Геополитика и экогеодинамика регионов.
Том 8 (18). Вып. 4. 2022 г. С. 258–268.

УДК 630*160.2: 630*161

В. О. Смирнов[1]
Е. С. Крайнюк[2]
Н. В. Смирнова[3]

Опыт оценки эколого-биологического состояния полезащитных лесных полос на территории Республики Крым

[1] ФГАОУ ВО Крымский федеральный университет им. В. И. Вернадского, г. Симферополь, Российская Федерация
e-mail: svo.84@mail.ru
[2] МБУ ДО «ДЭЦ», г. Ялта, Российская Федерация
e-mail: krainuk54@mail.ru
[3]ГАПОУ РК Крымский многопрофильный колледж, г. Симферополь, Российская Федерация
e-mail: _nadunya_@mail.ru

Аннотация. *Проведенные исследования представляют собой опыт оценки эколого-биологического состояния полезащитных лесных полос на больших площадях для территории Республики Крым.*

Произведена разработка методологии исследования, включающая использование методов: а) полевого обследования современного состояния лесополос; б) дистанционного зондирования и геоинформационного моделирования территории; в) эколого-биологические, биогеоценотические и агроландшафтные исследования объекта изысканий.

Проведено обследование 559 лесополос общей площадью 664,8 га на территории Первомайского района Республики Крым. Проведенные расчеты позволяют оценить состояние, фактические сохранившиеся площади и участки лесополос. Общая площадь территории лесополос, в пределах которых сохранились экземпляры деревьев составляет 2753710,5 м^2 (275,37 га).

Результаты дистанционной и полевой оценки состояния лесополос показали высокий уровень статистической пространственной взаимосвязи с долей линейной регрессионной связи на уровне 0,95 по критерию Стьюдента и величиной коэффициента взаимосвязи в 0,97.

Динамика продуктивности растительных сообществ рассмотрена за период 1979 по 2018 год. Расчет и анализ производится на основании вегетационного индекса NDVI, который показывает увеличение продуктивности лесополос в период 1979–1995 гг. и постепенную деградацию к 2018 г. с полной потерей полезащитных функций.

Для района изысканий защищенность лесными насаждениями в их современном состоянии является полностью отсутствующей. Величина защищенности лесными насаждениями не достигает и 11%. Зоны мелиоративного влияния лесных насаждений варьируют в зависимости от изменений климатических факторов окружающей среды.

На основе составленной геоинформационной базы данных, проведенных оценок и анализа, результатов полевых наблюдений и изысканий возможно произвести разработку предложений относительно мероприятий по восстановлению полезащитных функций лесополос, проектируемые способы и объемы восстановления, обоснование технологий восстановления.

Представленные материалы положены в основу разработки проекта восстановления и реконструкции лесополос Первомайского района Республики Крым.

Ключевые слова: *полезащитные лесные полосы, эколого-биологическое состояние, Республика Крым, оценка, дистанционные методы зондирования Земли, биологическая продуктивность, проектирование восстановления.*

Введение

В Республике Крым, учитывая ведущую роль сельского хозяйства в экономике региона, остро состоит задача в определении эффективности функций существующих лесополос их современного эколого-биологического состояния и эффективности выполняемых функций.

Цель исследования – оценка современного эколого-биологического состояния лесополос и эффективность выполняемых ими функций.

Задачи исследования включают следующие виды работ:

- произвести разработку комплексной методологии оценки современного эколого-биологического состояния лесополос с целью последующего проектирования мероприятий по восстановлению и реконструкции насаждений;
- осуществить оценку современного эколого-биологического состояния и эффективности выполнения целевых функций полезащитных лесополос;
- произвести исследование эколого-биологического состояния экземпляров деревьев;
- произвести оценку состояния агрофитоценоза и морфометрических параметров полезащитных насаждений;
- детализировать оценку размещения защитных лесных полос относительно эффективности выполняемых функций;
- произвести оценку влияния лесополос на физические параметры среды;
- произвести оценку влияния лесополос на микроклимат и экологическое состояние территории;
- произвести оценку величины биологической продуктивности полезащитных лесополос в современных условиях с использованием методов дистанционного зондирования и полевых наблюдений;
- осуществить комплексное крупномасштабное тематическое геоинформационное картографирование объекта исследований по рассматриваемым параметрам состояния лесополос и составить фактическую геоинформационную базу проекта с целью использования профильными организация по реализации масштабных мероприятий по восстановлению функций полезащитных лесополос.

Предмет исследования – современное эколого-биологическое состояние лесополос и эффективность выполняемых ими функций.

Объектом исследования выступают группы лесополос на территории Первомайского района Республики Крым общей площадью 6648077.5 м^2 (664.8 га). Общее число лесополос – 559 единиц. В административно-территориальном делении Республики Крым данные лесополосы расположены на территории Первомайского района в пределах 12 муниципальных образований.

Материалы и методы

Проведенное исследование базируется на трех группах методов:

1. Полевое обследование современного состояния лесополос с целью выявления современного состояния и характеристики системы полезащитных полос участка изысканий.

2. Дистанционное зондирование и геоинформационное моделирование территории с целью выявления современного состояния и характеристики системы полезащитных полос участка изысканий для больших площадей.

3. Эколого-биологические, биогеоценотические и агроландшафтные исследования объекта изысканий.

Дистанционное зондирование и геоинформационное моделирование территории включает три составляющих:

- тематическое геоинформационное картографирование с целью описания экологического состояния экосистем и условий, с созданием соответствующей картографической базы данных проекта исследований;
- специальное геоинформационное моделирование с целью определения распределения площади полезащитного участка по видам целевого назначения, их категориям, защитным и эксплуатационным характеристикам;
- специальное геоинформационное моделирование с целью оценки величины биологической продуктивности полезащитных лесополос в современных условиях с использованием методов дистанционного зондирования.

Реализация геоинформационного моделирования произведена в рамках единого картографического проекта.

Тематическое геоинформационное картографирование осуществлено на основании картографических данных открытых источников, векторизации материалов печатных карт, карт и схем районирования, представленных в профильных научных изданиях и публикациях.

Эколого-биологические и биогеоценотические исследования включали анализ структуры агроценоза по средствам определения видового состава, возраста экземпляров растений, анализа их состояния, повреждения, высоты и диаметров стволов, наличия вредителей, состояния растительного покрова, антропогенных нарушений и преобразований.

В результате проведенных работ был составлен единый картографический проект, и соответствующая база данных, позволяющая оценить современное состояние лесополос в пределах района изысканий.

С методической точки зрения оценка состояния лесополос нормируется правилами проектирования, создания и ухода за защитными лесными насаждениями на землях сельскохозяйственного назначения [1] и соответствующими методическими указаниями [2].

Результаты и обсуждение

В соответствии с изложенной методологией была проведена оценка состояния агрофитоценоза и морфометрических параметров полезащитных насаждений. Как отмечалось выше, была составлена база данных морфометрических пространственных параметров лесополос и выделены конкретные участи поврежденных лесополос. Приведем для иллюстрации примеры относительно лесополос в разном состоянии, что позволит более

детально проиллюстрировать изложенную методологию и визуализировать проведенные геоинформациионные процессы и модели.

В качестве примеров выберем следующие участки: Лесополоса № 340, район расположения – Стахановское сельское поселение в южной части (№ 1 в соответствии с материалами детального полевого обследования), степень повреждения средняя (рис. 1).

Тип лесополосы: защитная вдоль автодороги.

Число рядов: шестирядная.

Тип посадки по породному составу: полидоминантная.

Породный состав и параметры деревьев:

Робиния белая (*Robinia pseudoacacia* L.): диаметры стволов – 10 см, высота деревьев – 3-5 м; ясень (*Fraxinus sp.*): диаметры стволов – 10-15 см, высота деревьев – 4-5 м;

Единично – абрикос обыкновенный (*Prunus armeniaca* L.): диаметры стволов – 20 см, высота деревьев – 3-4 м; дуб (*Quercus sp.*): диаметры стволов – 20 см, высота деревьев – 5-6 м.

Возраст посадок: 30-40 лет.

Повреждение деревьев: сухие ветви, обломы ветвей.

Степень повреждения лесополосы: выпадение деревьев в лесополосе составляет 40-50%, есть пробелы в рядности, высота деревьев различна, местами посадки загущены кустарниками, поросль.

Состояние лесополосы: удовлетворительное.

Необходимость реконструкции: есть, но не первостепенная.

Далее в соответствии с апробированной методикой были обследованы группы лесополос общей площадью 6648077,5 м^2 (664,8 га). Общее число лесополос – 559 единиц на территории 16 сельских поселений Первомайского района Республики Крым.

Проведенные расчеты позволяют оценить и определить фактические сохранившиеся площади и участки лесополос. Общая площадь территории лесополос, в пределах которых сохранились экземпляры деревьев составляет 2753710,5 м^2 (275,37 га). Однако, это еще не говорит о том, что сохранившиеся участки с посадками обеспечивают эффективность выполнения функций лесополос и обеспечивает сохранность их структуры. Здесь возможны разнообразные варианты, начиная от действительно полноценного и хорошего состояния лесополосы, до единичных сохранившихся участков в пределах лесополосы, которые явно не позволяют считать эффективной ее структуру.

Наибольшая доля сохранившихся частей лесополос приходится на Гвардейское сельское поселение – 19,.03 % от общей площади района, далее следует Сусанинское сельское поселение – 12,91 %, Черновское сельское поселение – 11,8 %. Минимальные значения присущи для Калининского и Абрикосовского сельских поселение на уровне 0,77 и 2,62 % от общей площади лесополос в Первомайском районе. В среднем диапазоне площади сохранившихся участков лесополос распределены относительно равномерно между территорией остальных сельских поселений.

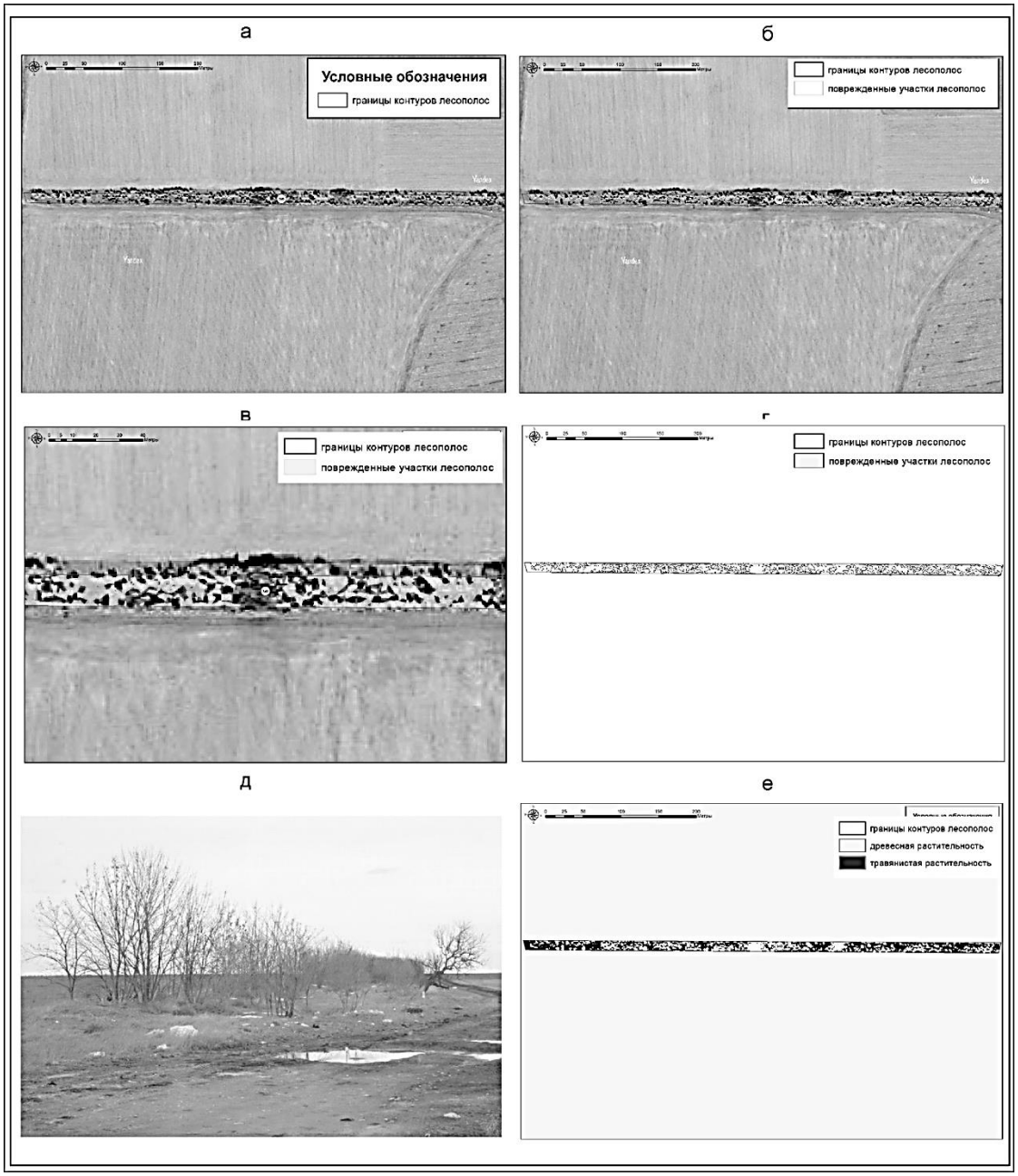

Рис. 1. Пример обработки космических снимков при определении степени повреждения лесополосы

Составлено авторами

Интерес представляет и рассмотрение величины фактического распределения процентов повреждения лесополос в разрезе территории сельских поселений. Так максимальны площади повреждения лесополос присущи для Калиниского сельского поселения. Здесь из числа обследованных лесополос повреждено 78,43 % площади лесополос. Далее следует Сарыбашкое сельское поселение с величиной в 69,69%. Далее Степноское сельское поселение – 67,31%, Войковское сельское поселение – 66,16 %, Стахановское сельское поселение –

65,67 %. Обращает на себя внимание крайне небольшой разрыв между величинами.

Минимальные величины повреждения лесополос отмечены в Октябрьском сельском поселении – 39,55 %, Гвардейском сельском поселении 42,43 %, Островском сельском поселении – 44,22 %, Абрикосовском сельском поселении – 48,62 %.

Термин «минимальные величины» в данном случае применяется для сравнения и не говорит о благоприятном состоянии лесополос, так как даже 40-50% поврежденных участков в пределах лесополосы и (или) в пределах операционно-территориальной единицы групп лесополос уже говорит об их явном неблагоприятном состоянии.

Построенная база данных позволяет так же оценить процент и долю повреждения каждой лесополосы. Произведя выборку из базы данных, мы можем произвести группировку лесополос по степени повреждения.

Выделим несколько интервалов: 0-10, 10-20, 20-30, 30-40, 40-50, 50-60, 60-70, 70-80, 80-90, 90-100 процентов повреждения.

Так, обращает на себя внимание распределение числа лесополос относительно величины повреждения. Количество лесополос с незначительным процентом повреждения в диапазоне 0-10, 10-20 % незначительно и составляет в сумме 29 единиц. Число же лесополос со средним уровнем повреждения в диапазоне 20-30, 30-40, 40-50 % в сумме составляет 154 единицы.

Степень повреждения лесополосы более 50 % предлагается считать пороговой и относить данные лесополосы к существенно поврежденным. Так, в диапазоне повреждения 50-60 % находится 71 лесополоса.

Обращает на себя внимание крайне большое число лесополос, уничтоженных практически полностью - в диапазоне повреждения 70-80, 80-90, 90-100 % лежит 233 лесополосы, что чуть менее половины их общего числа при обследовании.

Представленные диаграммы достаточно наглядно показывают, что большая часть из обследованных лесополос фактически уничтожена, а сохранившиеся с минимальным повреждением лесополосы единичны и достаточно сильно разрознены территориально.

Распределение площадей лесополос в разрезе степени их повреждения имеет несколько иную картину. Так максимум площади поврежденных лесополос приходится на среднюю степень повреждения на уровне 40-50 и 50-60 %.

Доля площади лесополос слабоповрежденных незначительна, равно, как и их протяженность. С другой стороны площади и протяженность практически уничтоженных лесополос достаточно велика, что в совокупности приводит к формированию картины практически полного уничтожения лесополос на определенных территориях.

На основе предложенных интервалов повреждения возможно выделить определенные этапы по восстановлению лесополос с выделением каждой конкретной лесополосы. Восстановление лесополос наиболее рационально с точки зрения ландшафтно-экологического подхода начать с наиболее поврежденных.

Представленная база данных позволяет выделить каждую конкретную лесополосу по степени ее поврежденности определить последовательность ее восстановления.

Подводя промежуточный итог, отметим, что приведенные данные явно говорят о неудовлетворительном состоянии рассматриваемых лесополос, что подтверждает четкую необходимость их восстановления.

Оценка величины биологической продуктивности полезащитных лесополос в современных условиях была произведена с использованием методов дистанционного зондирования и полевых наблюдений.

Проведенные изыскания позволяют определить величину биологической продуктивности для территории агроландшафтов всего Первомайского района и территории конкретных лесополос в том числе. Так, в базу данных проекта были внесены данные о величине базового индекса биологической продуктивности NDVI по состоянию на август 2018 г., как наиболее близкую дату из числа возможных к моменту проведения исследования, а, так же за весь возможный временной ряд получения космоснимков с 1979 года.

Продуктивность лесополос является одним из базовых показателей их современного эколого-биологического состояния и непосредственно оказывает влияние на эффективность выполняемых функций, влиянии на микроклимат территории. Так же, на основании соответствующих карта-схем возможно провести оценку степени повреждения.

В качестве модельного периода были выбраны даты с 08 по 12 августа каждого года, в данный промежуток в среднем продуктивность угодий должна быть близкой за исключением возможных единичных смещений фаз вегетации во влажные и засушливы годы, и годы с различным термическим режимом.

Показатель биологической продуктивности может свидетельствовать не только о наличии в пределах лесополосы деревьев или уничтоженных участков, но может и характеризовать плотность крон верхнего яруса основных пород лесополосы. Определение величины биологической продуктивности нижних ярусов лесополосы является затруднительной, например при ажурно-продувной или плотной структуре лесополосы.

Рассмотрение снимка 1979 года позволяет заключить, что структура лесополос в данной части территории еще не полностью сформирована и деревья только начинают достигать в некоторых участках лесополос необходимых размеров за счет роста. Об этом свидетельствуют и невысокие значения величины биологической продуктивности. В данном случае лесополосы либо еще небыли высажены, либо представляли собой молодые посадки, что так же подтверждает возраст данных посадок.

В 1983 году на снимке обращает на себя интенсификация величины орошения и продуктивности агроландшафтов, как таковых, при этом структура лесополос приобретет более выраженную форму с преобладанием значений индекса на уровне 120 единиц, что свидетельствует о постепенном формировании ее структуры и, следовательно, выполняемых функций. В 1987 году уже видна четко выраженная структура каждой лесополосы. Технологии дистанционного зондирования того времени не позволяли получать снимки в мультиспектральном канале большего разрешения, что обуславливает больший размер ячейки изображения по сравнению с фактической шириной лесополосы и визуально приводит к ее некоторому смещению относительно контура в сторону расширения.

В 1995 году наблюдается пик продуктивности рассматриваемых лесополос, что обусловлено достижением данными сообществами зрелого возраста и,

следовательно максимальной эффективности выполнения функций. Величина продуктивности может повышаться до 140 единиц при сохранении контура лесополосы.

Рассмотрение космического снимка 1999 года позволяет заметить начало процесса деградации лесополос, как за чет антропогенных, так и природных факторов. Далее достаточно четко прослеживается тенденция уменьшения площади лесополосы, занятой деревьями с нормальной для данного типа сообщества величиной продуктивности в 120 единиц индекса NDVI, явно видно замещение деревьев травянистыми участками с более низкой величиной индекса, близкого в высохшей травянистой растительности. Обращает на себя и общее снижение продуктивности агроландшафтов.

Рассмотрение снимка 2004 года подтверждает дальнейшею деградацию лесополос, хотя 2004 год был явно более влажным по сравнению с 1999, однако общая плотность индекса продуктивности существенно снижается. Доля уничтоженных частей лесополос может уже достигать 45-50%, а средняя величина продуктивности снижается до 110 единиц, хотя определенные сохранившиеся участки лесополос с высокой продуктивность еще присутствуют.

В 2011 году формируется близкое к современному состоянию качество лесополос, четко заметны участки со снижением величины индекса продуктивности до 100 и, даже 80 единиц, что говорит о том, что структура лесополос уже к этому времени была существенно нарушена.

Сравнение современных снимков периода 2016-2018 года позволяет подтвердить дальнейшую деградацию лесополос. Так, в 2016 году процент нарушенных лесополос существенно увеличивается, что во многом связано и с изменением условий орошения. Даже в пределах лесополос до этого находившихся в нормальном состоянии, например вдоль дорог, уже присутствуют участки занятые исключительно травянистой растительность со значением индекса продуктивности в высохшем состоянии на уровне 60-80 единиц. В 2017 году ситуация так же усугубляется в сторону увеличения площадей уничтоженных участков лесополос, явным является преобладание участков без древесной растительности с низкими величинами продуктивности. К 2018 году тенденция сохраняется.

Снимок показывает, что в пределах большинства лесополос уже преимущественно представлены участки с продуктивностью менее 120 единиц, что говорит о не эффективной величине биологической продуктивности лесополос, наличии сухостоя, не плотных и поврежденных крон, даже в пределах сохранившихся участков лесополос.

Модельные лесополосы достаточно полно раскрывают тенденцию развития лесополос в 1979-1995 году и их постепенную деградацию с ее интенсификацией в последние годы. Рассмотрение и других участков показывает практическую схожесть процессов природной и антропогенной деградации лесополос.

Выводы

Проведенные исследования представляют собой единственный и уникальный опыт оценки эколого-биологического состояния полезащитных лесных полос на больших площадях для территории Республики Крым с использованием комплексного методического подхода, сочетающего в себе

длительные полевые изыскания и современные методы дистанционного зондирования.

Результаты исследования позволяют оценить современное эколого-биологическое состояние 559 лесополос общей площадью 664.8 га на территории целого административного района Республики Крым.

Проведенные расчеты позволяют оценить и определить и фактические сохранившиеся площади, и участки лесополос.

Результаты исследования показали, что для района изысканий защищенность лесными насаждениями в их современном состоянии является полностью отсутствующей. Величина защищенности лесными насаждениями не достигает и 11%. Зоны мелиоративного влияния лесных насаждений варьируют в зависимости от изменений климатических факторов окружающей среды.

На основе составленной базы данных, проведенных оценок и анализа, результатов полевых наблюдений и изысканий возможно произвести разработку предложений относительно мероприятий по восстановлению полезащитных функций лесополос, проектируемые способы и объемы восстановления, обоснование технологий восстановления.

Результаты исследований прошли рассмотрение в профильных органах исполнительной и административной власти Республики Крым, и нашли положительные отзывы.

Представленные материалы далее были положены в основу разработки проекта восстановления и реконструкции лесополос Первомайского района Республики Крым, который был выполнен в 2019 году более широким коллективом авторов по инициативе Министерства экологии и природных ресурсов Республик Крым. По состоянию на 2020 год проект находился в стадии реализации и выполняется ГАУ РК «Раздольненское лесоохотничье хозяйство».

Это является уникальным примером массового восстановления системы полезащитных лесополос для Республики Крым и всего юга Российской Федерации.

Разработанная методология может быть реализована для оценки эколого-биологического состояния лесополос для любой территории и отличается комплексностью, относительной простотой, скоростью реализации и не высокой стоимостью проведения научно-исследовательской работ.

Литература

1. Правила проектирования, создания и ухода за защитными лесными насаждениями на землях сельскохозяйственного назначения. Новочеркасск: ФГБНУ «РосНИИПМ»), 2015. 40 с.
2. Балакай Г. Т., Балакай Н. И., Бабичев А. Н., Балакай С. Г., Монастырский В. А., Ольгаренко В. И. Проектирование, создание и уход за защитными лесными насаждениями на землях сельскохозяйственного назначения. Новочеркасск, ФГБНУ «РосНИИПМ»), 2015. 40 с.

V. O. Smirnov[1]
E. S. Kraynyuk[2]
N. V. Smirnova[3]

Experience in assessing the ecological and biological state of shelterbelts on territory of Republic of Crimea

[1] V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russian Federation
e-mail: svo.84@mail.ru
[2] Children's Ecological Center, Yalta, Russian Federation
e-mail: krainuk54@mail.ru
[3]Crimean multidisciplinary college, Simferopol, Russian Federation
e-mail: _nadunya_@mail.ru

Abstract. *The conducted studies represent the experience of assessing the ecological and biological state of protective forest strips on large areas for the territory of the Republic of Crimea.*

The research methodology has been developed, including the use of methods: a) field survey of the current state of forest belts; b) remote sensing and geoinformation modeling of the territory; c) ecological-biological, biogeocenotic and agro-landscape studies of the survey object.

A survey of 559 forest belts with a total area of 664.8 hectares on the territory of the Pervomaisky district of the Republic of Crimea was conducted. The calculations carried out allow us to assess the condition, the actual preserved areas and sections of forest belts. The total area of the forest belts within which the specimens of trees have been preserved is 2753710.5 m2 (275.37 ha).

The results of remote and field assessment of the state of forest belts showed a high level of statistical spatial relationship with the proportion of linear regression relationship at the level of 0.95 according to the Student's criterion and the value of the correlation coefficient at 0.97.

The dynamics of productivity of plant communities is considered for the period 1979 to 2018. The calculation and analysis is based on the vegetation index NDVI, which shows an increase in the productivity of forest belts in the period 1979 -1995 and gradual degradation by 2018 with a complete loss of protective functions.

For the survey area, the protection of forest plantations in their current state is completely absent. The amount of protection by forest stands does not reach even 11%. Zones of reclamation influence of forest plantations vary depending on changes in climatic factors of the environment.

Based on the compiled geoinformation database, the assessments and analysis carried out, the results of field observations and surveys, it is possible to develop proposals for measures to restore the protective functions of forest belts, projected methods and volumes of restoration, justification of restoration technologies.

The presented materials are the basis for the development of a project for the restoration and reconstruction of forest belts of the Pervomaisky district of the Republic of Crimea.

Keywords: *protective forest strips, ecological and biological condition, Republic of Crimea, assessment, remote sensing methods, biological productivity, restoration design.*

References

1. Pravila proektirovaniya, sozdaniya i ukhoda za zashchitnymi lesnymi nasazhdeniyami na zemlyakh sel'skokhozyaistvennogo naznacheniya (Rules for designing, creating and maintaining protective forest stands on agricultural land) Novocherkassк: FGBNU «RosNIIPM»), 2015, 40 p. (in Russian)
2. Balakai G. T., Balakai N. I., Babichev A. N., Balakai S. G., Monastyrskii V. A., Ol'garenko V. I. Proektirovanie, sozdanie i ukhod za zashchitnymi lesnymi nasazhdeniyami na zemlyakh sel'skokhozyaistvennogo naznacheniya (Design, creation and maintenance of protective forest stands on agricultural land) Novocherkassk, FGBNU «RosNIIPM»),2015, 40 p. (in Russian)

Поступила в редакцию 20.10.2022 г.