

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

УДК 528.88

DOI: 10.34736/FNC.2023.122.3.002.15-22

## Картографирование защитной лесистости пахотных угодий на севере Волгоградского Заволжья по данным дистанционного зондирования Земли

Асель Нурлановна Берденгалиева✉, м.н.с., e-mail: berdengalieva-an@vfanc.ru, ORCID: 0000-0002-5252-7133  
«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

**Аннотация.** Значительные площади сельскохозяйственных земель подвержены негативному воздействию процессов дефляции и водной эрозии. Защитные лесные насаждения, в том числе полевые защитные лесные полосы, предназначены для снижения интенсивности этих процессов, улучшения микроклимата и повышения урожайности возделываемых сельскохозяйственных культур. В то же время полевые защитные лесные полосы зачастую находятся в неудовлетворительном состоянии и требуют ухода или реконструкции. Особенно это актуально для территории районов Заволжья, где лесорастительные условия наиболее сложные. Целью исследования являлось определение актуальных площадей полевых защитных лесных насаждений на севере Волгоградского Заволжья. Подобные работы выполнялись на основе экспертного дешифрирования спутниковых снимков, доступ к которым ограничен. Поэтому актуальным является применение методов, основанных на открытых спутниковых данных Sentinel-2. Новизна исследований заключается в применении бисезонного индекса леса BSFI для картографирования защитных лесных насаждений в условиях Волгоградского Заволжья, а также применении геоинформационных технологий для оценки соответствия линейных размеров отдельных сельскохозяйственных полей рекомендованным значениям. В результате проведенных работ для Старополтавского района Волгоградской области разработана электронная карта сельскохозяйственных полей, рассчитаны их фактические линейные размеры, картографированы существующие полевые защитные лесные полосы, определена защитная лесистость пашни в разрезе муниципальных образований, подтипов и комплексов почв. Установлено, что самая высокая лесистость пашни на темно-каштановых почвах (4,1%), на солонцах и солонцеватых почвах лесистость не превышает 1-1,5%. Большая часть полей имеет длину более 2 км, что в несколько раз превышает рекомендованную величину (400 м). Предложена схема размещения дополнительных полевых защитных лесных полос, что позволит увеличить лесистость пашни с фактических 2,6 тыс. га до 4,0 тыс. га. Используемые в работе методы могут широко применяться для оценки защитной лесистости пахотных земель в зоне недостаточного увлажнения.

**Ключевые слова:** агроландшафты, полевые защитные лесные насаждения, пахотные земли, дефляция, геоинформационные технологии, дистанционное зондирование.

**Финансирование.** Работа выполнена в рамках государственного задания ФНЦ агроэкологии РАН НИР № 122020100406-6 «Теоретические основы и математико-картографические модели функционирования агролесомелиоративных систем в защите почв от дефляции».

**Цитирование.** Берденгалиева А.Н. Картографирование защитной лесистости пахотных угодий на севере Волгоградского Заволжья по данным дистанционного зондирования Земли // Научно-агрономический журнал. 2023. 3(122). С. 15-22. DOI: 10.34736/FNC.2023.122.3.002.15-22

Поступила в редакцию: 30.06.2023

Принята к печати: 11.09.2023

**Введение.** В настоящее время в России около 65% пашни подвержены различным видам деградации: водной эрозии, дефляции, засолению или заболачиванию. Особенно остро проблема деградации пахотных земель проявляется в зоне недостаточного увлажнения. Интенсивная распашка территории усиливает процессы деградации и опустынивания, что может привести к резкому снижению продуктивности земель [9]. Защитные лесные насаждения (ЗЛН), призванные снижать воздействие неблагоприятных факторов, в засушливой и полусухой зоне находятся в очень сложных лесорастительных условиях. При отсутствии должного лесохозяйственного ухода, достижении

предельного возраста, повреждений пожарами, незаконными рубками и вредителями значительные площади насаждений находятся в неудовлетворительном состоянии, из-за чего их защитные функции снижаются [2; 19; 22]. Кроме защиты почв от водной и ветровой эрозии защитные лесные насаждения положительно влияют на микроклимат и способствуют повышению продуктивности агроценозов [1]. По этим причинам лесные полосы являются крайне важным компонентом агроландшафтов. В то же время почти отсутствуют актуальные сведения о состоянии полевых защитных лесных полос, особенно в сложных лесорастительных условиях, несмотря на то, что отмечается не-

обходимость в тщательном мониторинге и детальной оценке лесных насаждений. Это может быть связано со сложностью такой оценки, т.к. наземные лесотаксационные обследования требуют больших временных и финансовых затрат. Для мониторинга состояния лесных насаждений достаточно широко применяются различные данные дистанционного зондирования Земли, но защитные лесные насаждения имеют ряд особенностей [2; 13; 20; 24].

Из-за небольшой ширины полезащитных лесных полос спутниковый мониторинг их состояния затруднен, т.к. требуются данные сверхвысокого пространственного разрешения, отсутствующие в открытом доступе. По этим причинам исследования состояния полезащитных лесных полос по данным дистанционного зондирования опираются на технологии визуального дешифрирования спутниковых изображений, которые находятся в свободном доступе через широко распространенные картографические сервисы (например, Google Earth Pro) [16]. Тем не менее невозможность геоинформационной обработки таких данных в современных программах существенно ограничивает возможность применения этих систем. С появлением спутниковой системы Sentinel-2, которая позволяет получать данные пространственного разрешения 10 м, стала возможной разработка методов автоматизированного и полуавтоматического картографирования защитных лесных насаждений. Наиболее подходящим для этих целей является бисезонный индекс леса (BSFI), для расчета которого используются летние данные NDVI и зимние спутниковые изображения при наличии снежного покрова. Этот подход позволяет достаточно просто получать данные для картографирования защитных лесных насаждений, в том числе и полезащитных лесных полос. Бисезонный индекс леса применялся на территории правобережья Саратовской области [18], в Заволжье данный подход применяется впервые.

Территория Заволжья в Волгоградской области характеризуется наиболее сложными лесорастительными условиями, из-за чего большая часть полезащитных лесных полос здесь находится в неудовлетворительном состоянии. Также растениеводство здесь возможно либо в северной части на каштановых и темно-каштановых почвах, либо с применением орошения [5]. Согласно сведениям Базы данных муниципальных образований (<https://gks.ru/dbscripts/munst/munst18/DBInet.cgi>) за последние 10 лет посевная площадь в Старополтавском районе на севере Волгоградского Заволжья выросла почти вдвое с 76 тыс га (2012) до 131 тыс. га (2022). Распашка в условиях степных провинций Нижнего Поволжья при недостаточной защищенности угодий лесными насаждения может приводить к выносу от 2 до 20 т/га мелкозема за год [14]. Защитная лесистость пашни Старополтавского района недостаточна, а большинство существующих лесных полос требуют ухода [6]. Около 40% сельскохозяйственных угодий района

подвержено дефляции и засолению, также примерно 20% подвержены водной эрозии [23]. По этим причинам актуальной является задача определения площадей существующих полезащитных насаждений района, а также анализ защитной лесистости пахотных земель.

Целью исследования являлось определение облесенности пахотных земель полезащитными лесными полосами (ПЗЛП) на территории Старополтавского района с использованием геоинформационных технологий и данных дистанционного зондирования Земли.

**Материалы и методы.** Исследование выполнено в границах Старополтавского района Волгоградской области, общая площадь которого составляет 407,7 тыс. га. Старополтавский район находится на севере Волгоградского Заволжья. Основной специализацией района является животноводство и выращивание зерновых культур. Согласно агроклиматическому районированию район относится к сухостепной зоне Заволжья. Территория исследования расположена в зоне разнотравно-типчачково-ковыльных степей, которые в настоящее время почти все распаханы [4]. Преобладающие почвы: каштановые, каштановые солонцеватые, каштановые с солонцами, солонцы каштановые, темно-каштановые [11; 12]. Климат района засушливый и выше среднего обеспечен теплом, отмечается пониженная биологическая продуктивность.

В данной работе использовались современные технологии исследования: геоинформационные системы (QGIS, Google Earth Pro) и данные дистанционного зондирования спутников Sentinel-2. Геоинформационный слой лесных полос был получен методом экспертного порога, примененного к растровому изображению бисезонного индекса леса BSFI [18]. Есть некоторые сложности полуавтоматического распознавания полезащитных лесных полос, так как ширина ПЗЛП составляет от 10 до 15 метров. Поэтому был использован метод подбора порога значений BSFI с контролем по изображению сверхвысокого разрешения Google Earth Pro. Бисезонный индекс леса – это отношение минимумов нормализованных разностных индексов за летние месяцы к красному каналу зимнего снимка спутниковых снимков Sentinel-2. Но есть некоторые особенности этого метода, т.к. могут присутствовать ошибочные определения лесной растительности, например, высокостебельные травы (тростник, рогоз и т.п.) [3; 8; 17; 18]. Для исключения ошибочных определений была проведена ручная проверка по данным сверхвысокого разрешения Google Earth Pro.

Использовалась маска полей, выполненная методом экспертного дешифрирования по мозаике спутниковых снимков Sentinel за 2022 год. Снимки Sentinel-2 второго уровня обработки загружены с помощью сервиса Vega-Science [10; 21]. Решение использованных спутниковых снимков составляет 10 метров. Для объединения спектро-

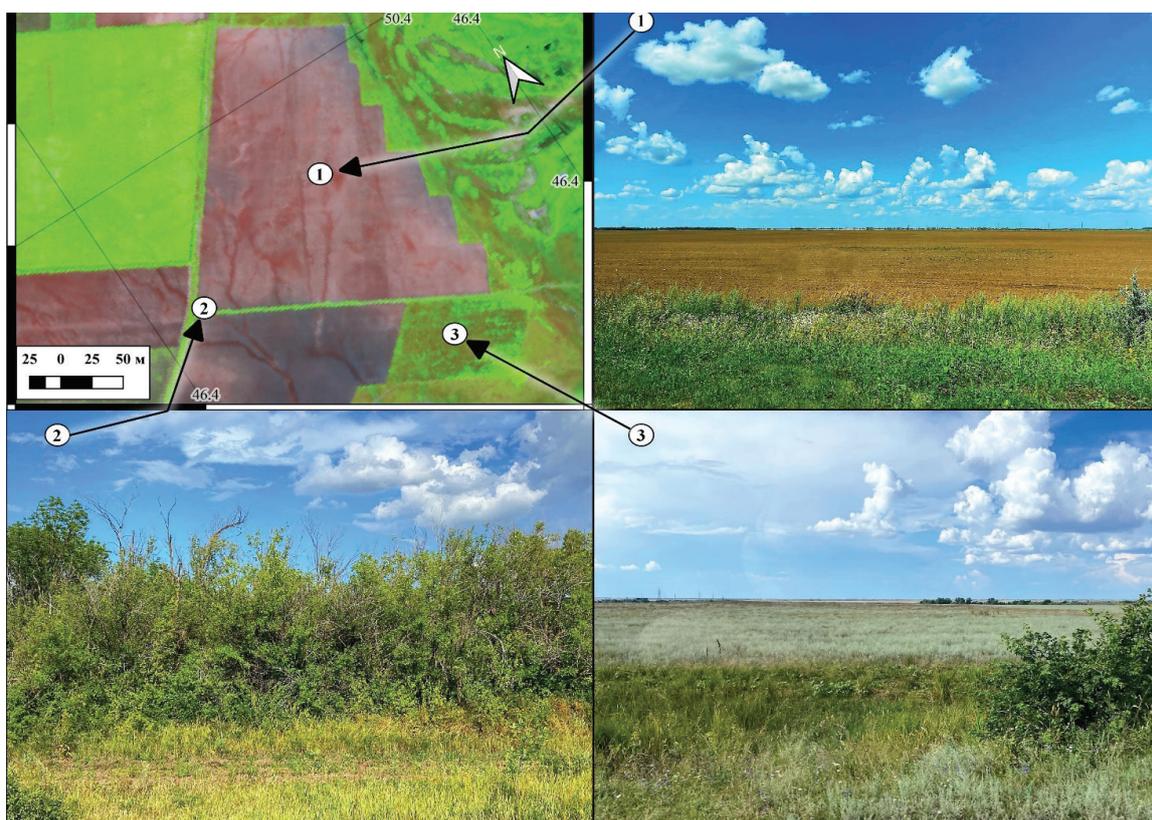


Рисунок 1. Верификация результатов дешифрирования на территории Старополтавского района (по состоянию на 26.07.2022; 50.51 с.ш., 45.941 в.д.; 1 – обрабатываемое поле, 2 – полезащитная лесная полоса, 3 – залежь)

зональных снимков в единый композит использовался инструмент «Объединение растров» в геоинформационной среде QGIS. По мозаике снимков Landsat 1986 года определены неиспользуемые земли, которые ранее распахивались. Также была проведена полевая верификация результатов дешифрирования спектрально-зональных снимков в августе 2022 г. (рисунок 1).

Для определения только полезащитных лесополос среди всей древесно-кустарниковой растительности была использована маска пахотных земель, вокруг которой была создана буферная зона 30 м. Подобный подход уже применялся для оценки защитной лесистости пашни в правобережной части Саратовской области [18]. С помощью инструмента пересечения тридцатиметровой зоны вокруг полей были выбраны только те лесные насаждения, которые попадают в эту зону. Таким образом, были картографированы только прилегающие к сельскохозяйственным полям ЗЛН, которые отнесены к ПЗЛП (рисунок 2). Также методами геоинформационной обработки определены линейные размеры полей, что позволило сопоставить их длину и ширину с рекомендованными для условий каштановых почв (400 м) [12; 14; 15].

**Результаты и обсуждение.** В результате дешифрирования спутниковых данных картографировано 634 сельскохозяйственных поля общей площадью 182,4 тыс. га, 622 залежи площадью 83,9 тыс. га, также по бисезонному индексу леса определено 2624,8 га полезащитных лесных полос.

Наиболее распаханы темно-каштановые почвы, в том числе солонцеватые и в комплексе с солонцами (70-93%), а также каштановые (84%) и светло-каштановые (78%), в том числе в комплексе с солонцами, если они представлены не более 25%, (60-70%). Залежи приурочены преимущественно солонцам каштановым, а также комплексам с участием солонцов более 25%.

По оценкам ФНЦ агроэкологии РАН (бывш. ВНИ-АЛМИ), для Старополтавского района рекомендовано 3680 га полезащитных насаждений и 9170 га всех видов защитных лесонасаждений [6; 13]. На рисунке 2 визуально можно оценить распределение ПЗЛП. В восточной части района меньше всего лесных полос, возможно это связано с более сложными лесорастительными условиями, в том числе с распространением солонцов. Наибольшей лесистостью пашни характеризуются темно-каштановые почвы (1,5-4,1% в зависимости от солонцеватости) и каштановые в вариантах без солонцов (1,4%). Лесистость пашни на каштановых солонцеватых почвах и комплексах каштановых почв с солонцами не превышает 0,9-2,5%. На светло-каштановых почвах и солонцах доля ПЗЛП составляет не более 1% площади пашни.

Важнейшей характеристикой устойчивости агроландшафтов является лесистость пахотных угодий. Согласно широко распространенным рекомендациям по организации адаптивно-ландшафтных систем земледелия для устойчивого природопользования удельный вес защитных лесных

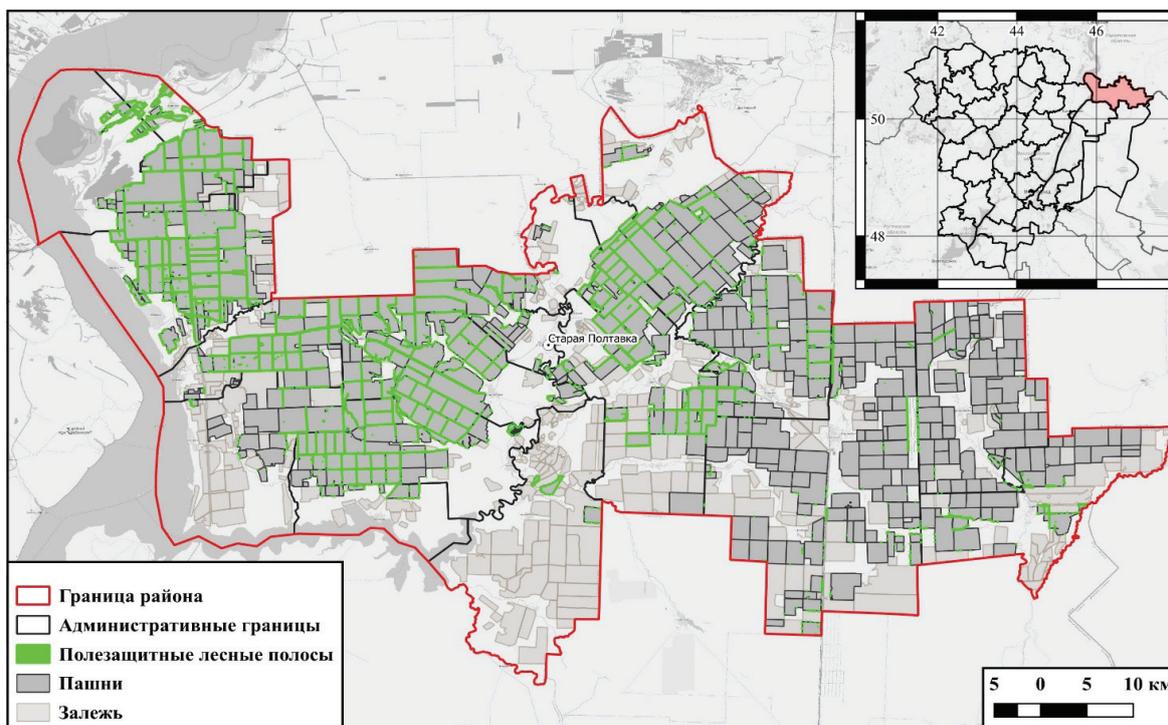


Рисунок 2. Расположение полей и полезащитных полос в границах Старополтавского района

насаждений должен быть в сухой степи не менее 7%, в степи – 5, в лесостепи – 4% [7; 9; 15]. С увеличением сухости климата защищаемые лесными полосами площади полей должны уменьшаться, что достигается сокращением расстояния между основными лесополосами. Защитная лесистость считается как отношение площади ПЗЛП к площади пашни в гектарах [1]. С помощью электронной векторной карты административных границ рассчитаны значения площади полезащитных лесополос и лесистость пашни в каждом муниципальном образовании (рисунок 3).

Максимальная лесистость пашни (более 4%) отмечается в западной части района в Черebaевском, Иловатском и Новотихоновском муниципальных образованиях. Минимальные значения (до 1%) отмечаются в 6 муниципальных образованиях. В целом лесистость пашни в муниципальных образованиях соответствует описанным выше закономерностям почвенно-климатических условий: в муниципальных образованиях, расположенных на темно-каштановых и каштановых почвах без солонцов, лесистость значительно выше по сравнению с солонцеватыми почвами и солонцами.

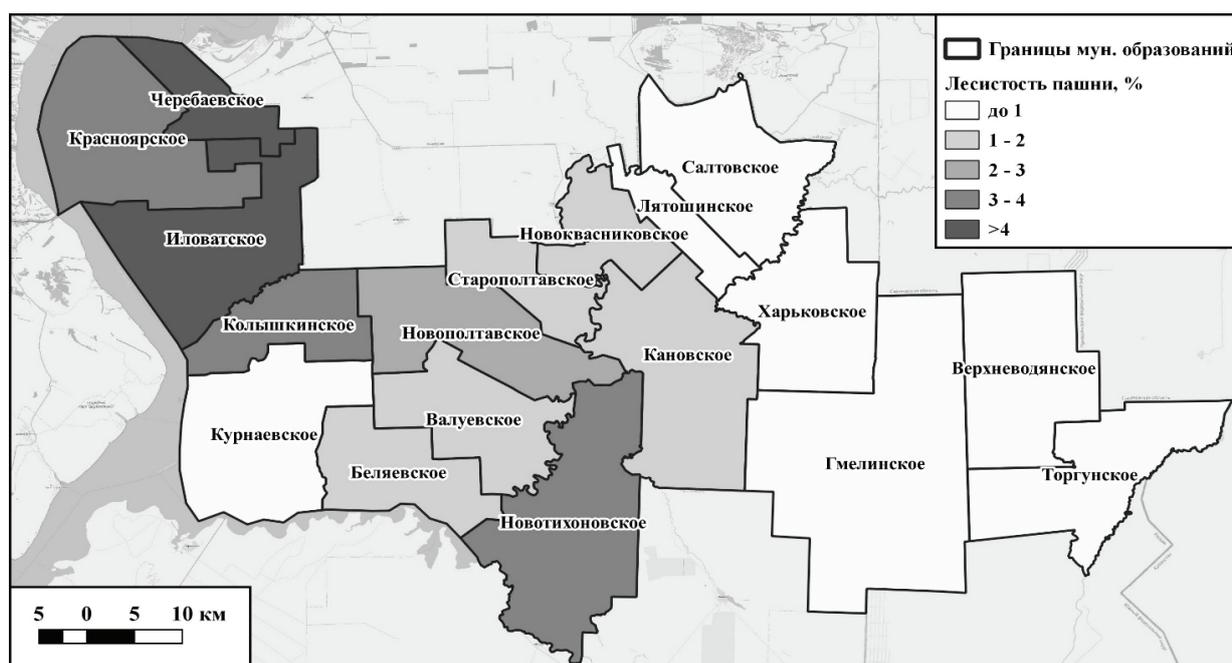


Рис. 3. Картограмма защитной лесистости пашни района исследования

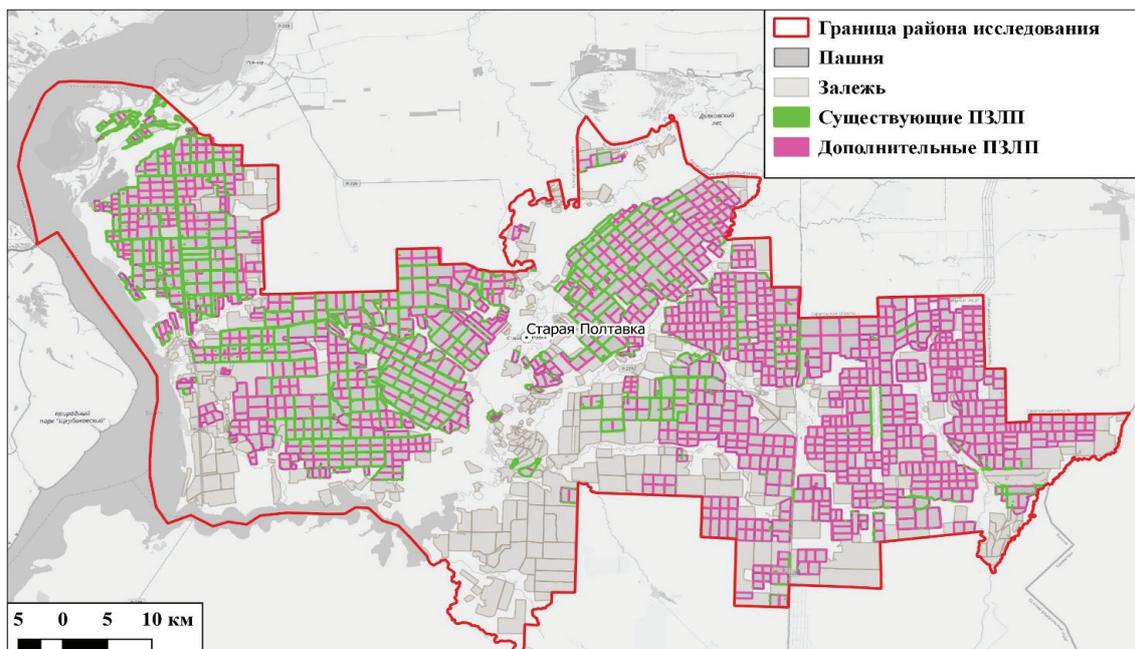


Рис. 4. Картограмма линейных размеров сельскохозяйственных полей а) по ширине, б) по длине

Для эффективной защиты пахотных земель от дефляции рекомендованные для каштановых почв межполосные расстояния составляют 400 м [1; 15]. С помощью инструментов анализа QGIS «Минимально охватывающая геометрия» были рассчитаны линейные размеры по ширине и длине полей (рисунок 4), что дает возможность оценить их соответствие рекомендованным нормативам. В Старополтавском районе преобладают поля с большей стороной более 2 км (346 объектов из 634) общей площадью 143,8 тыс. га из 182,4 тыс. га обрабатываемых пахотных земель района. Рекомендованному размеру 400 м соответствует менее 1% площади пахотных земель. Таким образом, защитная лесистость пахотных земель Старополтавского района значительно меньше рекомендованной, а размеры большей части сельскохозяйственных полей превышают оптимальные для каштановых почв 400 м.

Электронные карты сельскохозяйственных угодий и геоинформационные программы позволяют рассчитать потребность в ПЗЛП при соблюдении нормативов межполосных расстояний. Согласно агролесомелиоративному районированию суглинистые почвы севера Волгоградского Заволжья, на которых расположена большая часть пашни, относятся к устойчивым против дефляции – лесомелиоративному выделу IVб (земли с суглинистыми и глинистыми почвами устойчивыми против дефляции с ограниченно доступными грунтовыми водами) [16]. По этой причине расчет необходимых площадей ПЗЛП был проведен для размера большей стороны сельскохозяйственного поля 800-1000 м. При необходимости расчет может быть выполнен для любых рекомендованных размеров полей. Также не учитывались преобладающие направления ветров, рекомендованные ПЗЛП проводились только на основе существующей си-

стемы земледелия и границ севооборотов. Таким образом, была разработана карта потребности в создании ПЗЛП при существующей конфигурации севооборотов (рисунок 5).

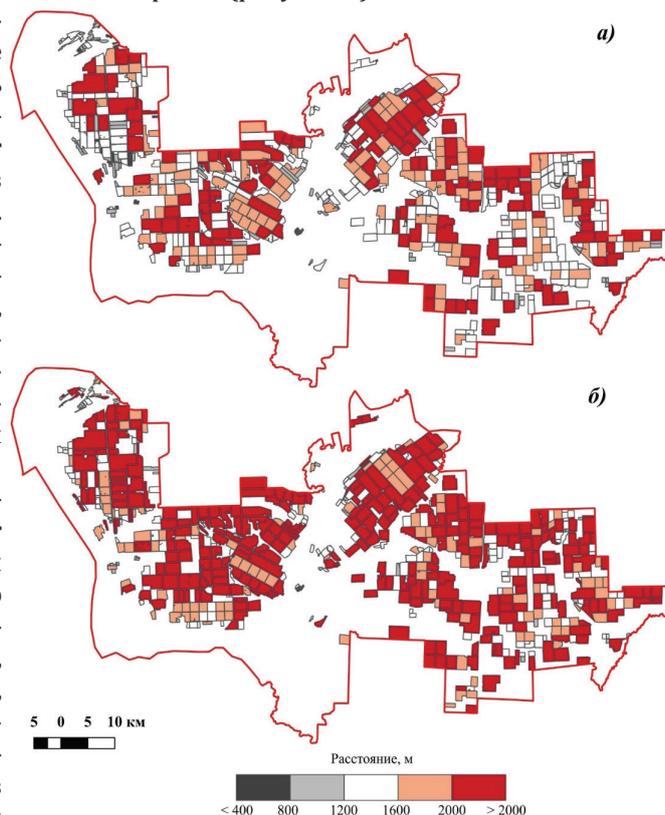


Рис. 5. Схема размещения дополнительных защитных лесных полос

Необходимо создать дополнительно примерно 1,6 тыс. км защитных лесных полос, что соответствует площади в 1,4 тыс. га, если принять ширину трехрядной ПЗЛП за 9 м, что позволит довести площадь ПЗЛП до 4,0 тыс. га, что сопоставимо

с величиной 3,7 тыс. га насаждений этого типа согласно рекомендациям ФНЦ агроэкологии РАН [6]. Тем не менее 4,0 тыс. га ПЗЛП позволят увеличить лесистость пашни только до величины 2,1%. Для достижения лесистости пашни в 4% необходимо 7,2 тыс. га ПЗЛП, т.е. требуется создать дополнительно 4,6 тыс. га насаждений.

Ширина ЗЛН определяется конструкцией, которая вместе с породным составом подбирается в зависимости от лесорастительных условий согласно рекомендациям [1; 7; 15]. Для этого требуется проведение дополнительных исследований, которые не входили в задачи данной работы. Поскольку большая часть используемых пахотных земель расположена на каштановых и темно-каштановых почвах с небольшим участием солонцов, то и потребность в создании ПЗЛП на таких почвах выше. Максимальные площади новых ПЗЛП должны быть созданы на каштановых с 10-25% солонцов каштановых (364 га), каштановых (297 га), каштановых с 25-50% солонцов каштановых (151 га) и темно-каштановых (146 га), что суммарно составляет около 70% всей площади дополнительных лесных насаждений. Среди муниципальных образований наиболее нуждаются в дополнительных ПЗЛП Гмелинское (268 га), Харьковское (172 га), Верхневодянское (168 га), а также Салтовское, Торгуновское и Иловатское, в каждом из которых требуется 100-110 га новых ПЗЛП.

**Выводы.** Разновременные данные дистанционного зондирования позволяют успешно разделять используемые и неиспользуемые пахотные угодья. Наличие данных Sentinel-2 и технологии картографирования ЗЛН на основе бисезонного индекса леса позволяет достаточно быстро и точно картографировать ПЗЛП, для чего ранее использовались трудоемкие методы экспертного дешифрирования спутниковых изображений сверхвысокого пространственного разрешения, которые зачастую отсутствуют в открытом доступе.

В результате исследования была выполнена оценка защищенности сельскохозяйственных полей лесными насаждениями и предпринята попытка разработки схемы размещения дополнительных ПЗЛП с учетом лесомелиоративной классификации и рекомендованных межполосных расстояний. Использованный подход определения защитной лесистости пашни, картографирования межполосных расстояний и автоматизированного расчета линейных размеров отдельных сельскохозяйственных полей может широко применяться не только в условиях Волгоградского Заволжья, но и во всей зоне недостаточного увлажнения.

Требуется дальнейшие исследования, которые позволят учитывать преобладающие направления дефляционных опасных ветров при картографировании дополнительных ПЗЛП, а также разработке рекомендаций по их конструкции и породному составу в соответствии с лесорастительными условиями.

## Литература:

1. Агроресомелиорация. 5-е изд., переработ. и доп. / под ред. А.Л. Иванова, К.Н. Кулика. Волгоград: ВНИАЛМИ, 2006. 746 с.
2. Антонов С.А. Анализ пространственного положения защитных лесных насаждений на основе геоинформационных технологий и данных дистанционного зондирования Земли // ИнтерКарто. ИнтерГИС. 2020. Т. 26. Ч. 2. С. 408-420. DOI: 10.35595/2414-9179-2020-2-26-408-420
3. Балынова В.В. Геоинформационный анализ параметров сохранности защитных лесных насаждений Котельниковского района Волгоградской области // Научно-агрономический журнал. 2022. № 4(119). С. 66-71. DOI: 10.34736/FNC.2022.119.4.010.66-71
4. Воробьев А.В. Земельная реформа в Волгоградской области: монография / А.В. Воробьев. Волгоград: ФГБОУ ВПО Волгоградский ГАУ, ИПК «Нива», 2014. 164 с.
5. Денисова Е.В. Оценка эффективности использования земельных ресурсов на основе геоинформационного обеспечения // Астраханский вестник экологического образования. 2022. № 2(68). С. 12-18. DOI: 10.36698/2304-5957-2022-2-12-18
6. Кулик К.Н., Барабанов А.Т., Манаенков А.С., Кулик А.К. Обоснование прогноза развития защитного лесоразведения в Волгоградской области // Проблемы прогнозирования. 2017. № 6(165). С. 93-100.
7. Манаенков А.С., Корнеева Е.А. Биогеографические аспекты оценки эффективности защиты пахотных земель лесными полосами // Вестник Московского университета. Серия 5: География. 2021. № 3. С. 48-54.
8. Мелихова А.В. Пространственный анализ защитных лесных насаждений северной части Ергенинской возвышенности // Научно-агрономический журнал. 2022. № 3(118). С. 43-48. DOI: 10.34736/FNC.2022.118.3.006.43-48
9. Национальный доклад «Глобальный климат и почвенный покров России: проявление засухи, меры предупреждения, борьбы, ликвидация последствий и адаптационные мероприятия (сельское и лесное хозяйство)» (под редакцией Р.С.-Х. Эдельгериева). 2021. Том 3. М.: ООО «Издательство МБА», 700 с.
10. Опыт эксплуатации и развития центра коллективного пользования системами архивации, обработки и анализа спутниковых данных (ЦКП «ИКИ-Мониторинг») / Е.А. Лупян, А.А. Прошин, М.А. Бурцев [и др.] // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2019. Т. 16. № 3. С. 151-170. DOI: 10.21046/2070-7401-2019-16-3-151-170
11. Перекрестов Н.В. Почвенно-климатические агроландшафты Старополтавского района Волгоградской области // Вестник Прикаспия. 2016. № 1(12). С. 26-31.
12. Почвенная карта Волгоградской области. Киев: ПКО «Картография» ГУГК СССР, 1989. Масштаб 1:400 000.
13. Рулев А.С., Кошелева О.Ю., Шинкаренко С.С. Оценка лесистости агроландшафтов юга Приволжского возвышенности по данным NDVI // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2016. № 4(44). С. 32-39.
14. Сажин А.Н., Кулик К.Н., Васильев Ю.И. Погода и климат Волгоградской области / 2-е изд., перераб. и доп. Волгоград: ФНЦ агроэкологии РАН, 2017. 334 с.
15. Стратегия развития защитного лесоразведения в Волгоградской области на период до 2025 года / К.Н. Кулик [и др.]. Волгоград: ФНЦ агроэкологии РАН, 2017. 39 с.

16. Ткаченко Н.А., Кошелев А.В. Картографирование защитной лесистости агроландшафтов Волгоградского Заволжья // Вестник АПК Ставрополя. 2017. № 2(26). С. 137-143.
17. Федорчук С.А., Матвеев Ш. Опыт электронного картографирования лесных насаждений западных муниципальных районов Саратовской области // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2022. № 3-2(66). С. 76-80.
18. 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
19. Шинкаренко С.С., Кошелева О.Ю., Берденгалиева А.Н., Олейникова К.А. Мониторинг ландшафтных пожаров в Волгоградской области по данным очагов активного горения // Природные системы и ресурсы. 2018. №3. С. 59-66. DOI: 10.15688/nsr.jvolsu.2018.3.7
20. Begimova M. Climate indicators for forest landing and evaluation of forest shelterbelts. E3S Web Conf. 2021. V. 227. Art. No. 02004. DOI: 10.1051/e3sconf/202122702004
21. Loupian E., Burtsev M., Proshin A., Kashnitskii A., Balashov I., Bartalev S., Konstantinova A., Kobets D., Radchenko M., Tolpin V., Uvarov I. 2022. Usage Experience and Capabilities of the VEGA-Science System. Remote Sensing. Vol. 14(1): 77. DOI: 10.3390/rs14010077.
22. Rulev A.S., Pugacheva A.M. Formation of a New Agroforestry Paradigm. Herald of the Russian Academy of Sciences. 2019. V. 89. No. 5. P. 495-501. DOI: 10.1134/S1019331619050071
23. Tkachenko N.A., Rulev A.S. Prospects of the Agroecological Development of the Volgograd Trans-Volga Region. Studies on Russian Economic Development. 2020. Vol. 31. No. 4. P. 444-448. DOI: 10.1134/S1075700720040140
24. Yang X., Li F., Fan W., Liu G., Yu Y. Evaluating the efficiency of wind protection by windbreaks based on remote sensing and geographic information systems. Agroforestry Systems. 2021. V. 95. P. 353-365. DOI: 10.1007/s10457-021-00594-x

DOI: 10.34736/FNC.2023.122.3.002.15-22

## Mapping of Protective Forest Cover of Arable Lands in the North of the Volgograd Trans-Volga Region According to Earth Remote Sensing Data

Asel' N. Berdengalieva ✉, e-mail: berdengalieva-an@vfanc.ru, Junior researcher, ORCID: 0000-0002-5252-7133  
 "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.** Significant areas of agricultural land are subject to the negative effects of deflation and water erosion. Protective forest stands, including protective forest belts, are designed to reduce the intensity of these processes, improve the microclimate and increase the yield of cultivated crops. At the same time, protective forest belts are often in poor condition and require maintenance or reconstruction. This is especially true for the territory of the Trans-Volga region, where forest growing conditions are the most difficult. The purpose of the study was to determine the actual areas of protective forest plantations in the north of the Volgograd Trans-Volga region. Such work was carried out on the basis of expert decryption of satellite images, access to which is limited. Therefore, it is relevant to use methods based on open Sentinel-2 satellite data. The novelty of the research lies in the application of the biseasonal forest index BSFI for protective forest stands mapping in the conditions of the Volgograd Trans-Volga region. The geoinformation technologies are although used for the first time to assess the compliance of the linear dimensions of individual agricultural fields with the recommended values. As a result of the work carried out, a digital map of agricultural fields was developed for the Staropoltavsky district of the Volgograd region, their actual linear dimensions were calculated, existing protective forest belts were mapped, the protective

forest cover of arable land was determined in the context of municipalities, soil subtypes and complexes. It was found that the highest forest cover of arable land is on dark chestnut soils (4.1%), whereas the forest cover does not exceed 1-1.5% on saline and solonchaks soils. Most of the fields have a length of more than 2 km, which is several times higher than the recommended value (400 m). The scheme of additional protective forest belts placement is proposed, which will increase the forest cover of arable land from the current 2.6 thousand hectares to 4.0 thousand hectares. The methods used in the work can be widely used to assess the protective forest cover of arable lands in the zone of insufficient moisture.

**Keywords:** agrolandscapes, protective forest plantations, arable lands, deflation, geoinformation technologies, remote sensing

**Funding.** The work was carried out within the framework of the state task for the FSC of Agroecology RAS No. 122020100406-6 "Theoretical foundations and mathematical and cartographic models of the agroforestry systems functioning in soils protecting from deflation".

**Citation.** Berdengalieva A.N. Mapping of Protective Forest Cover of Arable Lands in the North of the Volgograd Trans-Volga Region According to Earth Remote Sensing Data. *Scientific Agronomy Journal*. 2023;3(122):15-22. DOI: 10.34736/FNC.2023.122.3.002.15-22

## References:

1. Agroforestry. 5th ed., reworked. and additional (edited by A.L. Ivanov, K.N. Kulik). Volgograd. VNIALMI Publ. house. 2006. 746 p. (In Russ.)
2. Antonov S.A. Protective forest stands spatial position analysis based on geoinformation technologies and remote sensing data of the Earth. *Intercarto. Intergis*. 2020;26(2): 408-420. (In Russ.) DOI: 10.35595/2414-9179-2020-2-26-408-420
3. Balynova V.V. The Kotelnikovskiy district of the Volgograd region protective forest plantations preservation parameters geoinformation analysis. *Nauchno-agronomicheskij zhurnal = Scientific Agronomy Journal*. 2022;4(119):66-71. (In Russ.) DOI 10.34736/FNC.2022.119.4.010.66-71
4. Vorobyev A.V. Land reform in the Volgograd region: monograph. Volgograd: FSBEI HE Volgograd SAU, "Niva" Publ. houses. 2014. 164 p. (In Russ.)
5. Denisova E.V. Evaluation of the land resources efficiency use on the geoinformation support basis. *Astrakhanskij vestnik ekologicheskogo obrazovaniya = Astrakhan Bulletin of Ecological Education*. 2022;2(68):12-18. (In Russ.) DOI: 10.36698/2304-5957-2022-2-12-18.
6. Kulik K.N., Barabanov A.T., Manaenkov A.S., Kulik A.K. Justification of the protective afforestation development forecast in the Volgograd region. *Problemy prognozirovaniya = Studies on Russian Economic Development*. 2017;6(165): 93-100. (In Russ.)
7. Manaenkov A.S., Korneeva E.A. Biogeographic aspects of assessing the effectiveness of arable land protection by forest strips. *Vestnik Moskovskogo Universiteta. Seriya 5, Geografya*. 2021;3:48-54. (In Russ.)
8. Melikhova A.V. Spatial Analysis of Protective Forest Plantations in the Northern Part of the Ergeninskaya Upland. *Nauchno-agronomicheskij zhurnal = Scientific Agronomy Journal*. 2022;3(118):43-48. (In Russ.) DOI: 10.34736/FNC.2022.118.3.006.43-48.
9. National report «Global Climate and soil cover of Russia: drought manifestation, prevention and control measures, elimination of consequences and adaptation measures (agriculture and forestry)» / edited by R.S.-H. Edelgeriev. 2021; 3. M. IBA Publishing House LLC. 700 p. (In Russ.)
10. Lupyan E.A., Proshin A.A., Burtsev M.A. [et al.] Center for collective use of systems for archiving, processing and analysis of satellite data (CCU «IKI-Monitoring») operation and development experience. *Sovremennyye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa = Current problems in remote sensing of the Earth from space*. 2019; 16(3):151-170. (In Russ.) DOI 10.21046/2070-7401-2019-16-3-151-170
11. Perekrestov N.V. Soil and climatic agrolandscapes of the Staropoltavsky district of the Volgograd region. *Vestnik Prikaspiya*. 2016;1(12):26-31. (In Russ.)
12. Soil map of the Volgograd Region. Kyiv: PCA «Kartografiya» of the MDG and C of the USSR Publ. house, 1989. Scale 1:400 000. (In Russ.)
13. Rulev A.S., Kosheleva O.Yu., Shinkarenko S.S. Agricultural landscapes forest cover assessment in the south of the Volga upland according to NDVI data. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie = Izvestia of the Lower Volga Agro-University Complex*. 2016;4(44):32-39. (In Russ.)
14. Sazhin A.N., Kulik K.N., Vasilyev Yu.I. Weather and climate of the Volgograd region. 2nd ed., reprint. and additional. Volgograd. FSC of Agroecology RAS Publ. house; 2017. 334 p. (In Russ.)
15. Kulik K.N. [et al.]. Strategy for the development of protective afforestation in the Volgograd region for the period up to 2025. Volgograd. FSC of Agroecology RAS Publ. house; 2017. 39 p. (In Russ.)
16. Tkachenko N.A., Koshelev A.V. Mapping of the Volgograd Trans-Volga region agro-landscapes protective forest cover. *Vestnik APK Stavropol'ya = Agrarian Bulletin of the North Caucasus*. 2017;2(26):137-143. (In Russ.)
17. Fedorchuk S.A., Matveev Sh. Forest plantations in the western municipal districts of the Saratov Region digital mapping experience. *Mezhdunarodnyj zhurnal gumanitarnykh i estestvennykh nauk*. 2022;3-2(66):76-80. (In Russ.)
18. Shinkarenko S.S., Bartalev S.A., Vasilchenko A.A. Protective forest stands mapping method based on multi-time satellite images of high spatial resolution and bi-seasonal forest index. *Sovremennyye 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
19. Shinkarenko S.S., Kosheleva O.Yu., Berdengalieva A.N., Oleinikova K.A. Monitoring of landscape fires in the Volgograd Region according to the data of active burning foci. *Prirodnye sistemy i resursy = Natural Systems and Resources*. 2018;3:59-66. (In Russ.) DOI 10.15688/nsr.jvolsu.2018.3.7.
20. Begimova M. Climate indicators for forest landing and evaluation of forest shelterbelts. *E3S Web Conf*. 2021; 227:02004. DOI: 10.1051/e3sconf/202122702004
21. Loupian E., Burtsev M., Proshin A., Kashnitskii A., Balashov I., Bartalev S., Konstantinova A., Kobets D., Radchenko M., Tolpin V., Uvarov I. Usage Experience and Capabilities of the VEGA-Science System. *Remote Sensing*. 2022;14(1):77. DOI: 10.3390/rs14010077
22. Rulev A.S., Pugacheva A.M. Formation of a New Agroforestry Paradigm. *Herald of the Russian Academy of Sciences*. 2019;89(5):495-501. DOI: 10.1134/S1019331619050071
23. Tkachenko N.A., Rulev A.S. Prospects of the Agroecological Development of the Volgograd Trans-Volga Region. *Studies on Russian Economic Development*. 2020; 31(4):444-448. DOI: 10.1134/S1075700720040140
24. Yang X., Li F., Fan W., Liu G., Yu Y. Evaluating the efficiency of wind protection by windbreaks based on remote sensing and geographic information systems. *Agroforestry Systems*. 2021;95:353-365. DOI: 10.1007/s10457-021-00594-x

**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.