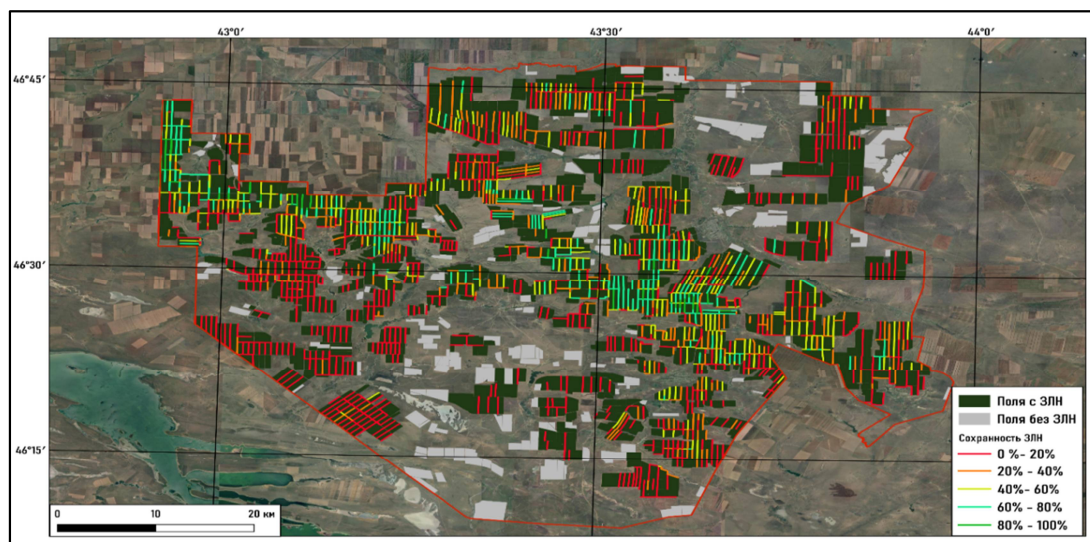


Рисунок 4 – Карта сохранности защитных лесных насаждений Ремонтненского района Ростовской области

Figure 4 – Map of the safety of protective forest plantations in the Remontnensky district of the Rostov region

Был проведен анализ сохранности защитных лесных насаждений по типам почв, на которых они залегают. Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Приуроченность сохранности защитных лесных насаждений к типу почвенного комплекса
Table 2 – Relationship between the preservation of protective forest plantations and the type of soil complex

Тип почвенных комплексов / Type of soil complexes	Проектная площадь, га / Project area, ha	Сохраненная площадь, га / Preserved area, ha	% со- хранно- сти / % Integrity
Темно-каштановые солонцеватые почвы, тяжелосуглинистые и суглинистые на лессовидных наносах / Dark chestnut saline soils, heavy loamy and loamy on loess-like pumps	913,14	384,88	22,46%
Каштановые почвы, тяжелосуглинистые и суглинистые на лессовидных наносах / Chestnut soils, heavy loamy and loamy on loess-like pumps	3668,63	932,15	54,40%
Южные черноземы тяжелосуглинистые и суглинистые на лессовидных наносах / Southern black soils are heavy loamy and loamy on loess-like pumps	67,49	50,38	2,94%
Каштановые солонцеватые почвы, тяжелосуглинистые и суглинистые на лессовидных наносах / Chestnut saline soils, heavy loamy and loamy on loess pumps	1156,78	343,87	20,07%
Неполноразвитые песчаные почвы, бугристые пески и черноземовидные песчаные почвы / Incomplete sandy soils, bumpy sands and chernozem-like sandy soils	5,68	1,77	0,10%
Луговые и лугово-болотные солончаковатые, солонцеватые почвы глинистые, солончаки / Meadow and meadow-marsh saline, saline clay soils, saline soils	2,30	0,37	0,02%
Солонцы степные / Steppe salt licks	7,91	0,05	0,01%

Сохранность защитных лесных насаждений, которые располагаются на каштановых тяжелосуглинистых и суглинистых почвах, составляет 54,4%, на темно-каштановых и каштановых солонцеватых почвах сохранность составляет 22,4% и 20,1% соответственно. Наименьшую сохранность защитных лесных насаждений имеют насаждения, расположенные на солонцах степных – 0,01%.

Заключение. Таким образом, с использованием данных дистанционного зондирования Земли и геоинформационных технологий получены пространственные данные о современной структуре и характеристикам агролесоландшафтов в Ремонтненском районе Ростовской области. В районе под пашню используется 47,6% территории. Залежи занимают 5% площади сельскохозяйственных угодий, что позволяет сделать вывод о том, что земли на территории Ремонтненского района в целом благоприятны для производства сельскохозяйственной продукции. Анализ защитных лесных насаждений показал, что на территории района состояние таких насаждений неудовлетворительное – 92% находятся в степени деградации «кризис» и «бедствие», что требует организации лесохозяйственных работ по их восстановлению. Преобладающим типом почв на территории района являются каштановые, темно-каштановые и каштановые солонцеватые почвы, соответствующие сухостепной природно-климатической зоне и достаточно лесопригодные для выращивания лесных насаждений с учетом организации необходимых лесохозяйственных уходов в процессе выращивания и поддержания их жизненного цикла.

Conclusions. Thus, using Earth remote sensing data and geoinformation technologies, spatial data on the modern structure and characteristics of agroforestry landscapes in the Remontnensky district of the Rostov region were obtained. In the region, 47.6% of the territory is used for arable land. Deposits occupy 5% of the area of agricultural land, which allows us to conclude that the lands in the Remontnensky district are generally favorable for agricultural production. An analysis of protective forest plantations showed that in the region the condition of such plantations is unsatisfactory – 92% are in the “crisis” and “disaster” degree of degradation, which requires the organization of forestry work to restore them. The predominant soil type in the region is chestnut, dark chestnut and chestnut solonetzic soils, corresponding to the dry-steppe natural-climatic zone and being sufficiently suitable for growing forest plantations, taking into account the organization of the necessary forestry care during the growing process and maintaining their life cycle.

Библиографический список

1. Барабанов А. Т., Панов В. И. Преобразование гидрологического режима агроландшафтов защитными лесными насаждениями. Живые и биокосные системы. 2016. № 16. С. 6.
2. Берденгалиева А. Н., Берденгалиев Р. Н. Связь сезонной динамики озимой пшеницы и рельефа в подзоне южных черноземов Волгоградской области. Научно-агрономический журнал. 2022. № 3 (118). С. 49-56.
3. Васильченко А. А. Пространственный анализ инфраструктуры орошаемых полей Волго-Ахтубинской поймы на территории Волгоградской области. Научно-агрономический журнал. 2022. № 4 (119). С. 12-18.
4. Виноградов Б. В. Аэрокосмический мониторинг экосистем. М.: Наука, 1984. С. 79.
5. Выприцкий А. А., Матвеев Ш. Влияние государственных защитных лесных полос на сезонную динамику продуктивности пашни. Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2023. № 2 (70). С. 271-280.
6. Выприцкий А. А. Сравнительный анализ сохранности водораздельных государственных защитных лесных полос Волгоградской области по данным Sentinel-2 NDVI и информационных продуктов типов земного покрова. ИнтерКарто. ИнтерГИС. 2022. Т. 28. № 1. С. 458-470.
7. Рулев А. С., Юферев В. Г., Кошелев А. В., Ткаченко Н. А. Дистанционный мониторинг агролесоландшафтов с применением ГИС-технологий. Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 11: Естественные науки. 2013. № 1 (5). С. 51-58.
8. Синельникова К. П., Берденгалиева А. Н., Матвеев Ш. и др. Картографирование пахотных земель в агроландшафтах Волгоградской области по данным дистанционного зондирования. Исследование Земли из космоса. 2023. № 5. С. 85-96.
9. 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.
10. Манаенков А. С., Подгаецкая П. М., Подгаецкий М. Е. Особенности роста малорядных лесных полос на каштановых почвах. Вестник Московского университета. Серия 5: География. 2022. № 3. С. 134-142.
11. Матвеев Ш. Геоинформационное картографирование современного состояния сельскохозяйственных территорий Новоаннинского района Волгоградской области. Природные системы и ресурсы. 2022. Т. 12. № 2. С. 36-42.
12. Матвеев Ш. Оценка современной структуры и характеристик сельскохозяйственных угодий Цимлянского района Ростовской области с применением ГИС-технологий. Научно-агрономический журнал. 2023. № 2 (121). С. 51-56.
13. Мелихова А. В. Морфометрический анализ агроландшафтов переходной зоны южных черноземов и темно-каштановых почв Волгоградской области. Природные системы и ресурсы. 2022. Т. 12. № 4. С. 26-33.

14. Рулев А. С., Шинкаренко С. С., Бодрова В. Н., Сидорова Н. В. Геоинформационные технологии в обеспечении точного земледелия. Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2018. № 4 (52). С. 115-122.

15. Шинкаренко С. С., Барталев С. А., Берденгалиева А. Н., Дорошенко В. В. Спутниковый мониторинг процессов опустынивания на юге Европейской России в 2019-2022 гг. Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2022. Т. 19. № 5. С. 319-327.

16. Юфев В. Г., Кулик К. Н., Рулев А. С., Мушаева К. Б., Кошелев А. В., Дорохина З. П. Геоинформационные технологии в агролесомелиорации. Волгоград: ВНИАЛМИ, 2010. 102 с.

17. Loupian E. A., Bourtsev M. A., Proshin A. A., Kashnitskii A. V., Balashov I. V., Bartalev S. A., Konstantinova A. M., Kobets D. A., Radchenko M. V., Tolpin V. A., Uvarov I. A. Usage Experience and Capabilities of the VEGA-Science System. Remote Sensing. 2022. V. 14. No. 1. Art. No. 77. 19 p.

References

1. Barabanov A. T., Panov V. I. Transformation of the Hydrological Regime of Agrolandscapes by Protective Forest Plantations. Living and bioinert systems. 2016. № 16. P. 6.

2. Berdengaliev A. N., Berdengaliev R. N. Relationship between Seasonal Dynamics of Winter Wheat and Relief in the Subzone of Southern Chernozems of the Volgograd Region. Scientific and Agronomic Journal. 2022. № 3 (118). Pp. 49-56.

3. Vasilchenko A. A. Spatial Analysis of the Infrastructure of Irrigated Fields of the Volga-Akhtuba Floodplain in the Volgograd Region. Scientific and Agronomic Journal. 2022. № 4 (119). Pp. 12-18.

4. Vinogradov B. V. Aerospace Monitoring of Ecosystems. Moscow, Nauka Publ., 1984. P. 79.

5. Vypritskii A. A., Matveev Sh. Influence of State Protective Forest Belts on Seasonal Dynamics of Arable Land Productivity. Proceedings of the Nizhnevolzhsky Agro-University Complex: science and higher professional education. 2023. № 2 (70). Pp. 271-280.

6. Vypritsky A. A. Comparative Analysis of the Preservation of Watershed State Protective Forest Belts of the Volgograd Region According to Sentinel-2 NDVI Data and Information Products of Land Cover Types. InterCarto. Inter-GIS. 2022. V. 28. № 1. Pp. 458-470.

7. Rulev A. S., Yuferev V. G., Koshelev A. V., Tkachenko N. A. Remote monitoring of agroforestry landscapes using GIS technologies. Bulletin of Volgograd State University. Series 11: Natural Sciences. 2013. № 1 (5). Pp. 51-58.

8. Sinelnikova K. P., Berdengaliev A. N., Matveev Sh., et al. Mapping of arable land in agrolandscapes of the Volgograd region according to remote sensing data. Exploring the Earth from space. 2023. № 5. Pp. 85-96.

9. Kulik K. N., Pugacheva A. M. Forest Reclamation as the Basis for Creating Sustainable Agrolandscapes in Conditions of Insufficient Moisture. Forest Technical Journal. 2016. V. 6. № 3 (23). Pp. 29-40.

10. Manaenkov A. S., Podgaetskaya P. M., Podgaetsky M. E. Peculiarities of Growth of Small-Row Forest Belts on Chestnut Soils. Bulletin of Moscow State University. Episode 5: Geography. 2022. № 3. Pp. 134-142.

11. Matveev Sh. Geoinformation Mapping of the Current State of Agricultural Territories of the Novoanninsky District of the Volgograd Region. Natural Systems and Resources. 2022. V. 12. № 2. Pp. 36-42.

12. Matveev Sh. Assessment of the Modern Structure and Characteristics of Agricultural Land in the Tsimlyansky District of the Rostov Region with the Use of GIS-Technologies. Scientific and Agronomic Journal. 2023. № 2 (121). Pp. 51-56.

13. Melikhova A. V. Morphometric Analysis of Agrolandscapes of the Transition Zone of Southern Chernozems and Dark Chestnut Soils of the Volgograd Region. Natural Systems and Resources. 2022. V. 12. № 4. Pp. 26-33.

14. Rulev A. S., Shinkarenko S. S., Bodrova V. N., Sidorova N. V. Geoinformation Technologies in Ensuring Precision Farming. Proceedings of the Nizhnevolzhsky Agro-University Complex: science and higher professional education. 2018. № 4 (52). Pp. 115-122.

15. Shinkarenko S. S., Bartalev S. A., Berdengaliev A. N., Doroshenko V. V. Satellite Monitoring of Desertification Processes in the South of European Russia in 2019-2022. 2022. V. 19. № 5. Pp. 319-327.

16. Yuferev V. G., Kulik K. N., Rulev A. S., Mushayeva K. B., Koshelev A. V., Dorokhina Z. P. Geoinformation Technologies in Agroforestry. Volgograd: VNIALMI, 2010. 102 p.

17. Loupian E. A., Bourtsev M. A., Proshin A. A., Kashnitskii A. V., Balashov I. V., Bartalev S. A., Konstantinova A. M., Kobets D. A., Radchenko M. V., Tolpin V. A., Uvarov I. A. Usage Experience and Capabilities of the VEGA-Science System. Remote Sensing. 2022. V. 14. No. 1. Art. No. 77. 19 p.

Информация об авторе

Матвеев Штефан, лаборант-исследователь лаборатории геоинформационного моделирования и картографирования агролесоландшафтов ФНЦ агроэкологии РАН (Российская Федерация, 400062, г. Волгоград, пр. Университетский, д. 97), ORCID: 0000-0001-8873-2799, e-mail: matveev-sh@vfanc.ru

Author Information

Matveev Stefan, laboratory assistant-researcher at the laboratory of geoinformation modeling and mapping of agroforestry landscapes of the Federal Scientific Center for Agroecology of the Russian Academy of Sciences (Russian Federation, 400062, Volgograd, Universitetsky Ave., 97), ORCID: 0000-0001-8873-2799, e-mail: matveev-sh@vfanc.ru