

УДК 630*584:631.6

А.Д. МИТРОФАНОВА
(Волгоград)

ЛЕСОМЕЛИОРАТИВНЫЙ КОМПЛЕКС ВОДОСБОРНОЙ ПЛОЩАДИ РЕКИ ГРЯЗНАЯ

Проведено исследование лесомелиоративного комплекса водосборной площади реки Грязная (Советский район Ростовской области) для разработки мер защиты почв от эрозии. Методом полуавтоматической классификации спутниковых изображений с помощью алгоритма Random Forest в QGIS выявлены проблемы: неравномерное распределение и деградация полезащитных лесных полос, снижение их эффективности из-за возраста, видовых особенностей и рельефа. Предложены меры реконструкции с целью снижения эрозии и повышения устойчивости агроландшафта в условиях континентального климата.

Ключевые слова: лесомелиорация, полезащитные лесные полосы (ПЗЛП), эрозия почв, водосборная площадь, противоэрозионные мероприятия, бассейн реки Грязная, Ростовская область.

ANNA MITROFANOVA
(Volgograd)

THE FOREST MELIORATION COMPLEX OF THE WATER-COLLECTING AREA OF THE GRYAZNAYA RIVER

The study of the forest melioration complex of the water-collecting area of the Gryznaya river (the Soviet district of the Rostov region) for the development of the protection measures of soils from erosion is conducted. The problems, such as the nonregular distribution, the degradation of field safeguarding forest belt, the decrease of their efficiency by reason of age, the species features and relief, were revealed by the method of the semiautomated classification of the satellite imageries with the help of the algorithm "Random Forest" in QGIS. There are suggested the measures of reconstruction aimed at the decrease of erosion and the increase of perseverance of agricultural landscape in the context of the continental climate.

Key words: forest melioration, field safeguarding forest belt, soil erosion, water-collecting area, erosion control measures, the Gryznaya river basin, the Rostov region.

Введение

Ростовская область – один из ключевых сельскохозяйственных регионов России, и Советский район вносит существенный вклад в этот успех. Сельское хозяйство является фундаментом экономики как области, так и района, обеспечивая занятость населения, продовольственную безопасность и экспортный потенциал. Область традиционно лидирует в стране по производству зерна, подсолнечника и мяса птицы. Советский район специализируется на растениеводстве, в частности, на выращивании зерновых и технических культур.

В условиях современных вызовов, связанных с изменением климата и интенсификацией сельскохозяйственного производства, проблема деградации почв приобретает глобальный характер. Водная и ветровая эрозия, усугубляемые нерациональным землепользованием, приводят к потере ценного гумуса, снижению плодородия, ухудшению водного режима и, как следствие, к уменьшению урожайности сельскохозяйственных культур. Потеря почвенного покрова не только наносит экономический ущерб, но и негативно сказывается на экологической устойчивости агроландшафтов. В связи с этим, разработка и внедрение эффективных методов защиты почв от эрозии является приоритетной задачей современного сельского хозяйства.

Одним из наиболее перспективных и экологически обоснованных подходов к решению данной проблемы является лесомелиорация пахотных угодий. Создание системы полезащитных лесных полос (ПЗЛП) и других лесомелиоративных насаждений позволяет комплексно воздействовать на факторы эрозии, обеспечивая защиту почв как от водного, так и от ветрового разрушения. ПЗЛП снижают

скорость ветра в приземном слое, уменьшают поверхностный сток воды, задерживают снег и улучшают микроклимат полей, тем самым создавая благоприятные условия для роста и развития сельскохозяйственных культур. Кроме того, лесомелиоративные насаждения способствуют увеличению биоразнообразия агроландшафтов, улучшению структуры почвы и повышению её плодородия [7, 8].

Несмотря на доказанную эффективность лесомелиорации, на практике она используется недостаточно полно и эффективно – имеющиеся насаждения отчасти вымерли или значительно деградировали, другая часть не отвечает требуемым оптимальным критериям.

Целью исследования является анализ лесомелиоративного комплекса сельскохозяйственных полей бассейна реки Грязная и обоснование способов повышения его эффективности.

Объекты и методы

Объектом исследования является лесомелиоративный комплекс водосборной площади реки Грязная (Советский муниципальный район Ростовской области), в составе которого рассматриваются пашни на склонах, полевые защитные лесные полосы (ПЗЛП) и элементы поверхностного стока, формирующие эрозионные процессы в агроландшафте.

Краткая характеристика водосборной площади:

– Географическое положение: правая часть бассейна реки Чир (Донский бассейн). Река Грязная имеет длину русла около 17 км и водосборную площадь $\approx 131 \text{ км}^2$; исток – севернее хутора Красная Дубрава, впадение в Чир – вблизи хутора Усть-Грязновский. Базис эрозии составляет 58 м. Административно территория относится к Советскому району Ростовской области [5].

– Климатические условия: территория находится в пределах Атлантико-континентальной европейской (степной) области умеренного пояса; климат характеризуется континентальными чертами с выраженной сезонностью осадков и высокими летними температурами, что усиливает потенциальную роль водной и ветровой эрозии [9].

– Почвенно-ландшафтная характеристика: доминируют чернозёмы южные глинистые и тяжело-суглинистые, участки с серопесками, пойменные слабокислые и нейтральные почвы (см. рис. 1). Рельеф представляют волнистые и уклонные участки, где пашни размещены на склонах различной крутизны [4].

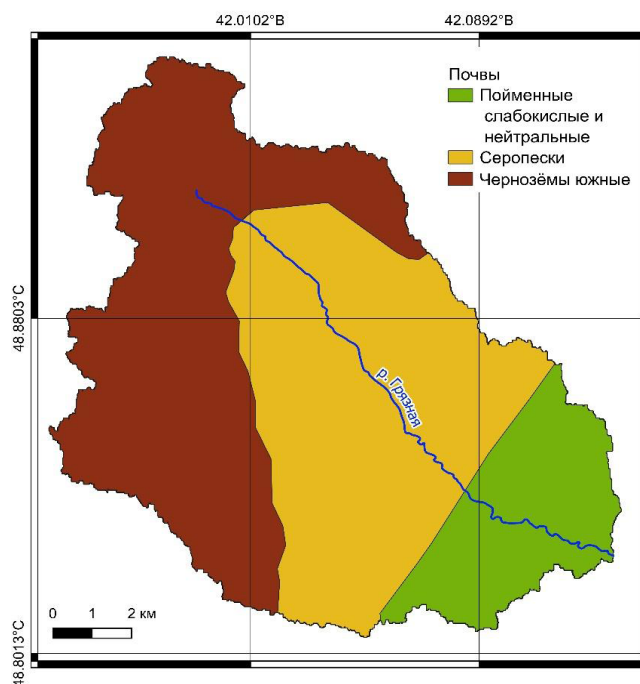


Рис. 1. Почвы водосборной площади реки Грязная

Полезастные лесные насаждения выделены методом полуавтоматической классификации изображения с помощью алгоритма Random Forest в программе QGIS. Предварительно были выделены эталонные участки лесных насаждений, на основе которых проведена полуавтоматическая классификация растровых изображений спутниковых снимков высокого разрешения, полученных с помощью веб-сервиса Google Earth Pro [11].

После в ручном режиме осуществлена проверка и коррекция границ лесных полос (рис. 2) [1, 6, 10].



Рис. 2. Примеры дешифрированных лесных полос

Результаты и обсуждение

Водосбор реки Грязная представляет типичный пример степного агроландшафта с интенсивным земледелием и выраженными проблемами почвенной эрозии. Высокая доля распаханых склонов, несоответствие межполосных расстояний нормативным требованиям и наличие выраженных линий стока делают данную водосборную площадь репрезентативной для исследования эффективности лесомелиоративных мер и разработки рекомендаций по реконструкции ПЗЛП с учётом рельефа и гидрологической сети [2, 3]

В результате проведённого геоинформационного анализа было дешифрировано 282 га полезастных лесных полос. Изучив их состояние и расположение выяснилось, что исследуемый лесомелиоративный комплекс имеет неудовлетворительное состояние и не может в должной степени выполнять защитные функции (см. рис. 3 на с. 127). Так, часть полей не имеет лесопосадок вообще, часть лесных полос сохранилась лишь фрагментарно. Выявленная конфигурация лесных полос в пространстве не соответствует нормам и стандартам. Согласно методическим рекомендациям, в степной зоне полезастные лесные полосы необходимо размещать через каждые 200–400 м, а на склонах с расстоянием 100–200 м, перпендикулярно линии падения склона.

В действительности же протяжённость полей составляет 1000–1500 м, а местами доходит до 2000 м, к тому же не учитываются особенности рельефа и линии поверхностного стока на распаханых склонах, что наглядно отражено на схеме.

Состояние лесных полос различно, часть из них представляет собой целостную лесную полосу с ненарушенным пологом, часть древостоя частично выпала и лесные полосы либо имеют разрывы, либо превратились в куртины. Часть лесополос погибла вообще (рис. 3 на с. 127).

Часть из сохранившихся лесополос (23%) расположены перпендикулярно падению склона и частично выполняют функции стокорегулирующих лесных полос, задерживая поверхностный сток и наносы на границах поля, однако их окраинное положение не сказывается на эрозионных процессах внутри полей.

Таким образом, в целях защиты почв от деградации и повышения продуктивности агроландшафтов на водосборной территории реки Грязная требуется провести работы по созданию системы защитных лесных насаждений, отвечающей всем требованиям и стандартам современной лесной мелиорации.

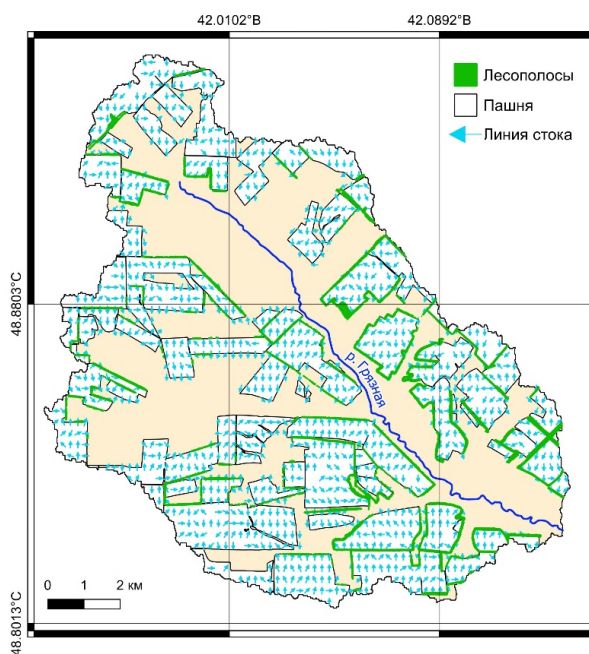


Рис. 3. Полезащитные лесные полосы и направление поверхностного стока

Заключение

В ходе исследования лесомелиоративного комплекса водосборной площади реки Грязная установлено, что существующая сеть полезащитных лесных полос (ПЗЛП) явно недостаточна и в целом находится в неудовлетворительном состоянии. Основные выводы исследования следующие:

1. Объём и размещение лесомелиоративных насаждений не соответствуют требованиям для эффективной защиты почв: обнаружено всего 282 га ПЗЛП на водосборе с распаханностью 50% (6 474 га), при этом протяжённость отдельных полей достигает 1000–2000 м, тогда как нормативные расстояния между ПЗЛП в степной зоне и на склонах должны составлять 200–400 м и 100–200 м соответственно.

2. Значительная доля полос (включая полностью погибшие и фрагментированные участки) утратила способность выполнять водорегулирующие и противозрозионные функции. Только 23% сохранившихся полос ориентированы перпендикулярно падению склона и частично задерживают поверхностный сток, но их расположение по окраинам полей не предотвращает эрозию внутри массивов.

3. Нерегулярная конфигурация и нарушение целостности древостоя, а также несоответствие пространственного размещения рельефу и линиям стока приводят к усилению поверхностного стока, выносу и накоплению наносов, деградации почвенного покрова и снижению продуктивности агроландшафтов.

Практическое значение результатов. Полученные данные подтверждают необходимость реконструкции и расширения лесомелиоративного комплекса на водосборной территории реки Грязная для снижения скорости стока, уменьшения эрозионных потерь почвы и улучшения водно-теплового режима полей. Полуавтоматическая классификация и последующая верификация ПЗЛП показали свою применимость для мониторинга состояния насаждений и планирования мелиоративных мероприятий.

Рекомендации по улучшению состояния лесомелиоративного комплекса:

1. Разработать и реализовать программу по реконструкции и дополнению ПЗЛП с учётом рельефа, направлений поверхностного стока и нормативных расстояний (200–400 м для равнинных участков; 100–200 м на склонах).

2. При проектировании полос отдавать приоритет размещению их перпендикулярно линии падения склона и в местах концентрации стока (с учётом карт стока и цифровой модели рельефа).

3. Восстановить целостность фрагментированных полос путем посадки местных лесообразующих пород, обеспечивающих быстрое укоренение и устойчивость к местным условиям (с учётом сортового состава и агроэкологической совместимости).

4. Провести регулярный мониторинг состояния ПЗЛП с использованием дистанционных методов (спутниковые снимки, полуавтоматическая классификация) и полевых обследований для оперативной коррекции мероприятий.

5. Внедрить комплекс мер по защите вновь созданных полос (ограждение в первые годы, уходные мероприятия, борьба с пожарами и выпасом), а также проводить агротехнические меры на прилегающих полях (контурная обработка почвы, минимальная обработка, севооборот) для синергетического снижения эрозии.

6. Оценить экономическую эффективность мер лесомелиорации через сопоставление затрат на создание и уход за ПЗЛП с ожидаемым приростом продуктивности и снижением потерь почвы и воды.

Направления дальнейших исследований: картирование линейных и локальных зон концентрации стока с использованием высокоточных цифровых моделей рельефа для точечного размещения ПЗЛП, исследование динамики почвенно-агроэкологических показателей в зависимости от типа, структуры и ширины лесополос в условиях бассейна реки Грязная, разработка адаптивных схем лесомелиоративных насаждений с учётом прогноза изменений климата и гидрологического режима.

В целом, реализуемая реконструкция и оптимизация полевых насаждений на водосборной территории реки Грязная позволит существенно снизить эрозионное воздействие, повысить устойчивость и продуктивность агроландшафтов и улучшить экологическое состояние региона.

Литература

1. Аковецкий В.И. Дешифрирование снимков. М.: Недра, 1983.
2. Андреева Д.А. Оценка распаханности водосборной площади реки Грязная // *Дневник науки*. 2025. № 6(102). С. 1–9.
3. Андреева Д.А. Струйчатая эрозия на пахотных землях в бассейне реки Грязная // *Международный журнал гуманитарных и естественных наук*. 2025. № 6-1(105). С. 244–248.
4. Картографический блок // Информационная система «Почвенно-географическая база данных России». [Электронный ресурс]. URL: <https://soil-db.ru/map?lat=55.7558&lng=37.6173> (дата обращения: 19.04.2025).
5. Климат // Национальный атлас России. Т. 2. [Электронный ресурс]. URL: <https://nationalatlas.ru/tom2/> (дата обращения: 17.04.2025).
6. Книжников Ю.Ф., Кравцова В.И., Тутубалина О.В. Аэрокосмические методы географических исследований. М.: Академия, 2011.
7. Кругляк В.В. Лесомелиорация агроландшафтов. Воронеж: ВГАУ, 2018.
8. Национальная программа действий по борьбе с опустыниванием Ростовской области: моногр. / под ред. К.Н. Кулика. Волгоград; Ростов н/Д.: ФНЦ агроэкологии РАН, 2024.
9. Река Грязная // Государственный водный реестр. [Электронный ресурс]. URL: <https://textual.ru/gvr/index.php?card=171411> (дата обращения: 01.05.2025).
10. Юферов В.Г., Кошелева О.Ю., Шинкаренко С.С. [и др.]. Критерии состояния и эффективности стокорегулирующих и водоохранных насаждений речных бассейнов. Волгоград: ФНЦ агроэкологии РАН, 2019.
11. Google Earth // Google Maps Platform. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.google.ru/intl/ru/earth/> (дата обращения: 19.04.2025).