

4.1.6. – Лесоведение, лесоводство, лесные культуры, агролесомелиорация, озеленение, лесная пирология и таксация (сельскохозяйственные науки)

УДК 528.854

DOI: 10.34736/FNC.2023.122.3.001.07-14

Картографирование лесистости Волго-Ахтубинской поймы

Александр Анатольевич Васильченко✉, м.н.с., e-mail: vasilchenko-a@vfanc.ru, ORCID: 0000-0001-9591-6895

«Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения

Российской академии наук» (ФНЦ агроэкологии РАН), e-mail: info@vfanc.ru,

400062, пр. Университетский, 97, г. Волгоград, Россия

Аннотация. Многолетний нарушенный гидрологический режим Волго-Ахтубинской поймы, а также изменившиеся климатические особенности привели к деградации пойменных ландшафтов. Активное освоение верхней (Волгоградской) части поймы, недостаточное обводнение средней части, а также пожары привели к сокращению площадей лесных насаждений, данные о которых датируются 2006 г. (данные земельной статистики), а научные исследования ограничивались фрагментарными работами в различных частях поймы. В связи с этим возрастает актуальность в обновлении данных о площадях лесных насаждений и лесистости поймы в целом. С этой целью на тестовой территории (Волгоградская часть поймы: от Волгоградского гидроузла до дельты р. Волга) проведено экспертное дешифрирование материалов сверхвысокого пространственного разрешения для определения точности результатов картографирования на основе бисезонного индекса леса. Получены новые актуальные данные о пространственном распределении и площадях лесных насаждений. Общая точность составила 92,6%, точность пользователя – 89%, а производителя – 87%, относительная ошибка в зоне 50 метров от экспертных полигонов составила 8%. Показатели лесистости на тестовой территории имеют коэффициент корреляции $R=0,94$. Моделирование лесистости способом сеточной картографии (ячейка – 6,25 км²) позволило районировать пойму на три части в зависимости от процента лесистости. Выявлена отрицательная динамика лесных площадей на всей территории поймы с максимальными значениями в Светлоярском районе Волгоградской области и Енотаевском районе Астраханской области.

Ключевые слова: Волго-Ахтубинская пойма, лесные насаждения, лесистость, Bi-Seasonal Forest Index, дистанционное зондирование.

Финансирование. Работа выполнена в рамках государственного задания ФНЦ агроэкологии РАН НИР № 122020100311-3 «Теоретические основы функционирования и природно-антропогенной трансформации агролесоландшафтных комплексов в переходных природно-географических зонах, закономерности и прогноз их деградации и опустынивания на основе геоинформационных технологий, аэрокосмических методов и математико-картографического моделирования в современных условиях».

Цитирование. Васильченко А.А. Картографирование лесистости Волго-Ахтубинской поймы // Научно-агрономический журнал. 2023. 3(122). С. 07-14. DOI: 10.34736/FNC.2023.122.3.001.07-14

Поступила в редакцию: 10.08.2023

Принята к печати: 11.09.2023

Введение. Актуализация информации о пространственном размещении и площадях лесных насаждений является одной из важных задач современной геоинформатики и дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Ввиду серьёзных проблем обводнения, что подтверждается исследованиями Конева С. В., Боканевой А. А, а также Кулика К. Н. и Заплавнова Д. М [10-12; 22], упадка сельского хозяйства по данным Бармина А. Н. и др. [2; 8], а также современных программ по экологическому оздоровлению Волги [16], Волго-Ахтубинская пойма как уникальный природный ландшафт привлекает пристальное внимание общественности и науки. Исследования лесных насаждений на этой территории производились локально на основе тестовых участков и были направлены на мониторинг лесных фитоценозов [17; 19], в их числе анализ состояния древесно-кустарниковой растительности (ДКР) [13; 18], анализ и картографирование лесных насаждений на основе материалов

ДЗЗ [5; 6; 21], а также анализ земельного фонда по статистическим материалам [2; 8].

Актуальность в мониторинге лесных насаждений Волго-Ахтубинской поймы обуславливается нарушенным гидрологическим режимом [11], наличием очагов распространения насекомых-вредителей [18; 20], вырубками [1; 27], пожарами [3; 4], а также активным строительством и заселением территорий, близких к городским агломерациям [26; 27]. Вышеперечисленные факторы создают серьёзную нагрузку на лесные насаждения поймы, что в итоге приводит к сокращению площадей лесной растительности. По данным проведенного анализа деградации лесов Волго-Ахтубинской поймы Юферевым В.Г. и Тарановым Н.Н. [27], с 2002 по 2014 на участке, близком к Волгоградской агломерации, площадь искусственных насаждений уменьшилась на 14,3%, а площади выпадов лесных насаждений увеличились на 5%. Ныне такие цифры будут значительно больше в связи с

освоением поймы на территории Волгоградской области. Проблемы Астраханской части поймы сосредоточены вокруг обводнения. В настоящее время только 30% территории Волго-Ахтубинской поймы и дельты Волги могут заливаться в период сброса [24]. Инвентаризация лесных насаждений в условиях ландшафтов Волго-Ахтубинской поймы традиционными методами затруднена, а степень их изученности остается недостаточной, актуализация информации о площадях и лесистости является первостепенной задачей.

Цель исследования – картографирование лесных насаждений и моделирование лесистости Волго-Ахтубинской поймы с применением геоинформационных методов в совокупности с космическими снимками для оперативного мониторинга.

Новизна исследования состоит в использовании новых и перспективных инструментов картографирования лесных насаждений, основанных на разносезонных данных космической съемки, а также анализ точности в пойменных ландшафтах.

Материалы и методы. В качестве объекта исследования выбрана Волго-Ахтубинская пойма в пределах верхней части поймы (от Волгоградского гидроузла до пос. Чёрный Яр), а также средней части (от пос. Чёрный Яр до с. Верхнелебяжье – начала р. Бузан). Дельта Волги и ильменно-бугровой район в исследовании не задействованы ввиду отсутствия необходимых космических снимков зимнего сезона. Основу исследования составляют данные высокого пространственного разрешения (10 м/пикс.) спутников Sentinel 2A/2B, полученные с помощью инфраструктуры Центра коллективного пользования «ИКИ-Мониторинг» [14] и возможностей информационного сервиса «Вега» [29].

Территория исследования находится в пределах 6 тайлов Sentinel-2: T38UMU, T38UNU, T38UPU, T38TPT, T38TQT, T38TQS. База космических снимков состоит из безоблачных сцен за 2022-2023 г. (таблица 1). Уровень обработки данных ДЗЗ – BOA (Bottom of Atmosphere). Основной способ выделения лесных насаждений – бисезонный индекс леса BSFI (англ. Bi-Seasonal Forest Index), который с высокой точностью идентифицирует не только защитные лесные насаждения, но и естественные леса в пойменных ландшафтах при должной корректировке первичных результатов [25].

Суть расчета BSFI состоит в выявлении нормализованной разности между композитным изображением минимальных значений NDVI (англ. Normalized Difference Vegetation Index — нормализованный разностный вегетационный индекс) за вегетационный сезон и композитным изображением максимальных значений альбедо зимнего периода с наличием снежного покрова. Уточнение материалов также производилось на основе маски сельскохозяйственных угодий [7]: великовозрастные залежи с древесно-кустарниковой растительностью с итоговой маски удалялись с целью уменьшения ложных выделений лесных насаждений.

Композитные изображения для расчета BSFI составлялись с помощью последовательного сравнения разновременных данных в пределах одного тайла Sentinel-2. Пороговое значение леса подбиралось под каждый тайл отдельно ввиду разного набора разновременных данных ДЗЗ под конкретную территорию.

Вычисление лесистости проводилось методом сеточной картографии. На территорию исследования создавалась сетка с размером элемента в 2,5 км (6,25 км²). С помощью зональной статистики вычислялась площадь лесных насаждений в пределах каждого элемента сетки.

Для оценки точности результатов полуавтоматического картографирования лесных насаждений дополнительно составлялась маска лесных насаждений, выделенная экспертным путем в пределах пойменных ландшафтов на территории Волгоградской области. В качестве основы для экспертного картографирования использовались данные сверхвысокого пространственного разрешения с платформы Google Earth Engine. Временной интервал картографирования: осень 2021 – лето 2022 года. Рабочие масштабы экспертного картографирования находились в пределах от 1:1000 до 1:2500.

Так как территория исследования имеет лесные земли только в пределах пойменных ландшафтов, то дополнительно проводилось сравнение результатов с данными земельной статистики [9], а также с данными Global Forest Change [28]: маска лесов за 2000 г., пороговое значение для леса – >30% проективного покрытия.

Таблица 1. Исходные данные ДЗЗ территории исследования

Тайл	Весна	Лето	Зима
T38UMU	21.04.2022	21.06.2022 08.07.2022	24.01.2023
T38UNU	21.04.2022	13.06.2022 08.07.2022	24.01.2023
T38UPU	21.04.2022	15.07.2022 24.08.2022	21.01.2023
T38TPT	21.04.2022	15.07.2022 24.08.2022	21.01.2023
T38TQT	21.04.2022	15.07.2022	21.01.2023
T38TQS	24.03.2022 31.05.2022	20.06.2022 15.07.2022	10.02.2023

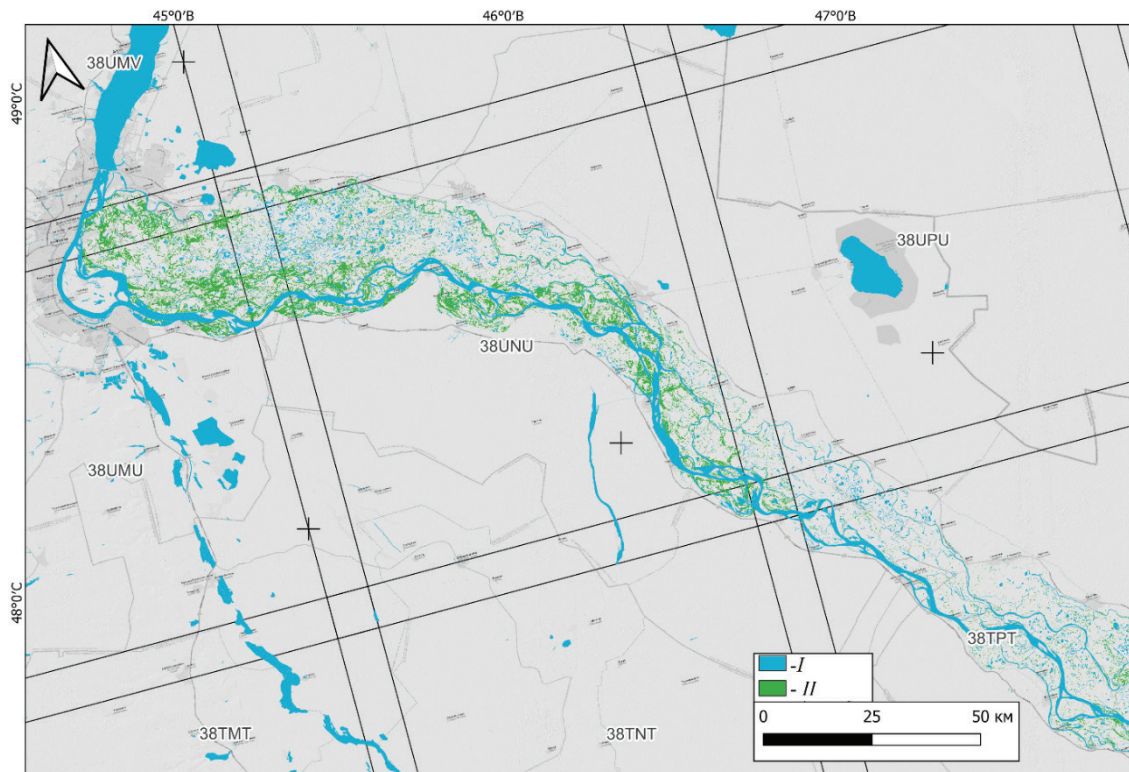


Рисунок 1. Лесные насаждения в пределах Волго-Ахтубинской поймы: I – водные объекты, II – лесные насаждения

Результаты и обсуждение. На территорию Волго-Ахтубинской поймы (от Волгоградского гидроузла до дельты р. Волга) составлена маска лесных насаждений с помощью BSFI. Общая площадь лесных насаждений составила 79238,41 га (рисунок 1). Для определения точности данного способа картографирования уточнена маска лесных насаждений Волго-Ахтубинской поймы на территории Волгоградской области, созданная в 2020 г. [6], и использовалась как реальные классы в матрице ошибок. Общая точность картографирования лесных насаждений в пойменных ландшафтах составила 92,6%. Точность производителя – 89%, точность пользователя 87%. Сравнительный анализ лесистости территории Волгоградской части поймы, рассчитанной на основе материалов BSFI и материалов экспертного дешифрирования показал наличие тесной связи, которая характеризуется коэффициентом корреляции $R=0,94$.

Так как BSFI создавался как способ выделения защитных лесных насаждений (ЗЛН), оценка точности его использования при картографировании лесных насаждений в пойменных ландшафтах показала хорошие результаты. Следует заметить, что пороговое значение BSFI для лесных насаждений определялось для каждого тайла отдельно, в зависимости от высоты снежного покрова. Чем больше снежный покров в пределах тайла, тем больше пороговое значение BSFI, однако диапазон при этом составлял от 0 до 0,15. Высота снежного покрова также влияла на ложные определения околоводной растительности: в наиболее освоенных территориях поймы (верхняя часть и прибрежные

территории Волги и Ахтубы) высоты снежного покрова было недостаточно для разделения, поэтому на тестовой территории 2135 га лесных насаждений идентифицировались ошибочно, а 1695 га лесных насаждений не идентифицировались вовсе: относительная ошибка по площадям лесных насаждений в зоне 50 метров от экспертных полигонов составила 8%.

На основе полученных данных о лесных насаждениях с помощью BSFI, вычислена лесистость в пределах Волго-Ахтубинской поймы (рисунок 2). Общая лесистость составила 11,7%, 63% ячеек имеет лесистость до 10%. Значения лесистости варьируются от 0,02% в малолесных районах средней поймы с большим количеством водотоков до 71% в верхней части поймы (Ленинский район). В пределах поймы в зависимости от лесистости отчетливо выделяются три зоны: зона с максимальной концентрацией лесных насаждений (от Волгоградского гидроузла до с. Никольское на правом берегу Волги) с значениями лесистости более 10%; зона с минимальной концентрацией лесных насаждений (от с. Никольское до с. Владимировка на правом берегу р. Волга) с значениями лесистости до 5 %; зона с средней концентрацией лесных насаждений (от с. Владимировка до начала дельты Волги) с значениями лесистости в пределах 5-10%.

На основе расчета площадей лесных насаждений в пределах поймы, источником которых являлись результаты картографирования, земельная статистика на 1 января 2006 года [9] (по данным федерального государственного статистического наблюдения за земельными ресурсами, осуществ-

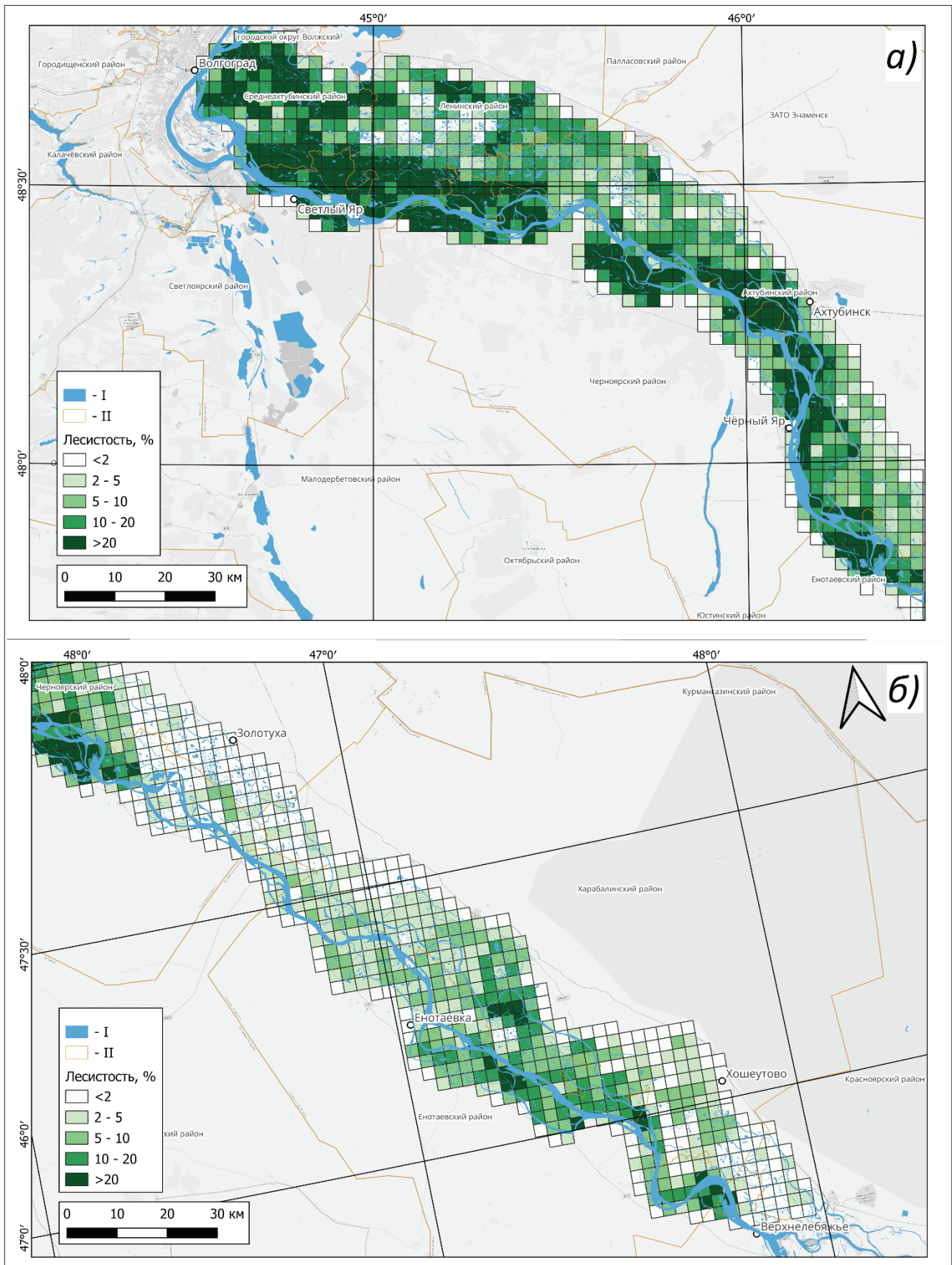


Рисунок 2. Карта лесистости Волго-Ахтубинской поймы: I – водные объекты; II- границы муниципальных образований; а) верхний участок поймы, б) средний участок поймы

Научно-агрономический журнал 3 (122) 2023 = Scientific Agronomy Journal 3 (122) 2023

ляемого Федеральным агентством кадастра объектов недвижимости), а также материалов GFC 2000 выявлена лесистость поймы в пределах 7

административных районов: двух районов Волгоградской области, пяти – Астраханской области (таблица 2).

Таблица 2. Лесистость поймы в пределах муниципальных районов

Муниципальное образование	Площадь пойменной части, га	Площадь ЛН - BSFI, га / лесистость, %	Площадь ЛН - BD-Soil, га / Лесистость, %	Площадь ЛН GFC 2000, га / Лесистость, %
Среднеахтубинский район	63848,1	10770,1 / 16,8%	11773 / 18,4%	12970,22 / 20,3%
Ленинский район	75795,6	9878,59 / 13%	10159 / 13,4%	12342,6 / 16,3%
Харабалинский район	142681,9	7881,83 / 5,5%	8807 / 6,2%	19042,52 / 13,4%
Ахтубинский район	173800,7	17538,41 / 10,09%	18452 / 10,6%	23577,18 / 13,6%
Енотаевский район	147787,9	15751,19 / 10,6%	20919 / 14,2%	39923,46 / 27%
Светлоярский район	20525,1	6847,9 / 33,3%	9111 / 44,4%	12233,7 / 59,6%
Черноярский район	75355,8	13239,71 / 17,5%	14964 / 19,9%	16445,1 / 21,8%

Различия площадей картографируемых лесных насаждений с данными земельной статистики составляют от 3% до 25%. Лесистость по пойме, в пределах муниципальных районов, в динамике снижается во всех исследуемых районах (рисунок 3). Этот факт объясняется деградацией пойменных ландшафтов, в том числе и лесных насаждений, что не раз доказано в исследованиях с опубликованием причин и направлений деятельности по их устранению [15]. Наиболее высокие значения сокращения лесистости замечены в Светлоярском районе Волгоградской области (с 59,6% до 33,3%) и Енотаевском районе Астраханской области (с 27% до 10,6%).

Заклучение. Таким образом, данный способ картографирования лесных насаждений и моделирования лесистости позволяет оперативно и точно выполнять задачи мониторинга территории. Анализ динамики сокращения площадей лесных насаждений и лесистости в пределах пойменных частей муниципальных районов показал отрицательную тенденцию во всех территориальных образованиях. Использование экспертных пороговых значений BSFI для каждого тайла Sentinel-2 позволило добиться точности в 92,6% при коэффициенте корреляции $R=0,94$ на тестовом участке Волгоградской части поймы. Однако при условии недостаточности годовых материалов ДЗЗ способ требует корректировки значений по иным индексам.



Рисунок 3. Лесистость по пойме в пределах Харабалинского района

Литература:

1. Бармин А. Н., Иолин М. М., Занозин В. В. Пойменные леса Волго-Ахтубинской поймы и проблема рекреации // Южно-российский вестник геологии, географии и глобальной энергии. 2005. № 2(11). С. 62-65.
2. Бармин А. Н., Иолин М. М., Шарова И. С., Голуб В. Б. Структура и динамика землепользования в Астраханской области // Геология, география и глобальная энергия. 2011. № 3(42). С. 143-149.
3. Берденгалиева А. Н. Анализ горимости пойменных ландшафтов нижней Волги по данным информационных продуктов спутникового детектирования активного горения и выгоревших площадей // ИнтерКарто. ИнтерГИС. 2022. Т. 28, № 1. С. 346-358. DOI 10.35595/2414-9179-2022-1-28-346-358 – EDN IYORTV
4. Берденгалиева А. Н. Динамика пожарного режима ландшафтов Волго-Ахтубинской поймы // Грани познания. 2023. № 1(84). С. 5-8.
5. Бодрова В. Н. Картографирование лесистости острова Сарпинский Волгоградской области // Вестник Московского университета. Серия 5: География. 2018. № 3. С. 47-54.
6. Васильченко А. А., Грицюк А. А. Оценка лесистости Волго-Ахтубинской поймы на территории Волгоградской области // Грани познания. 2020. № 2(67). С. 9-12.
7. Васильченко А. А., Юферев В. Г. Пространственное распределение и использование сельскохозяйственных угодий в Волго-Ахтубинской пойме: Свидетельство о государственной регистрации базы данных (RU) 2023622170, дата регистрации: 29.06.2023.
8. Зайцев В. Ф., Мельник И. В., Филиппова А. А. Современное состояние земельного фонда Астраханской области // Антропогенные вызовы качеству окружающей среды Северного Прикаспия. – Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет. 2017. С. 71-111.
9. Картографический блок. Информационная система «Почвенно-географическая база данных России». URL: <https://soil-db.ru/map/agristat>
10. Конев С. В., Боканева А. А. Современное состояние водной экологической системы Волго-Ахтубинской поймы как результат антропогенного воздействия / Итоги и перспективы развития агропромышленного комплекса: Сборник материалов Международной научно-практической конференции: Прикаспийский научно-исследовательский институт аридного земледелия. 2018. С. 356-362.
11. Кривошей В. А. Река Волга (проблемы и решения). М.: ООО Журнал «РТ». 2015. 92 с.
12. Кулик К. Н., Заплавнов Д. М., Кищенко А. А. Деградация уникальных ландшафтов Волго-Ахтубинской поймы и Астраханской области под прессом техногенных нагрузок // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2012. № 4(28). С. 6-11.
13. Кулик К. Н., Заплавнов Д. М., Кищенко А. А. Состояние и проблемы сохранения дубрав Волго-Ахтубинской поймы Черноярского района Астраханской области // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2012. № 4(28). С. 11-15.
14. Лупян Е.А., Прошин А.А., Бурцев М.А., Балашов И.В., Барталев С.А., Ефремов В.Ю., Кашницкий А.В., Мазуров А.А., Матвеев А.М., Суднева О.А., Сычугов И.Г., Толпин В.А., Уваров И.А. Центр коллективного пользования си-

- стемами архивации, обработки и анализа спутниковых данных ИКИ РАН для решения задач изучения и мониторинга окружающей среды // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2015. Т. 12. № 5. С. 263-284.
15. Манаенков А. С. Актуальные проблемы науки и практики лесного сектора на Юге России // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2015. № 2(38). С. 59-63.
16. Павлова В. Обводнение Волго-Ахтубинской поймы – важнейший проект по оздоровлению Волги // Гидротехника. 2020. № 2(59). С. 36-37.
17. Русакова Е. Г., Заболотная М. В. Основные древесные породы лесного фонда Астраханской области // Естественные науки. 2011. № 1(34). С. 22-31.
18. Рыбашлыкова Л. П., Конев С. В. Анализ состояния древесно-кустарниковой растительности Волго-Ахтубинской поймы // Вестник Прикаспия. 2017. № 3(18). С. 47-51.
19. Рыбашлыкова Л. П., Конев С. В. Мониторинг лесного фитоценоза прибрежной территории Волго-Ахтубинской поймы // Аграрный вестник Урала. 2017. № 10(164). С. 7.
20. Рыбашлыкова Л. П., Лепеско В. В. Современное состояние лесного фитоценоза в Волго-Ахтубинской пойме / Мировые научно-технологические тенденции социально-экономического развития АПК и сельских территорий: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию окончания Сталинградской битвы. Том 4. – Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет. 2018. С. 303-306.
21. Таранов Н. Н. Дистанционное зондирование и экологическое картографирование лесного фонда Волго-Ахтубинской поймы / Антропогенная трансформация геопространства: история и современность: Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Волгоград: Волгоградский государственный университет. 2014. С. 415-417.
22. Тютюма Н. В., Туз Р. К., Конев С. В. Значение Волго-Ахтубинской поймы в сохранении устойчивости экологической системы Северного Прикаспия // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2017. № 1(45). С. 175-181.
23. Шарова И. С., Крыжановская Г. В., Безуглова М. С. Геоинформационные мониторинговые наблюдения на территории Астраханской области / Современные проблемы географии: Межвузовский сборник научных трудов. Выпуск 5. – Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет». 2021. С. 13-15.
24. Шинкаренко С. С., Барталев С. А., Богодухов М. А. [и др.] Классификация пойменных земель Нижней Волги на основе многолетних данных дистанционного зондирования и гидрологической информации // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2023. Т. 20. № 3. С. 119-135. DOI 10.21046/2070-7401-2023-20-3-119-135
25. Шинкаренко С. С., Барталев С. А., Васильченко А. А. Метод картографирования защитных лесных насаждений на основе разновременных спутниковых изображений высокого пространственного разрешения и бисезонного индекса леса // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2022. Т. 19, № 4. С. 207-222. DOI 10.21046/2070-7401-2022-19-4-207-222

26. Юферев В. Г., Таранов Н. Н. Геоинформационная оценка и моделирование деградации лесных насаждений Волго-Ахтубинской поймы // Грани познания. 2015. № 4(38). С. 90-93.

27. Юферев В. Г., Таранов Н. Н. Ретроспективный анализ деградации лесов Волго-Ахтубинской поймы // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2016. № 3(43). С. 66-72.

28. Hansen M.C., Potapov P.V., Moore R., Hancher M., Turubanova S.A., Tyukavina A., Thau D., Stehman S.V., Goetz

S. J., Loveland T.R., Kommareddy A., Egorov A., Chini L., Justice C.O., Townshend J.R.G. High Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change. *Science*. 2013. V. 342. P. 850–853. DOI: 10.1126/science.1244693

29. 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. Vol. 14. No. 1. 77 p. DOI: doi.org/10.3390/rs14010077

DOI: 10.34736/FNC.2023.122.3.001.07-14

Mapping the Volga-Akhtuba Floodplain Forest Cover

Alexander A. Vasilchenko✉, Junior Researcher, e-mail: vasilchenko-a@vfanc.ru, ORCID: 0000-0001-9591-6895
“Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences” (FSC of Agroecology RAS), e-mail: info@vfanc.ru,
400062, Universitetskiy Prospekt, 97, Volgograd, Russia

Abstract. The multiannually disturbed hydrological regime of the Volga-Akhtuba floodplain, as well as the changed climatic features, led to the degradation of floodplain landscapes. Active development of the upper (Volograd) part of the floodplain, as well as insufficient watering of the middle part and fires led to area of forest plantations reduction, data on which date back to 2006 (land statistics data). At the same time scientific research in various parts of the floodplain was fragmentary. In this regard, the relevance of updating data on the forest plantations areas and the floodplain forest cover as a whole increases. For this purpose, expert interpretation of ultra-high spatial resolution materials was carried out on the test sites (Volograd part of the floodplain: from the Volograd hydroelectric power plant to the Volga River delta) to determine the accuracy of mapping results based on the bi-seasonal forest index. New up-to-date data on the spatial distribution and areas of forest plantations have been obtained. The overall accuracy was 92.6%, the user’s accuracy was 89%, and the producer’s was 87%, the relative error in the area of 50 meters from the expert polygons was 8%. Indicators of forest cover in the test area have a correlation coefficient of $R = 0.94$. Modeling of forest cover using grid cartography (6.25 km² per cell) allowed the floodplain to be zoned into three parts depending on the percentage of forest cover. The negative dynamics of forest areas throughout the floodplain with maximum values in the Svetloyarsky district of the Volograd Region and the Yenotaevsky district of the Astrakhan Region was revealed.

Keywords: Volga-Akhtuba floodplain, forest plantations, forest cover, Bi-Seasonal Forest Index, remote sensing

Funding. The work was carried out within the framework of the state task for the FSC of agroecology RAS No. 122020100311-3 “Theoretical foundations of the functioning and natural-anthropogenic transformation of agroforestry complexes in transitional natural-geographical zones; patterns

and forecast of their degradation and desertification based on geoinformation technologies, aerospace methods and mathematical cartographic modeling in contemporary conditions”.

Citation. Vasilchenko A.A. Mapping the Volga-Akhtuba Floodplain Forest Cover. *Scientific Agronomy Journal*. 2023;3(122):07-14. DOI: 10.34736/FNC.2023.122.3.001.07-14

Received: 10.08.2023

Accepted: 11.09.2023

References:

1. Barmin A.N., Iolin M.M., Zanozin V.V. Floodplain forests of the Volga-Akhtuba floodplain and the problem of recreation. *Yuzhno-rossijskij vestnik geologii, geografii i global'noj energii = Geology, geography and global energy*. 2005;2(11):62-65. (In Russ.)
2. Barmin A.N., Iolin M.M., SHarova I. S., Golub V. B. Structure and dynamics of land use in the Astrakhan Region. *Geologiya, geografiya i global'naya energiya = Geology, geography and global energy*. 2011;3(42):143-149. (In Russ.)
3. Berdengalieva A.N. Analysis of the Lower Volga floodplain landscapes burnability according to the data of information products of active burning and burnt areas satellite detection. *Intercarto. Intergis*. 2022;28(1):346-358. (In Russ.) DOI: 10.35595/2414-9179-2022-1-28-346-358
4. Berdengalieva A. N. Dynamics of the Volga-Akhtuba floodplain landscapes fire regime. *Grani poznaniya*. 2023; 1(84):5-8. (In Russ.)
5. Bodrova V. N. Mapping of the Sarpinsky Island, Volgograd Region forest cover. *Vestnik Moskovskogo Universiteta. Seriya 5, Geografia*. 2018;3:47-54. (In Russ.)
6. Vasilchenko A. A., Gritsyuk A. A. Assessment of the forest cover of the Volga-Akhtuba floodplain in the Volograd region. *Grani poznaniya*. 2020;2(67):9-12 (In Russ.)
7. Vasilchenko A. A., Yuferev V. G. Spatial distribution and use of agricultural land in the Volga-Akhtuba floodplain: Certificate of the database state registration (RU) 2023622170, registration date: 29.06.2023.
8. Zajtsev V. F., Mel'nik I. V., Filippova A. A. The current state of the Astrakhan Region land fund. *Antropogennyye vyzovy kachestvu okruzhayushchej sredy Severnogo Prikaspiya*. Volgograd. FSBEI HE Volgograd SAU Publ. house. 2017. pp. 71-111. (In Russ.)

9. Cartographic block. "Soil-geographical database of Russia" information system. URL: <https://soil-db.ru/map/agri-stat> (In Russ.)
10. Konev S. V., Bokaneva A. A. The current state of the Volga-Akhtuba floodplain water ecological system as a result of anthropogenic impact. Itogi i perspektivy razvitiya agropromyshlennogo kompleksa: Compilation of the International Scientific and Practical Conference materials: PNIIAZ Publ. house. 2018. pp. 356-362. (In Russ.)
11. Krivoshei V. A. Volga River (problems and solutions). M. RT Magazine LLC Publ. house. 2015. 92 p (In Russ.)
12. Kulik K. N., Zaplavnov D. M., Kischenko A. A. Degradation of the Volga-Akhtuba floodplain and the Astrakhan Region unique landscapes under the pressure of technogenic loads. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie = Izvestia of the Lower Volga Agro-University Complex*. 2012;4(28): 6-11 (In Russ.)
13. Kulik K. N., Zaplavnov D. M., Kischenko A. A. The state and problems of the Volga-Akhtuba floodplain oaks conservation in the Chernoyarsky district of the Astrakhan Region. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie = Izvestia of the Lower Volga Agro-University Complex*. 2012;4(28):11-15. (In Russ.)
14. Lupyan E.A., Proshin A.A., Burtsev M.A. [et al.] Center for Collective Use of Archiving, Processing and Analysis Systems satellite data of the ICI RAS for solving problems of studying and monitoring the environment. *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa = Current problems in remote sensing of the Earth from space*. 2015;12(5):263-284. (In Russ.)
15. Manaenkov A. S. Actual problems of science and practice of the forest sector in the South of Russia. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie = Izvestia of the Lower Volga Agro-University Complex*. 2015;2(38):59-63. (In Russ.)
16. Pavlova V. Watering of the Volga-Akhtuba floodplain as the most important project for the Volga recovery. *Gidrotekhnika = The Hydrotechnika*. 2020;2(59):36-37. (In Russ.)
17. Rusakova E. G., Zabolotnaya M. V. The main tree species of the Astrakhan Region forest fund. *Estestvennye nauki = Natural sciences*. 2011;1(34):22-31. (In Russ.)
18. Rybashlykova L. P., Konev S. V. Tree and shrub vegetation state analysis in the Volga-Akhtuba floodplain. *Vestnik Prikaspiya*. 2017;3(18):47-51. (In Russ.)
19. Rybashlykova L. P., Konev S. V. Monitoring of forest phytocenosis of the Volga-Akhtuba floodplain coastal territory. *Agrarnyj vestnik Urala = Agrarian Bulletin of the Urals*. 2017;10(164):7. (In Russ.)
20. Rybashlykova L. P., Lepesko V. V. The current state of forest phytocenosis in the Volga-Akhtuba floodplain. *Mirovye nauchno-tekhnologicheskie tendentsii sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya APK i sel'skikh territorij*: Materials of the International scientific and practical conference dedicated to the 75th anniversary of the end of the Battle for Stalingrad; Volgograd. Volgograd SAU Publ. house. 2018;4: 303-306. (In Russ.)
21. Taranov N. N. Remote sensing and ecological mapping of the Volga-Akhtuba floodplain forest fund. *Antropogennaya transformatsiya geoprostranstva: istoriya i sovremennost'*: Materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference. Volgograd. VolSU Publ. house. 2014. pp. 415-417. (In Russ.)
22. Tyutyuma N. V., Tuz R. K., Konev S. V. The significance of the Volga-Akhtuba floodplain in preserving the sustainability of the Northern Near-Caspian ecological system. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie = Izvestia of the Lower Volga Agro-University Complex*. 2017;1(45):175-181. (In Russ.)
23. Sharova I. S., Kryzhanovskaya G. V., Bezuglova M. S. Geoinformation monitoring observations on the territory of the Astrakhan Region. *Sovremennye problemy geografii*: Interuniversity compilation of scientific papers. Astrakhan. "Astrakhanskij universitet" Publ. house. 2021; 5:13-15. (In Russ.)
24. Shinkarenko S. S., Bartalev S. A., Bogodukhov M. A. [et al.] Classification of the Lower Volga floodplain lands on the basis of long-term remote sensing data and hydrological information. *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa = Current problems in remote sensing of the Earth from space*. 2023;20(3):119-135. (In Russ.) DOI: 10.21046/2070-7401-2023-20-3-119-135
25. Shinkarenko S. S., Bartalev S. A., Vasilchenko A. A. Method of mapping protective forest stands based on multi-time satellite images of high spatial resolution and bi-seasonal forest index. *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa = Current problems in remote sensing of the Earth from space*. 2022;19(4):207-222. (In Russ.) DOI: 10.21046/2070-7401-2022-19-4-207-222
26. Yuferev V. G., Taranov N. N. Geoinformation assessment and modeling of the Volga-Akhtuba floodplain degradation forest plantations. *Grani poznaniya*. 2015;4(38):90-93. (In Russ.)
27. Yuferev V. G., Taranov N. N. Retrospective analysis of the Volga-Akhtuba floodplain forest degradation. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie = Izvestia of the Lower Volga Agro-University Complex*. 2016;3(43):66-72. (In Russ.)
28. Hansen M.C., Potapov P.V., Moore R., Hancher M., Turubanova S.A., Tyukavina A., Thau D., Stehman S.V., Goetz S. J., Loveland T.R., Kommareddy A., Egorov A., Chini L., Justice C.O., Townshend J.R.G. High Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change. *Science*. 2013;342:850-853. DOI: 10.1126/science.1244693
29. 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;14(1):77. DOI: 10.3390/rs14010077

Авторский вклад. Автор настоящего исследования принимал непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования, ознакомился и одобрил представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Author contribution. Author of this research paper have directly participated in the planning, execution and analysis of this study. Author of this paper have read and approved the final version submitted.

Conflict of interest. Author declare no conflict of interest.