

На правах рукописи

ПАПЕЛЬБУ ВЛАДИМИР ВЛАДИМИРОВИЧ

**БИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЛЕСНЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ
ГОРНОГО КРЫМА НА ТРЕНДЕ РЕКРЕАЦИОННОЙ НАГРУЗКИ**

03.02.08 – экология (биологические науки)

**Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук**

Ялта – 2020

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки «Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН»

**Научный
руководитель:**

Плугатарь Юрий Владимирович
доктор сельскохозяйственных наук,
член-корреспондент РАН

**Официальные
оппоненты:**

Паштецкий Владимир Степанович, доктор сельскохозяйственных наук по специальности экология, Директор Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»

Широких Павел Сергеевич, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории геоботаники и охраны растительности Уфимского Института биологии – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук

**Ведущая
организация:**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского»

Защита диссертации состоится «26» марта 2020 г. в 10⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета Д 900.011.01 ФГБУН «Ордена Трудового Красного знамени Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН» по адресу: 298648, Российская Федерация, Республика Крым, г. Ялта, пгт Никита, спуск Никитский, 52; e-mail: dissovet.nbs@yandex.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБУН «Ордена Трудового Красного знамени Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН» по адресу: 298648, Российская Федерация, Республика Крым, г. Ялта, пгт Никита, спуск Никитский, 52; адрес сайта <http://www.nbgnsipro.com>

Автореферат разослан « »

2020 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Корженевская Юлия Владиславовна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Антропогенное влияние на лесные фитоценозы неуклонно возрастает в условиях научно-технического прогресса, урбанизации, развития туризма и других форм рекреации. Под воздействием этих факторов в экосистемах, включая лесные сообщества, происходят неизбежные изменения, приводящие к нарушению устойчивости насаждений и даже их гибели. Для предотвращения отрицательного влияния на природу особую актуальность приобретают поиски путей оптимизации рекреационного лесопользования. Для сохранения природной среды и одновременного удовлетворения рекреационных потребностей населения, прежде всего, необходимо установить характер влияния рекреационных нагрузок на состояние основных лесных сообществ Горного Крыма, выявить их эколого-ценотические изменения в результате воздействия антропогенных факторов.

Степень разработанности темы. На сегодняшний день существует ряд работ показывающих, что нерегулируемое посещение лесных территорий многочисленными группами отдыхающих приводит к уничтожению стратоподиума, травяного яруса, подроста, а со временем – и к распаду древостоя (Казанская, 1975; Ковальчук, 1981; Крестьяшина, 1983; Ларина 1987). Имеются сведения об увеличении в Горном Крыму количества видов травяного яруса на начальных стадиях рекреационной дигрессии за счет внедрения более устойчивых к вытаптыванию растений (Плугатарь, 2007; Фатерыга, 2009). По мере усиления влияния антропогенного фактора, в результате элиминации лесных трав, видовой состав, общее проективное покрытие и фитомасса напочвенного покрова снижаются (Плугатарь, 2007).

Экологические угрозы биоразнообразию Горного Крыма проанализированы по характеру и интенсивности антропогенного воздействия на определенные виды растений (Гольцев, 1982; Мазина, 1991; Фатерыга, 2009), установлены биоценотические связи в ландшафтах, типологическое многообразие и экологическая роль лесов Горного Крыма по водосборному принципу, влияние рекреационной деятельности на лесные экосистемы (Ковальчук, 1981; Левчук, 2006; Мазина, 1993; Плугатарь, 2008), дана оценка влияния рекреации на эколого-биологическую структуру высокоможжевеловых лесов (Фатерыга, 2010). Вместе с тем до сих пор недостаточно изучены вопросы последствий антропогенного воздействия на наиболее распространённые в Горном Крыму дубовые, буковые и сосновые леса. Очень мало работ по сравнительной экологической характеристике основных лесобразующих видов на тренде рекреации. Крайне ограничена информация о динамике экологических ниш в лесных сообществах Горного Крыма по стадиям дигрессии.

Цель и задачи исследования

Цель работы – выявить направления эколого-ценотических трансформаций лесных фитоценозов в условиях продолжительного рекреационного воздействия и разработать основные направления совершенствования системы лесопользования в Горном Крыму.

В связи с данной целью были поставлены следующие *задачи*:

- дать оценку влияния интенсивности рекреационной нагрузки на трансформацию компонентов лесных фитоценозов;
- изучить состояние возобновления главных лесобразующих видов;
- оценить потенциальную экологическую валентность видов травяного яруса для преобладающих типов лесорастительных условий в дубовых, буковых и сосновых сообществах;

- дать экологическую характеристику и определить эколого-ценотические стратегии лесных сообществ Горного Крыма на различных стадиях рекреационной дигрессии;
- охарактеризовать санитарное состояние насаждений в фитоценозах, подверженных антропогенному влиянию;
- установить особенности рекреационного воздействия на поверхность и водно-физические свойства почв;
- разработать рекомендации по оптимизации и повышению рекреационного использования лесов Горного Крыма.

Научная новизна. Впервые в Горном Крыму прослежена многолетняя динамика и выявлены закономерности сукцессий лесных экосистем для разных стадий рекреационной нагрузки. Модифицирована оценочная шкала для определения стадий рекреационной дигрессии лесных фитоценозов. Разработаны рекомендации по совершенствованию системы лесопользования и повышению рекреационного потенциала лесов Горного Крыма.

Теоретическая и практическая значимость. Полученные результаты могут быть использованы при прогнозировании отклика хвойных и широколиственных горных лесных экосистем на рекреационное воздействие, а также выборе оптимального управления лесами Крыма. Материал, изложенный в диссертации, может быть использован при составлении соответствующих разделов учебников по экологии, лесоведения, руководств по экологической оптимизации использования лесов. Разработанные методические рекомендации «Экологическая оптимизация рекреационного использования Горных лесов Крыма» внедрены в практику лесохозяйственными хозяйствами Крыма.

Методология и методы исследования. Методология базировалась на принципах комплексного изучения воздействия рекреации на лесные фитоценозы. Геоботанические, лесотаксационные, лесоводственные и почвенные исследования выполнены с использованием традиционных методик и доминантного подхода к классификации растительности; при лесотаксационных и лесоводственных исследованиях использованы общепринятые в лесной таксации и лесоводстве методики; лабораторными методами выполнены анализы почв. Количественные результаты исследований обрабатывали, применяя пакет программ «STATISTICA 6,0» и «MS EXCEL 2003», графические материалы выполняли при помощи программы «MS VISIO 2003».

Положения, выносимые на защиту.

- В лесных фитоценозах Горного Крыма наиболее подвержены антропогенному воздействию травяной ярус и естественное возобновление, наименее – стратоподиум и древостой.
- Основным фактором трансформации лесных сообществ Горного Крыма является нарастающее ежегодно антропогенное воздействие, приводящее к изменению видового состава травяного яруса, спектра жизненных форм и типов эколого-ценотических стратегий лесных экосистем.
- Состояние поверхности почвы является доминирующим критерием при установлении стадии рекреационной дигрессии.
- Лесные сообщества на V стадии дигрессии следует на время исключать из рекреационного пользования, для смены аллогенных сукцессий автогенными.

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы были доложены на 10 конференциях: 1) III научно-практическая конференция «Моніторинг

навколишнього середовища: науково-методичне, нормативне, технічне, програмне забезпечення» (м. Коктебель, АР Крим, 22-26 вересня 2008 р.); 2) IV науково-практическая конференция «Екологічна безпека техногенно перевантажених регіонів. Оцінка і прогноз екологічних ризиків» (м. Гурзуф, АР Крим, 29 вересня – 3 жовтня 2008 р.); 3) конференция научно-педагогических работников, научных сотрудников и аспирантов на 62-ой студенческой научной конференции (м. Київ, 2008 р.); 4) международная научно-практическая конференция «Стратегія забезпечення сталого розвитку України (м. Київ, 20 травня 2008 р.); 5) V научно-практическая конференция «Вплив руйнівних повеней, паводків, небезпечних геологічних процесів на функціонування інженерних мереж та безпеку життєдіяльності» (м. Яремче, Івано-Франківська обл., 29–27 лютого 2009 р.); 6) IV международная научно-практическая конференция «Проблемы фундаментальной и прикладной экологии, экологической геологии и рационального природопользования» (г. Кривой Рог, 2009 г.); 7) научная конференция «Перспективи розвитку лісового та садово-паркового господарства» (м. Умань, 2010 р.); 8) международная конференция «Актуальные проблемы экологии и природопользования в современных условиях» (г. Киров, 5-7 декабря 2017 г.), 9) V международная научно-практическая конференция «Интеграция современных научных исследований в развитие общества» (г. Кемерово 07 мая 2018 г.); 10) международная конференция молодых ученых, посвященная 90-летию Национальной академии наук Беларуси и Году малой родины (Гомель, 24-27 сентября 2018 г.).

Публикации. По теме диссертационного исследования опубликовано 19 работ, из которых 3 публикации входят в перечень изданий, утвержденных ВАК РФ.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, 7 разделов, заключения, практических рекомендаций, актов внедрения, списка литературы (176 источников) и приложений, изложена на 181 странице, проиллюстрирована 15 рисунками и 57 таблицами.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

РАЗДЕЛ 1 СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА РЕКРЕАЦИОННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ЛЕСНЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ

Лес является наиболее активным элементом, который создает и сохраняет окружающую среду, а также оптимизирует экологические процессы, особенно на горных склонах (Плугатарь, 2008).

Рекреационная трансформация фитоценозов заметно проявляется по признакам вытаптывания нижних ярусов растительности и уничтожения лесной подстилки. Последствия этих изменений – образование тропиной сети и снижение проективного покрытия травянистого яруса. Отмечается, что дигрессия нижних ярусов растительности и лесной подстилки происходит неравномерно по всей площади, а дискретно с образованием троп с куртинами подроста и подлеска (Казанская, 1975). Поэтому площадь, занятую тропиной сетью предлагается использовать в виде показателя при определении уровня нарушенности лесных фитоценозов (Гальперин, 1971; Зеленский, 1979).

Антропогенная трансформация лесных фитоценозов оказывает отрицательное влияние на рост и состояние подроста и подлеска. Общее количество подроста, как правило, уменьшается по мере увеличения вытаптывания. Динамика формирования подроста и подлеска по мере усиления рекреационной нагрузки различными авторами представляется весьма неоднозначно. Литературные данные об исследованиях в различных географических и природно-антропогенных условиях указывают на то, что

динамика подроста и подлеска под влиянием рекреационных нагрузок происходит в разных лесных формациях весьма различно и четкого представления не имеет (Крестьяшина, 1983; Папельбу, 2018).

2 УСЛОВИЯ, МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Природно-климатические условия района исследований. Физико-географические особенности Крымского полуострова обусловлены его южным положением, влиянием Черного моря, характером рельефа и геологическим строением. Орографически Крымский полуостров отчетливо делится на две неравные по площади части. Большая часть из них характеризуется равнинным рельефом и известна под названием Степного Крыма, а значительно меньшая по площади – Горный Крым (Поляков, 2009).

Защищенность с севера непрерывной цепью Главной гряды Крымских гор и влияние теплого Черного моря определяют климатические условия в Южном Крыму, климат которого относится к северным засушливым субтропикам и характеризуется наличием в году двух периодов: холодного (ноябрь-март) и теплого (апрель-октябрь). В теплый период абсолютный максимум температур (°С) достигает +39 °С, в холодный – возможны морозы до –16 °С. Самый холодный месяц – февраль, со средней температурой – +2,9 °С. Наиболее теплые месяцы – июль и август, средняя температура их +23,6 °С (Поляков, 2009). Период активной вегетации растений, ограниченный среднесуточными температурами воздуха выше +10 °С, длится 205 дней. Средняя годовая температура воздуха в районе Алушты составляет +12,6 °С (Плугатарь, 2015).

В связи с сильной расчлененностью рельефа и особенностями циркуляции атмосферы, атмосферные осадки распределяются очень неравномерно по территории Крыма – от 250 мм в год в степи до 1400 мм и более – в горах. В пределах Главной гряды при продвижении на восток климат становится суше. С поднятием в горы количество осадков возрастает. На Ай-Петринской яйле в среднем выпадает 1052 мм осадков в год, а восточнее, на Караби-яйле – 595 мм. На побережье также заметно уменьшение годового количества осадков с запада на восток (Ялта – 557 мм, Алушта – 430 мм).

Самыми распространенными в Горном Крыму являются бурые горно-лесные почвы. Они сформировались под дубовыми, буковыми, сосновыми и смешанными лесами на высоте от 350 до 1200 м н.у.м. (Плугатарь, 2015).

2.2 Методы исследования. Стационарные пробные площади закладывались по стандартной методике (Анучин, 1982). В качестве основы при типологической классификации фитоценозов использовали экотопическую сетку Горного Крыма (Плугатарь, 2015). Стадии дигрессии лесного фитоценоза определяли глазомерно по шкале, предложенной Г.А. Поляковой и В.П. Чижовой (Чижова, 1974).

Оценка состояния поверхности почвы, засоренность и естественное возобновление, проводились на учетных секциях расположенных по периметру границ пробных площадей, способом накладки сетки, площадью 1 м² с ячейками 10 x 10 см. Состояние поверхности почвы условно разделяли на 6 категорий: 1 – не нарушена; 2 – слабо выраженная тропа, проективное покрытие стратоподиума 10-50 %, разрыхлен; 3 – средне выраженная тропа, проективное покрытие стратоподиума 5–10 %; 4 – хорошо выраженная тропа, проективное покрытие стратоподиума до 5 %; 5 – дорожно-тропиночная сеть (ДТС) или дороги; 6 – делювий. Естественное возобновление главных лесообразующих видов определялось методом прямого учета количества всходов и подроста по видам на стационаре с пересчетом этого количества на 1 гектар.

С целью изучения влияния рекреационных нагрузок на возобновление хвойных видов применено моделирование механического воздействия на поверхность почвы и непосредственно на всходы человеком при его передвижении. Объемный вес и фракционный состав лесной подстилки определяли в воздушно-сухом состоянии. Роль подстилки в водорегулирующем процессе в насаждении изучали, применяя метод искусственного дождевания (Поляков, 2003) с применением дождевальной установки (Бефани, 1966).

Геоботаническое описание фитоценозов проводили согласно методическим рекомендациям по геоботаническому изучению и классификации растительности Крыма (Методические рекомендации..., 1985; Голубев, 1996). Для оценки обилия видов использовали модифицированную шкалу Браун-Бланке (Westhoff, 1978). Эколого-биологическая характеристика флористического состава каждого исследуемого фитоценоза приведена по В.Н. Голубеву (1996). Для сравнения аллогенных изменений фитоценозов по флористическому составу применялся бинарный коэффициент Жаккара (Шмидт, 1980, Алексанов, 2017). Для сравнительного анализа экологии видов были выбраны диапазонные экологические шкалы Л.Г. Раменского (1971) и Д.Н. Цыганова (1974). Поправка оригинальной шкалы была проведена с учетом методических рекомендаций В.В. Корженевского (1990) и региональных особенностей Горного Крыма. При количественной оценке использования каждого фактора тем или иным видом за основу принимали понятие «экологической валентности», а для комплекса факторов – «толерантности» видов (Жукова, 2003). Типы эколого-ценотической стратегии выделяли в рамках концепции Раменского-Грайма (Раменский, 1935; Grime, 1979). Положение в ряду гемеробности сообществ определяли по составу видов, каждый из которых имеет индивидуальный спектр толерантности к различным антропогенным факторам, используя расширенный вариант шкал Я. Яласа (Frank, 1990). Спектр жизненных форм видов травяного яруса определяли по классификации К. Раункиера (Raunkiaer, 1905).

При изучении водно-физических свойств почв использовали общепринятые методики (Роде, 1969; Вадюнина, 1986). Для определения объемного веса скелетных почв, которые содержат обломки пород размером более 1 мм, работы выполнялись по методике Ф.Р. Зайдельмана (1975). Расчеты объемного веса, пористости, полной влагоемкости были проведены только на мелкозем, без учета камней.

2.3 Характеристика модельных объектов

Исследования проведены в 2008–2018 гг. В качестве модельных объектов были выбраны стационары в центральной части Горного Крыма в наиболее распространенных типах леса и местах, массово посещаемых рекреантами. Комплексные наблюдения за основными компонентами лесных фитоценозов на стационарах были начаты в 1978 г. сотрудниками ГП «Крымская ГЛНИС», под руководством профессора, д.с-х.н. А.Ф. Полякова (Агапонов, 2007). Для решения поставленных задач данные стационары были восстановлены нами в 2008 г.

Стационар «Алушта». Расположен в Алуштинском участковом лесничестве ГАУ РК «Алуштинское лесохозяйство», в квартале 69, выдел 29 в естественном, порослевом насаждении дуба скального (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) на высоте 400 м над уровнем моря (н.у.м.). Географические координаты объекта: 44°39'02.14" северной широты и 34°22'25.90" восточной долготы. Тип лесорастительных условий – С₁. Тип леса – сухая грабинниковая судубрава с дубом скальным (С₁-гбДск). На территории стационара в 2008 г. было подобрано 5 участков с пятью стадиями рекреационной дигрессии.

На стационаре «Алушта» было заложено 45 временных пробных площадок для геоботанического описания. Установлено, что в дубовом фитоценозе произрастает 37 видов растений, принадлежащих к 17 семействам. На участке с I стадией сукцессионного процесса отмечен 21 вид из 12 семейств, на участке со II стадией – 17 видов из 10 семейств, на участке с III стадией – 14 видов (9 семейств), на участке с IV стадией – 9 видов из 7 семейств, а на участке с максимальным рекреационным прессом – 13 видов растений из 9 семейств. Рассчитанные для каждой пары участков коэффициенты подобия показали, что наиболее схожи флоры участков с IV и V стадией рекреационной дигрессии ($K_J = 0,69$). Минимальный коэффициент флористического сходства (0,21) имеет деградированный участок (V стадия рекреационной дигрессии) в сравнении с контрольным участком.

Стационар «Горное озеро». Восстановленный стационар «Горное озеро» расположен в Запрудненском производственном участке ГАУ РК «Алуштинское лесохозяйственное хозяйство» в квартале 9, выделах 15 и 20, включает три трансекта в чистых естественных фитоценозах дуба скального (*Q. petraea*) на высоте 500 м н.у.м. Географические координаты объекта: 44°10'10.86" северной широты и 34°21'07.14" восточной долготы. Тип лесорастительных условий – С₂; Тип леса – свежая грабинниковая судубрава (С₂-гбД). Территория, на которой расположен стационар, относится к интенсивно посещаемым местам.

Стационары «Ангарский перевал» и «Ангарский перевал – 2». В Алуштинском участковом лесничестве ГАУ РК «Алуштинское лесохозяйственное хозяйство» в естественных насаждениях *Fagus × taurica* Popl. в квартале 22 было восстановлено 2 стационара: «Ангарский перевал» (выделы 8 и 10) и «Ангарский перевал – 2» (выделы 4 и 6) на высоте 900 м н.у.м. Географические координаты объектов: «Ангарский перевал» – 44°45'23.73" северной широты; 34°20'20.33" восточной долготы; «Ангарский перевал – 2» – 44°45'02.95" северной широты; 34°20'079.35" восточной долготы. Тип лесорастительных условий – D₂. Тип леса – свежая грабовая бучина (D₂-гД).

В буковом насаждении («Ангарский перевал») было подобрано 5 участков с разной стадией рекреационной дигрессии и заложено 45 временных пробных площадок для геоботанического описания. Установлено, что в буковом сообществе произрастает 55 видов растений, принадлежащих к 29 семействам. На участке с I стадией дигрессии отмечено 8 видов из 8 семейств. Малое количество видов травяного яруса объясняется высокой сомкнутостью крон древостоя (0,9) и плотным стратоподиумом (до 10 см). На участке со II стадией отмечено 13 видов (10 семейств), на участке с III стадией – 31 вид (20 семейств). На участке с IV стадией – 28 видов растений (18 семейств) и на участке с V стадией – 19 видов растений из 14 семейств. Наиболее высокий показатель флористического сходства в буковом фитоценозе (0,38) характерен для участков с IV и V стадией рекреационной дигрессии. Минимальный коэффициент сходства (0,06) получен между участком с V стадией рекреационной дигрессии и участком, незначительно подверженным антропогенному влиянию (II стадия рекреационной дигрессии).

Стационар «Тюзлер». Восстановлен в Ливадийском научно-исследовательском природоохранном отделении ГБУ РК «Ялтинский горно-лесной природный заповедник» в квартале 42, выделе 20 на склоне южной экспозиции в естественном фитоценозе *Pinus pallasiana* D.Don и включает два трансекта. Высота стационара – 600 м н.у.м. Географические координаты объекта: 44°27'52.09" северной широты и

34°05'19.53" восточной долготы. Тип лесорастительных условий стационара – С₂. Тип леса – свежая черная-сосновая сукраль (С₂-Скр).

Стационар «Городское». Восстановлен в ГАУ РК «Алуштинское лесохозяйство» в квартале 55 (выдел 51) в искусственном насаждении *P. pallasiana* на высоте 100 м н.у.м. Географические координаты объекта: 44°39'52.08" северной широты и 34°23'21.76" восточной долготы. Тип лесорастительных условий – С₀. Тип леса и древостоя – очень сухая грабинниковая судубрава с дубом скальным (С₀-гбДс).

На стационаре было заложено 45 временных площадок для фитоценологического изучения травяного яруса. В сосновом фитоценозе отмечено 73 вида растений, принадлежащих к 27 семействам. На участке с I стадией дигрессии произрастает 33 вида растений, принадлежащих к 17 семействам, на участке со II стадией – 19 видов растений (12 семейств), на участке с III стадией – 19 видов (12 семейств), на участке с IV стадией – 44 вида (18 семейств) и на участке с V стадией – 22 вида из 11 семейств. Расчеты бинарного коэффициента Жаккара показали, что наиболее высокий показатель флористического сходства соснового фитоценоза (0,73) характерен для участков слабо подверженным антропогенному воздействию (участки со II и III стадиями рекреационной дигрессии). Минимальные коэффициенты сходства с контрольным участком (0,17; 0,15) имеют антропогенно нарушенные участки с IV и V стадиями рекреационной дигрессии соответственно.

РАЗДЕЛ 3 ВОДОРЕГУЛИРУЮЩАЯ ЕМКОСТЬ И РЕКРЕАЦИОННАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ ГОРНОГО КРЫМА

3.1 Водорегулирующая роль лесных экосистем. Для выяснения водорегулирующей роли дубовых, буковых и сосновых насаждений, на стационарах «Горное озеро», «Ангарский перевал» и «Тюзлер» были проведены исследования с охватом основных типов лесорастительных условий для исследуемых фитоценозов. Анализ данных показал, что низкой водорегулирующей ёмкостью (ВЕ) отличается дубовый фитоценоз, произрастающий в судубравных условиях. Большое распространение по площади дубовых насаждений отражено и в их водорегулирующих возможностях. Наибольшую ВЕ имеют древостои, сформировавшиеся в дубравах (буковый фитоценоз) и сугрудках (сосновый фитоценоз) с крутизной склона до 10°. Установлено, что буковые древостои обладают относительно высокими водорегулирующими свойствами и большинство этих насаждений, теоретически, способны регулировать выпавшие экстремальные осадки. Почвы в сосновых и буковых ценозах близки по водопроницаемости. Объясняется это сходным генезисом почв, сформированных под сосновыми и буковыми лесами. Даже на крутых склонах, в отличие дубовых, под буковыми и сосновыми фитоценозами в Горном Крыму поверхностный сток минимальный, а быстрота инфильтрации высокая, что обусловлено характером водно-физических свойств бурых горно-лесных почв.

3.2 Особенности рекреационной трансформации структуры лесной подстилки. В естественных условиях процесс рекреационного изменения лесной подстилки от природного состояния до образования сети тропинок происходит медленно, что усложняет фиксацию и количественную оценку последствий (Плугатарь, 2008). Поэтому нами применен метод моделирования рекреационных нагрузок. Был выбран один из доминирующих типов леса – свежий чернососновый сугруд (С₂-Скр), коренное насаждение *P. pallasiana* на стационаре «Тюзлер». Выявлено, что на ранней стадии рекреационная дигрессия в Горном Крыму проявляется в изменении состояния

лесной подстилки. К рекреационным нагрузкам лесная подстилка наиболее устойчива в осенний период. Её мощность уменьшается независимо от сезона рекреационного воздействия по мере увеличения рекреационной нагрузки. В весеннее время подстилка обеспечивает более высокие показатели водопроницаемости почвы, тем самым существенно стабилизирует гидрологический режим фитоценоза.

РАЗДЕЛ 4 ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РЕКРЕАЦИОННОЙ ДИГРЕССИИ ФИТОЦЕНОЗА ДУБОВОГО ЛЕСА

4.1 Состояние и особенности проявления дигрессионных изменений древесного яруса и естественного возобновления. В результате изучения таксационных показателей, полученных путём проведения соответствующих замеров и расчётов, в дубовых естественных насаждениях Горного Крыма в сухих лесорастительных условиях на стационарах «Алушта» и «Горное озеро» не было выявлено четких различий между параметрами основного показателя состояния леса – древостоя, в зависимости от стадии рекреационной дигрессии. Вследствие закономерного увеличения таксационных характеристик за время роста насаждения, анализ по бонитету, среднему диаметру и высоте, полноте, а также количеству деревьев не даёт возможности установить границы, позволяющие достоверно охарактеризовать конкретную стадию рекреационной дигрессии.

Установлено, что в естественных дубовых насаждениях Горного Крыма возобновление дуба скального в условиях сухой грабинниковой судубравы (С₁-гбДск) и свежей грабинниковой судубравы (С₂-гбДск) при минимальной антропогенной нагрузке (I стадия дигрессии) проходит удовлетворительно. По мере нарастания рекреационного воздействия происходит отпад самосева и общее количество подроста уменьшается. Одной из причин снижения количества подроста при возрастании рекреационной нагрузки также является конкуренция со стороны рудеральных травянистых сообществ, вызывающих задержание почвы.

4.2 Экологическое разнообразие флоры в дубовых фитоценозах. Фитоиндикация включает следующие позиции синэкологического подхода: виды со сходным распределением вдоль градиентов факторов среды, но разными пределами толерантности и оптимумами составляют экологическое пространство, общее для всех видов. В основу расчета плотности упаковки видов на градиентах факторов среды и факторов-условий для каждой стадии рекреационной дигрессии были положены геоботанические описания фитоценоза *Q. petraea*.

Экологические характеристики местообитаний ценопопуляций экотопов *Q. petraea* в Горном Крыму позволяют проанализировать не только влияние отдельных факторов-ресурсов и факторов-условий, но также оценить воздействие всего комплекса показателей (Таблица 1).

Выявлено, что для скальнодубовых сообществ в условиях сухой грабинниковой судубравы в Горном Крыму характерно:

- преобладание стеновалентных и гемистеновалентных видов растений по шкалам: освещенности-затенения (*Lc*) на участках подверженных антропогенному влиянию, температуры воздуха (*Tm*), омброклиматической (*Om*), криорежима (*Cr*), переменности увлажнения (*fH*), солевого режима почв (*Tr*), и шкале гранулометрического состава (*Ae*).

- доминирование мезовалентных видов растений по шкале освещенности-затенения (*Lc*) на участке с I стадией дигрессии, континентальности климата (*Kn*) (за исключением участка с V стадией дигрессии, где этот показатель характеризуется как

гемиэввалент), шкале кислотности почв (Rc) и шкале содержания кальция (Ca) на участках подверженных рекреационной дигрессии;

Таблица 1 – Потенциальная экологическая валентность скальнодубовых фитоценозов по стадиям рекреационной дигрессии

Градиенты факторов	Стадии рекреационной дигрессии				
	I	II	III	IV	V
Освещенность-затенение (Lc)	0,47	0,43	0,42	0,40	0,36
Температура воздуха (Tm)	0,35	0,36	0,38	0,40	0,38
Аридность-гумидность (Om)	0,32	0,31	0,35	0,36	0,39
Криорежим (Cr)	0,35	0,38	0,42	0,44	0,43
Континентальность климата (Kn)	0,50	0,50	0,52	0,54	0,57
Увлажнение (Hd)	0,29	0,29	0,36	0,34	0,35
Переменность увлажнения (fH)	0,36	0,34	0,36	0,38	0,40
Кислотность субстрата (Rc)	0,47	0,48	0,52	0,47	0,52
Солевой режим (Tr)	0,29	0,32	0,39	0,39	0,35
Содержание карбонатов (Ca)	0,40	0,39	0,44	0,45	0,45
Содержание азота (Nt)	0,58	0,59	0,59	0,60	0,58
Гранулометрический состав субстрата (Ae)	0,28	0,26	0,28	0,31	0,29

– эввалентные фракции растений прослеживаются по шкале содержания азота (Nt) и континентальности климата (Kn) на участке с V стадией дигрессии. Стоит отметить, что этот показатель косвенный и не позволяет сделать однозначных выводов о влиянии рекреационных нагрузок по данному градиенту.

Экологические характеристики местообитаний фитоценоза *Q. petraea* в Горном Крыму позволяют проанализировать не только влияние отдельных факторов-ресурсов и факторов-условий, но также оценить воздействие всего комплекса показателей, выраженного через индекс толерантности (Рисунок 1).

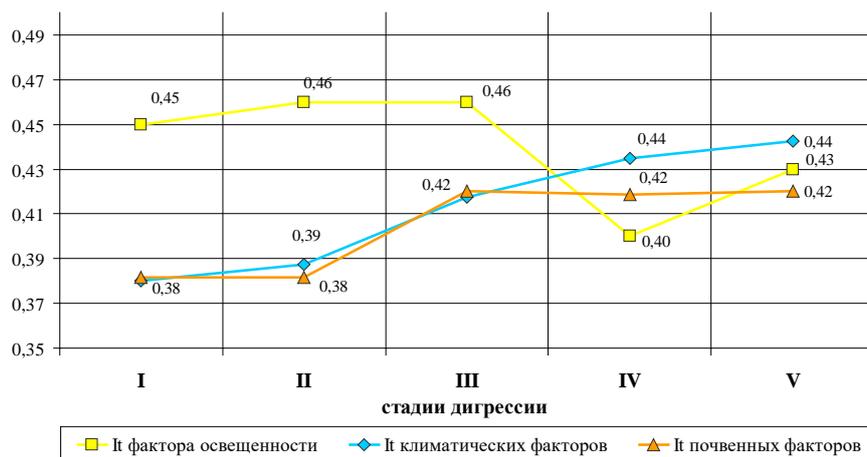


Рисунок 1 – Отношение изученного сообщества *Q. petraea* к комплексу факторов-ресурсов и факторов-условий

Установлено, что вне зависимости от стадии дигрессии, комплексов климатических и почвенных факторов, виды на участках скальнодубового леса характеризуются как способные существовать при малой амплитуде факторов. По световому режиму фитоценоз на участках с начальными стадиями дигрессии имеет

потенциальную возможность больше использовать экологическое разнообразие местообитания (мезобионт – 0,45–0,46).

Выявлено, что с повышением антропогенного влияния наблюдается тенденция увеличения доли однолетних видов, снижение числа видов с безрозеточными и розеточными побегами, увеличение процента видов с корневой системой короткого залегания и снижение процента видов с глубоким залеганием корневой системы, снижение процента мезофитов, возрастает участие гелиофитов, а тенелюбивые растения (сциофиты и гелиосциофиты) уменьшают свое доленое участие. Расчет показателя сходства и критерия идентичности структуры скальнодубового фитоценоза по биоморфологическим признакам показал, что статистически достоверно отличаются участки с разной стадией рекреационной дигрессии только по признаку глубина залегания корневой системы. Различия между участками с разным антропогенным влиянием по остальным признакам (основной биоморфе, структуре надземных побегов, корневой системы, отношению к водному, световому режиму) являются случайными.

По результатам наших исследований, мы оцениваем эколого-ценотическую стратегию скальнодубового фитоценоза в условиях C_1 как конкурентно–стресс-толерантно–рудеральную (CSR). В зависимости от роста антропогенного фактора, в травяном ярусе прослеживается уменьшение виолентов, и начинают преобладать спектры S или R составляющих комбинированной стратегии (Рисунок 2).

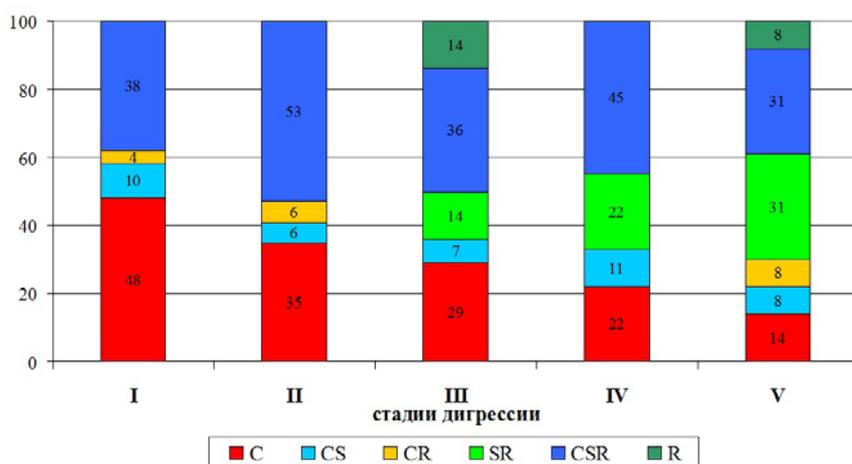


Рисунок 2 – Структура дубового фитоценоза (сухой сугруд) по эколого-ценотическим стратегиям видов в Горном Крыму на разных стадиях рекреационной дигрессии

Анализ распределения растений по ступеням гегемонности показал, что в сложении скальнодубового фитоценоза наблюдается преобладание олиго- и мезогегемобов. С увеличением антропогенного влияния спектр представлен мезогегемобами (m) и β -эугегемобами (mb) (Рисунок 3).

Жизненные формы растений сформировались исторически как результат приспособления к климатическим условиям среды (Раункьер, 1905), и, следовательно, наличие или преобладание того или иного типа может служить индикатором эколого-климатических условий того или иного района (Рисунок 4).

Наиболее представленной жизненной формой в скальнодубовом фитоценозе является группа гемикриптофитов. С увеличением рекреационной нагрузки в фитоценозе появляются терофиты, просматривается тенденция уменьшения доли видов фанерофитов, хамефитов и криптофитов. С увеличением рекреационной нагрузки в фитоценозе появляются терофиты, такие как *Arabis nova* Vill., *Trifolium*

arvensis L., *Vulpia ciliata* Dumort. и другие. Фанерофиты и хамефиты снижают долю своего участия по мере увеличения антропогенного влияния на территорию.

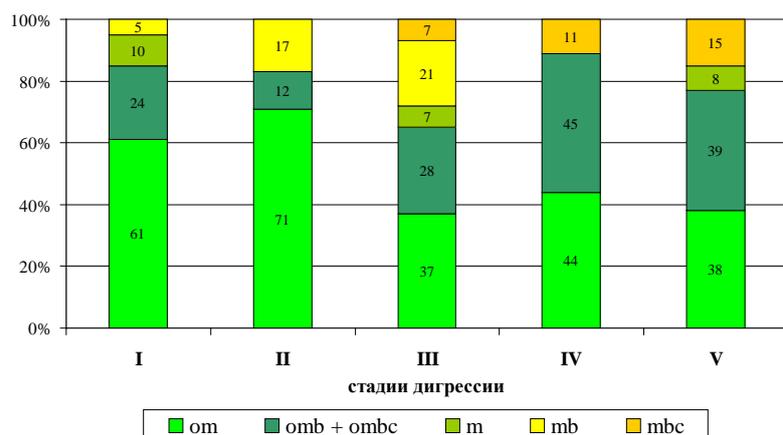


Рисунок 3 – Динамика спектра гемеобии скальнодубового фитоценоза (сухой сугруд) в Горном Крыму по стадиям рекреационной дигрессии

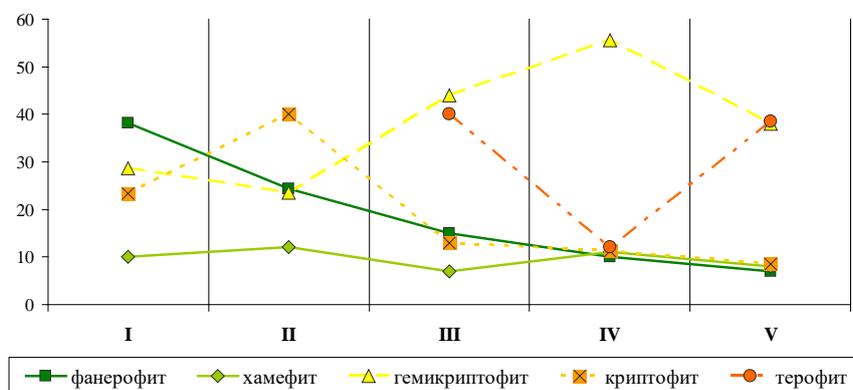


Рисунок 4 – Динамика жизненных форм в дубовом фитоценозе в Горном Крыму на разных стадиях рекреационной дигрессии

4.3 Анализ санитарного состояния. В целом, на стационарах наблюдается отсутствие засоренности на участках с начальными стадиями дигрессии, что объясняется произрастанием на них большого количества подлеска и кустарника. Анализ санитарного состояния показал, что на деградированных участках (V стадия дигрессии) засоренность рекреационной территории на исследованных участках под насаждениями дуба скального в Горном Крыму колеблется от 1,2 % в условиях С₁ до 5,2 % на 1 га в условиях С₂.

4.4 Состояние поверхности и водно-физические свойства почвы. Результаты исследований влияния рекреационных нагрузок на водно-физические свойства почвы, в насаждениях *Q. petraea* на стационаре «Алушта» показали отсутствие закономерных изменений в плотности почвы, в зависимости от стадии рекреационной дигрессии, как в верхних, так и в нижних горизонтах.

В 2018 г. изменения на первой трансекте стационара «Горное озеро» отмечены на участке, где произошло восстановление сообщества до II стадии дигрессии, связанным с ее удаленностью от рекреационного объекта («Горное озеро»). За последние 40 лет на территории стационара снизился процент категорий состояния поверхности почвы «хорошо выраженная тропа», «ДТС или дороги», а также

«делювий». Также отмечены резкие колебания в распределении поверхности почвы по категориям «не нарушена», «слабо выраженная тропа» и «средне выраженная тропа».

В результате исследования динамики водно-физических свойств почв под влиянием рекреационных нагрузок, на месте временной туристической стоянки (рекреационная поляна) стационара «Горное озеро» уплотнение почвы и снижение её пористости, в среднем на 10 % отмечено только в верхнем 10 см слое. Более существенные изменения в плотности поверхностного слоя почвы установлены на тропе в подстилке, превышающей по размерам (на 44 %) тропу на контрольном участке, что вызвало ухудшение запасов влаги в верхних слоях.

Изменения в состоянии поверхности почвы на стационарах показали, что с увеличением антропогенной нагрузки прослеживается тенденция к увеличению участия категорий «хорошо выраженная тропа», в верхних слоях почвы происходит уменьшение содержания мелкозёма, снижение запаса питательных веществ и продуктивной влаги. Из-за уплотнения верхних слоев почвы в аллогенных сукцессиях, в нижние горизонты попадает меньше кислорода, в связи с чем, конкурентные преимущества приобретают виды растений с коротким залеганием корневой системы.

РАЗДЕЛ 5 ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ФИТОЦЕНОЗА БУКОВОГО ЛЕСА В УСЛОВИЯХ РЕКРЕАЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

5.1 Таксационные характеристики древостоя и особенности естественного возобновления. Исследование изменений структуры древостоя и среднего диаметра насаждений букового фитоценоза в условиях свежей грабовой бучины (D₂-D) показало, что на стационарах «Ангарский перевал» и «Ангарский перевал – 2» произошли закономерные изменения. Средний диаметр по всем секциям стационаров изменился в сторону увеличения, а данные между учётами 2008 и 2018 гг. различались незначительно.

Сравнительный анализ динамики механических повреждений показал, что на стационаре «Ангарский перевал» процент поврежденных деревьев составляет 5 %, а на стационаре «Ангарский перевал – 2» – 4 %. На стационаре «Ангарский перевал – 2» преобладают деревья, отнесённые к категории «слабо поврежденные». В сравнении с результатами наблюдений 1978 г., количество не поврежденных деревьев на 1 га значительно уменьшилось, однако в процентном соотношении эти изменения незначительны.

Анализ естественного возобновления на стационарах показал, что на стационаре «Ангарский перевал» в условиях свежей грабовой бучины (D₂-гД) восстановление *F. × taurica* ухудшилось. Количество особей лесообразующего вида уменьшилось на 1,1 тыс. шт. на 1 га. Вместе с тем увеличилось количество сопутствующих видов, таких как *Q. petraea* и *Fraxinus excelsior* L. Совокупное же количество подроста на стационаре в 2008 и 2018 гг. по сравнению с 1978 г. уменьшилось в 2,8–3,0 раза. За последние 10 лет ситуация несколько улучшилась: если в 2008 г. разница с первичным учётом составляла в 7,1 тыс. шт./га, то в 2018 г. численность подроста увеличилась на 300 шт./га. Такая же тенденция с уменьшением количества доминирующего вида отмечена на стационаре «Ангарский перевал – 2».

5.2 Эколого-биологическая структура травяного яруса в буковых фитоценозах. Геоботаническое описание фитоценоза букового леса было положено в основу расчёта плотности упаковки видов сообществ, положений оптимумов и критических точек на градиентах факторов среды для каждой стадии рекреационной дигрессии, и помогло определить потенциальную экологическую валентность (PEV) видов в буковом фитоценозе (Таблица 2).

Таблица 2 – Потенциальная экологическая валентность сообществ *Fagus × taurica* по стадиям рекреационной дигрессии

Градиенты факторов	Стадии рекреационной дигрессии				
	I	II	III	IV	V
Освещенность-затенение (<i>Lc</i>)	0,52	0,58	0,52	0,47	0,45
Температура воздуха (<i>Tm</i>)	0,37	0,34	0,38	0,46	0,47
Аридность-гумидность (<i>Om</i>)	0,26	0,27	0,29	0,36	0,35
Криорежим (<i>Cr</i>)	0,31	0,31	0,35	0,42	0,43
Континентальность климата (<i>Kn</i>)	0,45	0,50	0,51	0,59	0,61
Увлажнение (<i>Hd</i>)	0,36	0,34	0,33	0,38	0,38
Переменность увлажнения (<i>fH</i>)	0,33	0,35	0,36	0,41	0,42
Кислотность субстрата (<i>Rc</i>)	0,46	0,49	0,50	0,53	0,60
Солевой режим (<i>Tr</i>)	0,30	0,31	0,30	0,36	0,39
Содержание карбонатов (<i>Ca</i>)	0,35	0,38	0,37	0,40	0,39
Содержание азота (<i>Nt</i>)	0,54	0,58	0,55	0,56	0,55
Гранулометрический состав субстрата (<i>Ae</i>)	0,27	0,25	0,27	0,26	0,26

Выявлено, что для букового сообщества в условиях свежей грабовой бучины лимитирующими экологическими факторами для растений являются: омброрежим (*Om*), криорежим (*Cr*), увлажнение почвы (*Hd*), переменность увлажнения (*fH*), солевой режим (*Tr*), содержание кальция (*Ca*) и гранулометрический состав (*Ae*);

– мезовалентные растения отмечены по шкалам освещенности-затенения (*Lc*), температуры (*Tm*) на деградированных участках, континентальности климата (*Kn*) на начальных стадиях трансформации и кислотности почв (*Rc*);

– эвривалентные фракции преобладают по шкале богатства почв азотом (*Nt*), и кислотности почв (*Rc*) на участке с V стадией дигрессии, а также по шкале освещенности-затенения (*Lc*) на участке со II стадией дигрессии.

Экологические характеристики местообитаний видов в буковых сообществах Горного Крыма позволяют проанализировать не только влияние отдельных факторов-ресурсов и факторов-условий, но также и оценить воздействие всего комплекса показателей (Рисунок 5).

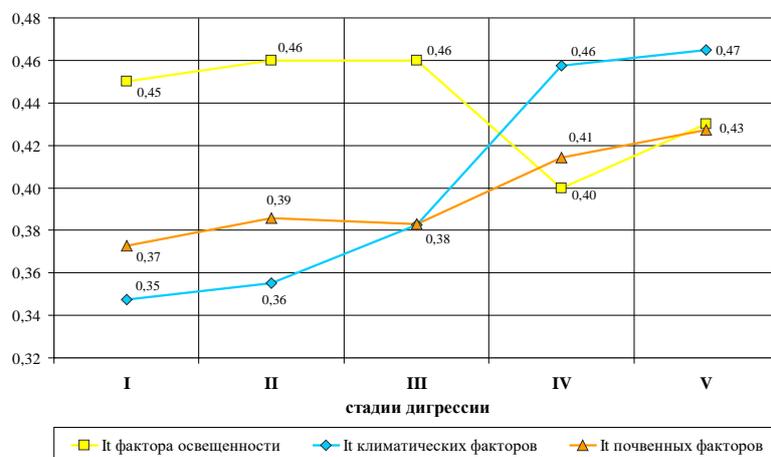


Рисунок 5 – Отношение изученных сообществ *Fagus × taurica* к комплексу факторов-ресурсов и факторов-условий

В фитоценозе букового леса по индексу толерантности на первых трёх стадиях дигрессии часть изученных сообществ являются гемистенобионтами по отношению к комплексу факторов-условий. С увеличением нагрузки они переходят в мезобионтную фракцию, что говорит о потенциально высокой возможности использования экологического разнообразия местообитаний на начальных стадиях рекреационной дигрессии.

С повышением антропогенного влияния наблюдается тенденция увеличения процента поликарпических трав, снижение числа видов с безрозеточными и полурозеточными побегами, возрастание процента ксеромезофитов, возрастает участие светолюбивых видов, а тенелюбивые уменьшают свое доленое участие. Результаты расчетов критериев идентичности при попарном сравнении биоморфологических структур флоры букового фитоценоза по стадиям рекреационной дигрессии показали, что достоверных изменений в спектрах биоморф по структуре надземных побегов, структуре корневой системы и глубине её залегания в буковом фитоценозе не выявлено.

На участке с I стадией рекреационной дигрессии в буковом фитоценозе 50 % видов имели первичную стратегию виолентов, 12 % – вторичную CS-стратегию и 38 % – смешанную CSR (Рисунок 6).

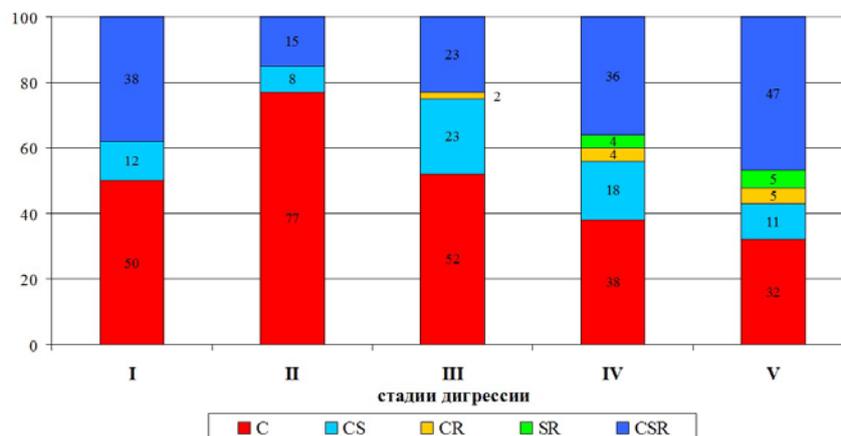


Рисунок 6 – Структура букового фитоценоза (свежая бучина) по эколого-ценотическим стратегиям видов в Горном Крыму на разных стадиях рекреационной дигрессии

С повышением рекреационного пресса наблюдалось включение конкурентно-стресс-толерантной стратегии (CR), а на участках с IV и V стадиями рекреационной дигрессии дополнительно и стресс-толерантно-рудеральной стратегии (SR), что свидетельствует об усилении нарушений в сообществе на тренде аллогенной сукцессии.

В буковом фитоценозе, как и в скальнодубовом, отмечено преобладание доли спектра видов, близких к естественным и полустественным сообществам, переносящим нерегулярное слабое антропогенное влияние (Рисунок 7). С увеличением антропогенного влияния отрезок спектра представлен мезогеммеробами (m) и β -эугеммеробами (mb), а также полигеммеробами (bcp), которые внедряются в фитоценоз в результате влияния антропогенных нагрузок.

По жизненным формам, в буковом фитоценозе в условиях свежей бучины преобладают гемикриптофиты, доля их растет по мере увеличения рекреационного воздействия (Рисунок 8).

Фанерофиты и криптофиты снижают свою численность при усилении антропогенного влияния. Хамефиты появляются только на участках, которые испытывают антропогенное влияние. Обращает на себя внимание и единственный

вид, переживающий неблагоприятные условия исключительно в виде семян (*Geranium rotundifolium* L.) на участке с III стадией рекреационной дигрессии.

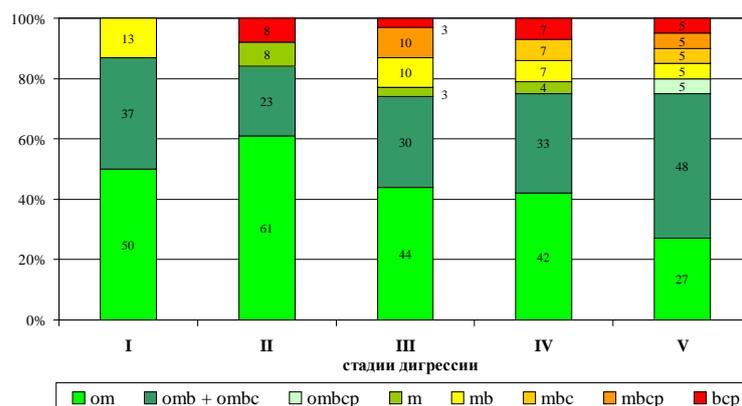


Рисунок 7 – Динамика спектра гемеробии букового фитоценоза (свежая суборь) в Горном Крыму на разных стадиях рекреационной дигрессии

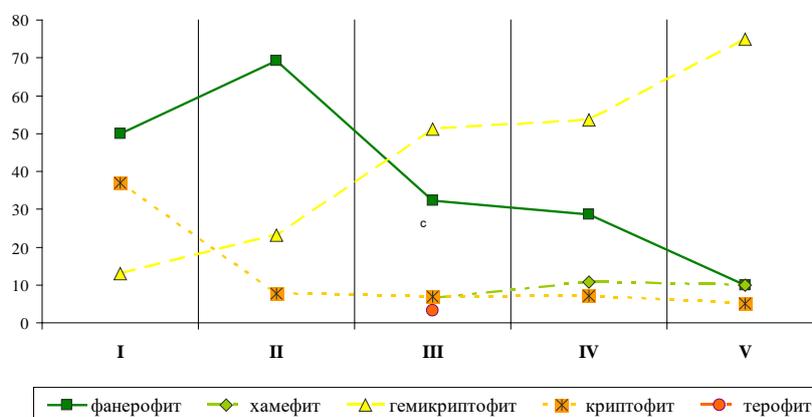


Рисунок 8 – Динамика жизненных форм в буковом фитоценозе в Горном Крыму на разных стадиях рекреационной дигрессии

5.3 Анализ санитарного состояния. Результаты учета динамики засоренности территории стационара «Ангарский перевал» в условиях свежей грабовой бучины (D₂-гД) показали, что за исследованный период существенных изменений в засоренности территории не произошло. В целом, территория характеризуется как слабо засоренная. Ситуация с санитарным состоянием стационаров не вносит существенных изменений в состояние букового фитоценоза.

5.4 Состояние поверхности и водно-физические свойства почвы. Анализ данных современного состояния поверхности почвы восстановленных стационаров букового фитоценоза, а также его динамика в условиях свежей грабовой бучины (D₂-гД) показал, что при последнем учёте на стационаре «Ангарский перевал» была развита дорожно-тропиночная сеть, которая в 2018 г. занимала более 15 % территории, что указывает на наличие III стадии рекреационной дигрессии. На поверхности почвы стационара «Ангарский перевал – 2», который характеризуется менее густой дорожно-тропиночной сетью, занимающей свыше 7 % территории, отмечен меньший рекреационный пресс. К 2008 г. категория поверхности почвы «не нарушена» снизилась на 14 %, а к 2018 г. – еще на 3,4 % территории.

Бурые горно-лесные глинистые скелетные почвы на элюво-делювии глинистых сланцев и песчаников в буковом фитоценозе на пробной площади «Ангарский

перевал» характеризуются рыхлой структурой почвенного профиля. В результате исследований выявлено, что грубоскелетные почвы, которые образовались на элюво-делювии известняков, более стойки к влиянию рекреационных нагрузок, чем такие же почвы, сформированные на продуктах выветривания глинистых сланцев и песчаников. Вероятно, это зависит от формы обломков плотных пород и расположения их в почве. Обломки в почве известняка имеют округлую, угловатую форму и при наличии их большого количества формируют мощный скелет.

РАЗДЕЛ 6 ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ И СТРУКТУРЫ СОСНОВЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ

6.1 Характеристика состояния древесного яруса и возобновления. На стационарах «Тюзлер» и «Городское» изменения в составе насаждений не выявлены. Через 40 лет в модельных насаждениях произошли закономерные увеличения диаметров стволов, которые связаны с возрастом насаждений, а не с влиянием рекреационных нагрузок.

Анализируя результаты повреждений на стационарах, в целом следует отметить, что количество их не значительно, а сами повреждения преимущественно относятся к категории «слабые».

Анализ естественного возобновления на исследованных стационарах показал, что на стационаре «Тюзлер» восстановление *P. pallasiana* как на первом, так и на втором трансектах ухудшилось. Результаты свидетельствуют о том, что на протяжении учётного периода произошло значительное снижение количества всходов и подроста на обоих трансектах.

С целью определения степени влияния рекреации на сохранность всходов в нижней горной зоне в условиях В₁ и С₁, под пологом искусственного соснового и естественного дубово-грабинникового насаждений был произведен посев семян *P. pallasiana*. После появления всходов и последующей подготовки площадок, проведено моделирование рекреационных нагрузок разной интенсивности (Таблица 3).

Таблица 3 – Влияние рекреационных нагрузок на сохранность всходов *P. pallasiana*

Характеристика всходов	Величина рекреационной нагрузки, проходы				
	Контроль	20	100	200	500
Тип леса – Сухая можжевельново-чернососновая суборь (В ₁ -мж Скр)					
Сохранность, %	99	78	46	15	4
Тип леса – Сухая грабинниковая судубрава с дубом скальным (С ₁ -гб Дск)					
Сохранность, %	99	81	70	44	9

Анализ данных показал, что сохранность всходов на контрольных площадках составила 99 %. По мере увеличения интенсивности рекреационных нагрузок, сохранность всходов снижалась, что закономерно. Установлено, что рекреационное использование фитоценозов соснового леса в нижней Горной зоне Крыма оказывает непосредственное воздействие на сохранность всходов *P. pallasiana*. Степень воздействия напрямую зависит от величин рекреационных нагрузок: чем они выше, тем ниже сохранность всходов. Менее интенсивно рекреационные нагрузки влияют на сохранность всходов в более богатых лесорастительных условиях (Папельбу, 2018).

6.2 Экологическое разнообразие видов в сосновых фитоценозах. Геоботаническое описание фитоценоза соснового леса было положено в основу расчёта плотности упаковки видов сообществ, а в дальнейшем помогло определить потенциальную экологическую валентность (РЕV) видов в крымскососновом фитоценозе (Таблица 4).

Таблица 4 – Потенциальная экологическая валентность сообществ *P. pallasiana* на градиентах факторов среды и факторов-условий

Градиенты факторов	Стадии рекреационной дигрессии				
	I	II	III	IV	V
Освещенность-затенение (<i>Lc</i>)	0,45	0,46	0,46	0,40	0,43
Температура воздуха (<i>Tm</i>)	0,35	0,39	0,38	0,40	0,39
Аридность-гумидность (<i>Om</i>)	0,31	0,30	0,30	0,34	0,34
Криорежим (<i>Cr</i>)	0,34	0,41	0,40	0,42	0,44
Континентальность климата (<i>Kn</i>)	0,53	0,53	0,55	0,58	0,55
Увлажнение (<i>Hd</i>)	0,32	0,45	0,43	0,42	0,40
Переменность увлажнения (<i>fH</i>)	0,36	0,37	0,39	0,40	0,36
Кислотность субстрата (<i>Rc</i>)	0,53	0,53	0,53	0,54	0,54
Солевой режим (<i>Tr</i>)	0,31	0,38	0,34	0,37	0,34
Содержание карбонатов (<i>Ca</i>)	0,38	0,44	0,41	0,44	0,44
Содержание азота (<i>Nt</i>)	0,59	0,59	0,58	0,56	0,57
Гранулометрический состав субстрата (<i>Ae</i>)	0,27	0,26	0,26	0,27	0,27

Установлено, что для соснового леса в Горном Крыму характерно:

– преобладание стеновалентных и гемистеновалентных видов растений по шкалам: термоклиматической (*Tm*), омброклиматической (*Om*) криорежима (*Cr*), увлажнения почвы (*Hd*), переменности увлажнения (*fH*), солевого режима почв (*Tr*), содержания кальция (*Ca*) и гранулометрического состава (*Ae*); эти градиенты определяют существование соснового фитоценоза в узких режимах эдафических факторов и ограничивают распространение в экотопе.

– преобладание мезовалентных видов растений на участках с начальными стадиями по шкале освещенности-затенения (*Lc*) и шкале континентальности климата (*Kn*), по шкале кислотности почв (*Rc*) на всех участках;

– гемизвравалентная фракция обнаружена по шкале содержания азота (*Nt*) и шкале континентальности климата (*Kn*) на участках с III и IV стадиями.

Экологические характеристики местообитаний ценопопуляций экотопов *P. pallasiana* в условиях очень сухой грабовой судубравы позволяют оценить воздействие всего комплекса показателей (Рисунок 9).

Климатические и почвенные факторы в сосновом фитоценозе в условиях очень сухой судубравы с дубом скальным вне зависимости от антропогенного влияния лежат в спектре гемистенобионтов, а индекс толерантности светового режима падает с увеличением рекреационного давления на участок.

Анализ биоморфологической структуры флоры соснового фитоценоза по стадиям дигрессии показал, что с повышением стадии рекреационной дигрессии наблюдается: снижение поликарпических трав, увеличение доли видов с полурозеточными побегами, повышение процента видов с корневой системой короткого залегания, снижение доли мезофитов, возрастает участие гелиофитов. Расчёт показателя сходства и критерия идентичности для соснового фитоценоза по биоморфологическим признакам позволил выявить, что статистически достоверно отличаются участки с разной стадией рекреационной дигрессии только по основной биоморфе и структуре надземных побегов.

Для соснового фитоценоза на участке с I стадией дигрессии выявлен CSR тип

стратегии с преобладанием черт виолентности в условиях оптимума, пациентности и эксплерентности в условиях повышения антропогенных нагрузок (Рисунок 10).

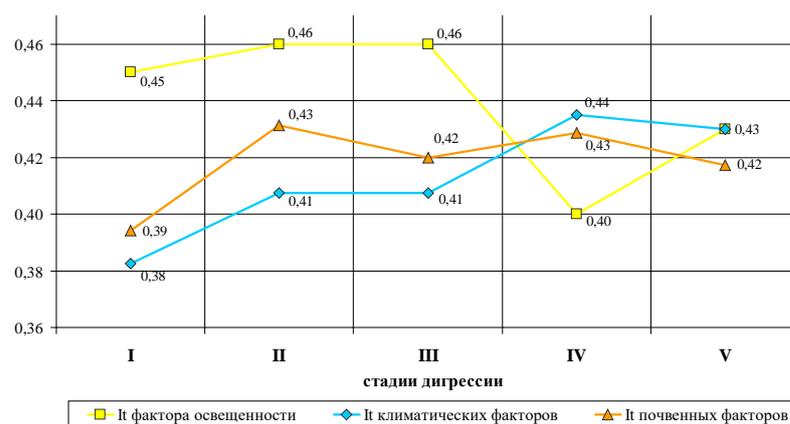


Рисунок 9 – Отношение изученных сообществ *P. pallasiana* к комплексу факторов-ресурсов и факторов-условий

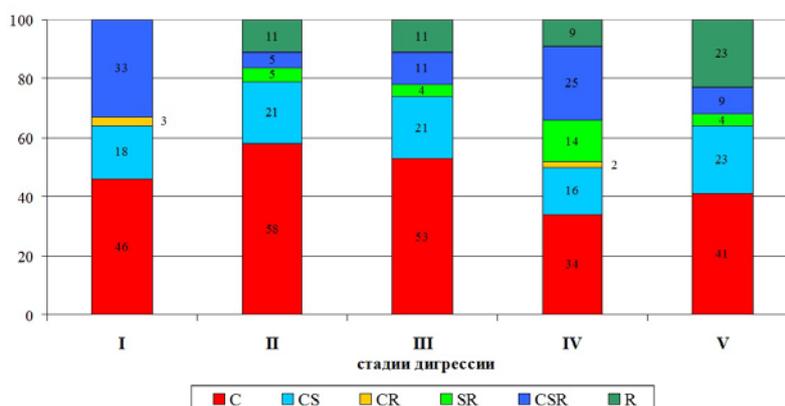


Рисунок 10 – Структура соснового фитоценоза по эколого-ценотическим стратегиям видов в Горном Крыму на разных стадиях рекреационной депрессии

С увеличением рекреационной депрессии отмечается снижение количества виолентов в процентном соотношении и увеличение количества пациентов.

Преобладание в спектре гемеробии α – отрезка спектра свидетельствует о том, что в сложении соснового фитоценоза участвуют от олигогемеробов, до мезогемеробов (Рисунок 11). Отрезок спектра также представлен β эугемеробными, α эугемеробными видами и полигемеробными видами.

В сосновом фитоценозе наиболее представительной из жизненных форм флоры является группа фанерофитов, что типично для всей естественной флоры исследуемого региона и говорит о приближении характеристик этого сообщества к условно нарушенным (Рисунок 12).

С увеличением стадии рекреационной депрессии просматривается тенденция уменьшения видов фанерофитов, гемикриптофитов и криптофитов.

6.3 Анализ санитарного состояния. Анализируя результаты динамики санитарного состояния территорий при рекреационном воздействии, необходимо отметить, что территория засоряется до определенного уровня, после которого она исключается из пользования самими посетителями. После окончания определенного периода (1–2 года) часть мусора перегнивает, часть убирается работниками лесной охраны или самими рекреантами, и площадь снова включается в рекреационное

использование. Засоренные территории, находящиеся вдалеке от этого объекта, надолго остаются замусоренными, тем самым исключаются из рекреационного использования.

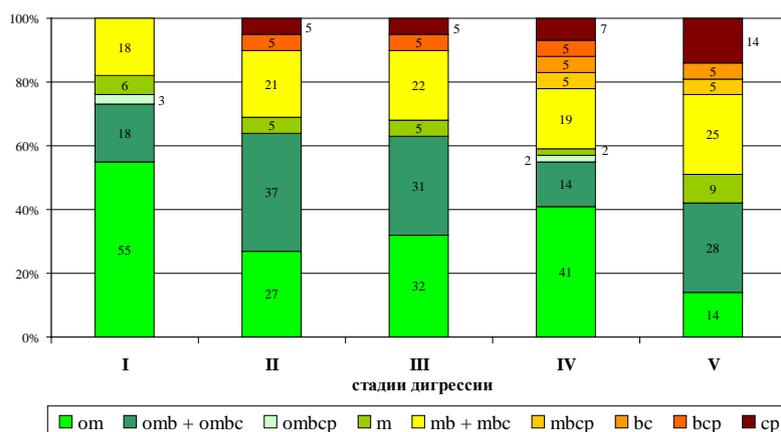


Рисунок 11 – Динамика спектра геме́робии соснового фитоценоза в Горном Крыму на разных стадиях рекреационной дигрессии

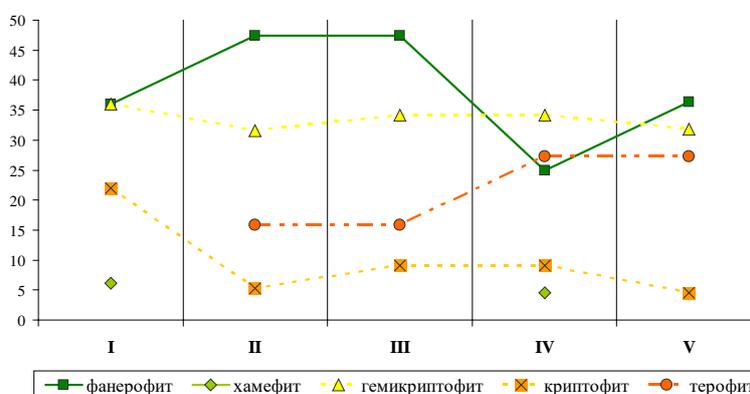


Рисунок 12 – Динамика жизненных форм в сосновом фитоценозе в Горном Крыму на разных стадиях рекреационной дигрессии

6.4 Состояние поверхности и водно-физические свойства почвы. В результате исследований выявлено, что более стабильными во времени являются такие категории поверхности почвы, как «тропы или дороги с размывом», а также «наносы мелкозёма, камни», которые возможно применять в качестве интегральных показателей при определении стадии рекреационной дигрессии в Горном Крыму.

Наблюдения за стационарами позволяют сделать вывод, что процент территорий с измененными физическими и водно-физическими свойствами почвы в лесных фитоценозах Горного Крыма невысокий. На горных склонах в результате перераспределения влаги, за счёт внутрпочвенного стока, фитоценозы в зоне рекреационной деятельности по водному режиму находятся в таких же условиях, как и на участках вне рекреационного воздействия.

РАЗДЕЛ 7 ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ РЕКРЕАЦИОННОГО ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ

Исходя из наших исследований, считаем, что наиболее объективными показателями, которые характеризуют стадии рекреационной дигрессии, вне зависимости от лесообразующего вида и типа лесорастительных условий, следует считать изменения в состоянии поверхности почвы (Таблица 5).

Таблица 5 – Модифицированная оценочная шкала определения стадий рекреационной дигрессии лесных фитоценозов в Горном Крыму

Показатели	Стадии рекреационной дигрессии				
	I	II	III	IV	V
Состояние поверхности почвы: «слабо выраженная тропа» и «средне выраженная тропа», %	< 25	< 50	>50		
Состояние поверхности почвы: «хорошо выраженная тропа», «ДТС или дороги» и «делювий» (один из показателей или их сумма), %	< 5	< 10	< 20	< 30	> 30
Подрост и подлесок	типичный	типичный	угнетен или редкий	отсутствует или единичные экземпляры	отсутствует, единичные экземпляры угнетены
Площадь территории с типично лесным травяным ярусом, %	80-100	50-80	21-50	6-20	до 5
Тип стратегии растений: наличие виолентов, %	> 50		30-50	< 30	
Тип залегания корневой системы (для скальнодубового фитоценоза): короткая, %	< 10		10-30	> 30	

Хозяйственные меры при первых трёх стадиях рекреационной дигрессии проводятся согласно основным правилам хозяйствования. При IV стадии дигрессии должны планироваться меры по координации тропиной сети, путём рыхления почвы на отдельных тропах (ликвидация тропы). Лесные сообщества с V стадией дигрессии следует на время исключать из рекреационного пользования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Исследование эколого-ценотических изменений в дубовых, буковых и сосновых лесах Горного Крыма показало, что в условиях продолжительного рекреационного воздействия самым устойчивым компонентом лесных фитоценозов является древостой. Вследствие закономерного увеличения таксационных характеристик за время роста насаждения, анализ по бонитету, среднему диаметру и высоте, сомкнутости крон, а также количеству деревьев отражает комбинированное воздействие экологических и антропогенных факторов, в том числе и влияние рекреационных нагрузок, что не даёт возможности установить границы, позволяющие достоверно охарактеризовать конкретную стадию рекреационной дигрессии. Более информативным индикатором изменения условий среды при рекреации является структура и динамика растительных сообществ травяного яруса, оперативно реагирующих на происходящие изменения. Учёт жизненных стратегий и конкурентных отношений, трансформирующихся под влиянием рекреационной нагрузки, позволяет на ранних этапах выявить признаки деградации, а также направление и скорость протекающих аллогенных сукцессий, прогнозировать дальнейшее развитие фитоценозов.

2. Для исследованных растительных сообществ выявлены сходства и различия в их реакции на антропогенное воздействие. Установлено, количество подроста по лесообразующим видам вне зависимости от фитоценоза, типа лесорастительных условий и стадии рекреационной дигрессии не отличается стабильностью по годам, но степень устойчивости естественного возобновления различна. Из исследованных видов наименее чувствительны к антропогенному

воздействию оказались насаждения *Q. petraea*. Более чувствительны насаждения *F. × taurica*, где количество подроста за 40 лет снизилось в 2,8-3 раза. В сосновых насаждениях Горного Крыма выявлено нарушение возобновительного процесса *P. pallasiana*, количество подроста за учетный период уменьшилось в 13-15 раз, а в местах интенсивного использования он вообще не сформировался.

3. Все изученные фитоценозы на начальных стадиях дигрессии характеризуются как первичные, конкурентные. С повышением антропогенного влияния, наблюдается включение переходных стратегий: конкурентно–стресс-толерантной–рудеральной (CSR) и стресс-толерантно–рудеральной (SR), что говорит об усилении нарушений в сообществе. Соотношение первичной стратегии (виалентов) заметно снижается в количественном выражении.

4. В изученных фитоценозах преобладают олигогемеробы и мезогемеробы. С увеличением антропогенного влияния в фитоценоз внедряются антропотолерантные виды. В сосновом лесу с повышением антропогенного воздействия, отрезок спектра включает эугемеробы.

5. Наиболее представленной жизненной формой в скальнодубовом и буковом фитоценозах являются гемикриптофиты. По стадиям рекреационной дигрессии просматривается четкая тенденция уменьшения видов фанерофитов, хамефитов и криптофитов. В сосновом сообществе с увеличением стадии дигрессии заметно преобладание терофитов.

6. В рассматриваемых фитоценозах с нарастанием антропогенного воздействия по основной биоморфе наблюдается увеличение озимых однолетников, по структуре надземных побегов – безрозеточных видов со стержнекорневой системой, повышается процент видов с корневой системой короткого залегания, уменьшается число мезофитов и увеличивается доля гелиофитов. По мере нарастания антропогенного воздействия для дубового фитоценоза выявлены статистически достоверные изменения по глубине залегания корневой системы. Для букового – по отношению к световому режиму. Для соснового – по основной биоморфе и структуре надземных побегов.

7. Выявлено, что на ранней стадии рекреационная дигрессия в Горном Крыму проявляется в изменении состояния лесной подстилки, а её мощность уменьшается по мере увеличения рекреационной нагрузки независимо от сезона воздействия.

8. С увеличением антропогенной нагрузки прослеживается тенденция к увеличению участия категорий «хорошо выраженная тропа», в верхних слоях почвы происходит уменьшение содержания мелкозёма, снижение запаса питательных веществ и продуктивной влаги. Из-за уплотнения верхних слоев почвы в аллогенных сукцессиях, в нижние горизонты попадает меньше кислорода, в связи с чем, конкурентные преимущества приобретают виды флоры с коротким залеганием корневой системы.

9. Анализ санитарного состояния показал, что в зависимости от интенсивности рекреационной нагрузки и близости к месту массового отдыха, засоренность рекреационной территории на исследованных участках невысокая и не превышает под насаждениями дуба скального 5,2 %, бука – 1,7 %, сосны крымской – 0,2 % на 1 га.

10. Установлено, что процент территорий с измененными физическими и водно-физическими свойствами почвы в лесных фитоценозах Горного Крыма незначительный. Изменения, которые произошли в результате антропогенной нагрузки, не повлияли на стадию рекреационной дигрессии

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

Для определения стадии рекреационной дигрессии рекомендуется использовать

модифицированную оценочную шкалу определения стадий рекреационной дигрессии лесных фитоценозов в Горном Крыму.

Для оптимизации рекреационного лесопользования предлагается проводить комплекс следующих мероприятий:

- учёт лесных рекреационных ресурсов;
- оценка фитоценозов по формам и типам рекреационной деятельности (прогулочная, спортивная, туристическая; кратковременная или долгосрочная);
- учёт посещения леса рекреантами и их распределение по территории с расчетами интенсивности рекреационных нагрузок;
- оценка стадии рекреационной дигрессии лесных фитоценозов;
- составление картосхемы рекреационной дигрессии конкретного лесного массива или участка леса для рекреационной деятельности.

К лесохозяйственным мероприятиям для оптимизации рекреационного использования лесных фитоценозов Горного Крыма следует отнести:

- Лесовосстановительные мероприятия
- Мероприятия по улучшению почвенных условий
- Создание эколого-познавательных маршрутов
- Регулирование допустимых рекреационных нагрузок.

Публикации в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ, в том числе входящие в международные реферативные базы данных и системы цитирования

1. Папельбу, В.В. Зміна параметрів насаджень залежно від стадії рекреаційної дигресії // Лісівництво і агролісомеліорація. – Харків: 2010. – Вип. 117. – С. 94–97.

2. Папельбу, В.В. Влияние антропогенных нагрузок на возобновление хвойных насаждений в Горном Крыму [Электронный ресурс] / В.В. Папельбу // АгроЭкоИнфо. – 2018, № 2. – Режим доступа: http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2018/2/st_238.doc.

3. Плугатарь, Ю.В., Папельбу, В.В. Результаты фитоиндикации условий экотопов скальнодубовых фитоценозов Горного Крыма на тренде рекреации / Ю.В. Плугатарь, В.В. Папельбу // Экосистемы, –2018, – № 15 (45): – С. 61–66.

Научные статьи в журналах (статьи в других научных изданиях)

4. Плугатарь, Ю.В. Экологический метод оценки воздействия рекреации на лесную подстилку / Ю.В. Плугатарь, А.Ф. Поляков, А.Г. Рудь, В.В. Папельбу // Агроэкологический журнал. – 2008. №2. – С 17–22.

5. Плугатарь, Ю.В. Екологічне і рекреаційне значення гірських лісів Криму / Ю.В. Плугатарь, А.Ф. Поляков, А.Г. Рудь, В.В. Папельбу // Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України: Збірник науково-технічних праць. – Львів: РВВ НЛТУ України. – 2009. – Вип. 19.2 – С. 7–14.

6. Плугатарь, Ю.В. Вплив рекреації на відновлення хвойних порід у Криму / Ю.В. Плугатарь, А.Г. Рудь, В.В. Папельбу // Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України: Збірник науково-технічних праць. – Львів: РВВ НЛТУ України. – 2009. – Вип. 19.7 – С. 58–61.

7. Плугатарь, Ю.В. Влияние рекреации на отдельные компоненты лесных биогеоценозов / Ю.В. Плугатарь, Ю.П. Швец, С.В. Курпас, В.В. Папельбу // Науковий вісник НУБіП України / Лісівництво. Декоративне садівництво / Редкол.: Д.О. Мельничук (відп. ред.) та ін. – К., 2009. – Вип. 135. – С. 31–39.

8. Плугатарь, Ю.В. Методика оцінювання стану рекреаційно-оздоровчих лісів у гірському Криму / Ю.В. Плугатарь, А.Г. Рудь, В.В. Папельбу // Лісівництво і агролісомеліорація. – Харків: 2009. – Вип. 115. – С. 149–153.

9. Плугатарь, Ю.В. Анализ экологической валентности скальнодубовых фитоценозов в Горном Крыму на разных стадиях дигрессии / Ю.В. Плугатарь, В.В. Корженевский, В.В. Папельбу // Бюллетень ГНБС. – 2018. Вып. 128 – С. 143–148.