

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
«ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ НИКИТСКИЙ БОТАНИЧЕСКИЙ САД
– НАЦИОНАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РАН»**

На правах рукописи



Папельбу Владимир Владимирович

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

03.02.08 – экология

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Научный руководитель: доктор сельскохозяйственных наук,
чл.-корр. РАН Плугатарь Юрий Владимирович

Ялта, 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
РАЗДЕЛ 1 СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА РЕКРЕАЦИОННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ЛЕСНЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ.....	10
1.1 Ретроспективный анализ изучения вопросов трансформации лесных фитоценозов.....	10
1.2 Теоретические основы рекреационной дигрессии лесов.....	13
1.3 Трансформация лесных фитоценозов при аллогенной сукцессии.....	18
РАЗДЕЛ 2 УСЛОВИЯ, МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	21
2.1 Природно-климатические условия района исследований.....	21
2.2 Методы исследования.....	27
2.3 Характеристика модельных объектов.....	34
РАЗДЕЛ 3 ВОДОРЕГУЛИРУЮЩАЯ ЕМКОСТЬ И РЕКРЕАЦИОННАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ ГОРНОГО КРЫМА.....	50
3.1 Водорегулирующая роль лесных экосистем.....	50
3.2 Особенности рекреационной трансформации структуры лесной подстилки.....	53
РАЗДЕЛ 4 ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РЕКРЕАЦИОННОЙ ДИГРЕССИИ ФИТОЦЕНОЗА ДУБОВОГО ЛЕСА.....	60
4.1 Состояние и особенности проявления дигрессионных изменений древесного яруса и естественного возобновления.....	62
4.2 Экологическое разнообразие флоры в дубовых фитоценозах.....	64
4.3 Анализ санитарного состояния.....	79
4.4 Состояние поверхности и водно-физические свойства почвы.....	81

РАЗДЕЛ 5 ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ФИТОЦЕНОЗА БУКОВОГО ЛЕСА В УСЛОВИЯХ РЕКРЕАЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ.....	88
5.1 Таксационные характеристики древостоя и особенности естественного возобновления.....	88
5.2 Эколого-биологическая структура травяного яруса в буковых фитоценозах.....	91
5.3 Анализ санитарного состояния.....	102
5.4 Состояние поверхности и водно-физические свойства почвы.....	103
РАЗДЕЛ 6 ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ И СТРУКТУРЫ СОСНОВЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ.....	108
6.1 Характеристика состояния древесного яруса и возобновления.....	108
6.2 Экологическое разнообразие видов в сосновых фитоценозах.....	113
6.3 Анализ санитарного состояния.....	125
6.4 Состояние поверхности и водно-физические свойства почвы.....	126
РАЗДЕЛ 7 ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ РЕКРЕАЦИОННОГО ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ.....	134
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	142
РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ.....	145
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	146
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	163
ПРИЛОЖЕНИЕ А Схемы размещения модельных стационаров.....	164
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Определение объёмного веса почвы по методике Ф.Р. Зайделямана.....	169
ПРИЛОЖЕНИЕ В Естественное возобновление основных лесобразующих видов.....	170
ПРИЛОЖЕНИЕ Г Показатели сходства и критерии индетичности флористического состава на участках с разной стадией рекреационной дигрессии.....	171
ПРИЛОЖЕНИЕ Д Динамика состояния поверхности почвы на стационарах.....	173
ПРИЛОЖЕНИЕ Е АКТЫ ВНЕДРЕНИЯ.....	174

ВВЕДЕНИЕ

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. Одной из первостепенных задач при разработке научно обоснованной системы лесохозяйственных мероприятий, способных ослабить негативное последствие рекреационной деятельности, является определение степени рекреационных нагрузок на природные экосистемы.

Сегодня спрос на различные лесные рекреационные услуги в Крыму удовлетворяется путем организации площадок для массового отдыха на традиционно посещаемых населением лесных территориях. При этом участки выделяются незначительными площадями, чаще всего без учета состояния фитоценозов и надлежащей подготовки их к приему рекреантов. Туристически-аттрактивные объекты, вызывающие повышенный интерес и подвергающиеся интенсивному рекреационному использованию гостями Крыма и местным населением, как правило, расположены на особо охраняемых природных территориях, имеющих разный правовой статус.

Леса Горного Крыма, являются естественным регулятором экосистемы, поэтому 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 [56, 58, 63, 68, 72]. Имеются сведения об увеличении в Горном Крыму количества видов травяного яруса на начальных стадиях рекреационной дигрессии за счет внедрения более устойчивых к вытаптыванию растений [103, 144]. По мере усиления влияния антропогенного фактора, в результате элиминации лесных трав, видовой состав, общее проективное покрытие и фитомасса напочвенного покрова снижаются [105].

Экологические угрозы биоразнообразию Горного Крыма проанализированы по характеру и интенсивности воздействия на определенные виды растений [28, 78, 144], установлены биоценотические связи в ландшафтах, типологическое многообразие и экологическая роль лесов Горного Крыма по водосборному принципу, влияние рекреационной деятельности на лесные экосистемы [63, 74, 77, 108], дана оценка влияния рекреации на эколого-биологическую структуру высокоможжевеловых лесов [145].

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 лесообразующих видов на тренде рекреации. Комплексной оценки влияния рекреации на лесные фитоценозы Горного Крыма на основе длительных стационарных исследований сроком 10 и более лет не проводилось. Крайне ограничена информация о динамике экологических ниш в лесных сообществах Горного Крыма по стадиям дигрессии.

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

Задачи:

- 1) дать оценку влияния интенсивности рекреационной нагрузки на трансформацию компонентов лесных фитоценозов;
- 2) изучить состояние возобновления главных лесообразующих видов;
- 3) оценить потенциальную экологическую валентность видов травяного яруса для преобладающих типов лесорастительных условий в дубовых, буковых и сосновых сообществах;
- 4) дать экологическую характеристику и определить эколого-ценотические стратегии лесных сообществ Горного Крыма на различных стадиях рекреационной дигрессии;
- 5) охарактеризовать санитарное состояние насаждений в фитоценозах, подверженных антропогенному влиянию;
- 6) установить особенности рекреационного воздействия на поверхность и водно-физические свойства почв;
- 7) разработать рекомендации по оптимизации и повышению рекреационного использования лесов Горного Крыма.

Научная новизна полученных результатов заключается в том, что 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.

Практическая значимость. Полученные результаты могут быть использованы при прогнозировании отклика хвойных и широколиственных горных лесных экосистем на рекреационное воздействие, а также выборе оптимального управления природными ресурсами Крыма. Результаты исследований применены при разработке «Методических рекомендаций по организации и благоустройству рекреационных лесов в Горном Крыму», сборника рекомендаций «Мониторинг и повышение стойкости антропогенно

нарушенных лесов».

Разработанные методические рекомендации «Экологическая оптимизация рекреационного использования Горных лесов Крыма» внедрены в практику лесохозяйственными хозяйствами Крыма.

Материал, изложенный в диссертации, может быть использован при составлении соответствующих разделов учебников по дем- и синэкологии, лесоведения, руководств по экологической оптимизации использования лесов.

Методология. Геоботанические, лесотаксационные, лесоводственные и почвенные исследования; геоботаническое изучение территории выполнено 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 с V стадией дигрессии следует на время исключать из рекреационного пользования, для смены аллогенных сукцессий автогенными.

Степень достоверности. Достоверность результатов и обоснованность

научных положений подтверждены большим объемом проанализированных данных полевых и лабораторных исследований, применением современных статистических методов анализа.

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 научно-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 рік); 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 «Проблеми фундаментальної і прикладної екології, екологічної геології і раціонального природопольовання» (г. Кривий Ріг, 2009 год); 7) научная конференция «Перспективи розвитку лісового та садово-паркового господарства» (м. Умань, 2010 рік); 8) международная конференция «Актуальні проблеми екології і природопольовання в сучасних умовах» (г. Киров, 5-7 грудня 2017 год), 9) V международная научно-практическая конференция «Інтеграція сучасних наукових досліджень в розвиток суспільства» (г. Кемерово 07 травня 2018 г.); 10) международная конференция молодих учених, посвященная 90-летию Национальной академии наук Беларуси и Году малой родины (Гомель, 24-27 вересня 2018 г.).

Публикации. По теме диссертационного исследования опубликовано 19 работ в соавторстве с научным руководителем, из которых 3 публикаций входят в перечень изданий, утвержденных ВАК РФ.

Личный вклад соискателя состоит в самостоятельном выполнении полевых работ, получении данных, разработке теоретических положений диссертации, детализации методик исследований, написании диссертации и формулировки выводов. Выбор темы, разработка программы исследований и обобщение экспериментальных материалов проведены совместно с научным руководителем д.с.-х.н., чл-корр. РАН Ю. В. Плугатарем.

Благодарность. Автор выражает искреннюю благодарность д.б.н., профессору, зав. лаб. флоры и растительности ФГБУН «НБС-ННЦ» В.В. Корженевскому за помощь при проведении геоботанических исследований и обсуждении полученных результатов.

Благодарен д.б.н. С.П. Корсаковой (ФГБУН «НБС-ННЦ») и д.б.н. В.П. Кобе (ФГБУН «НБС-ННЦ») за ценные замечания по диссертационной работе и автореферату.

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

РАЗДЕЛ 1

СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА РЕКРЕАЦИОННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ЛЕСНЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ

1.1 Ретроспективный анализ изучения вопросов трансформации лесных фитоценозов

Проблема оптимизации среды обитания и ведения специализированного рекреационного хозяйства в лесах в мировом масштабе возникла только в конце XX века. На VII мировом лесном конгрессе (1972 г., Аргентина) работала комиссия по охране лесов и их рекреационному использованию, обсуждались вопросы взаимное воздействие леса и человека. До этого времени влияние и характер сукцессий изучались преимущественно в лесопарках, национальных и природных парках, а также в других, особо ценных в рекреационном отношении лесах. Основное внимание уделялось проблемам архитектурного усовершенствования природных ландшафтов [8]. Стоит отметить, что вопросы выделения и формирования лесопарков, рекреационных зон в национальных парках, а также в некоторых заказниках и других охраняемых территориях являются актуальными и в настоящее время. Хозяйственная деятельность в них организуется на основе результатов предпроектных научно-исследовательских работ. Интенсификация рекреационного использования лесов развивается именно по направлению формирования лесопарков и других, эквивалентных по функциональному назначению и хозяйственному режиму, территорий.

На VIII мировом конгрессе (1978 г., Индонезия) было засвидетельствовано, что во всем мире, а особенно в странах Европы, наблюдается интенсивное рекреационное освоение лесных площадей, не подготовленных для этих целей. Несмотря на различия в природных и социально экономических условиях каждой страны, традициях рекреационной деятельности их населения, посещение лесов приобрело массовый характер. В связи с этим назрела необходимость

прогнозирования рекреационных потребностей, изучения их побудительных причин и разработки организационно-хозяйственных мероприятий по рекреационному лесопользованию [84].

Рекреационная нагрузка на лесные экосистемы растет настолько быстро, что ученые стоят ныне перед необходимостью создания объективных научных основ для выработки правильного режима ведения хозяйства в лесу, необходимого для каждой категории лесов в данных конкретных природно-экономических условиях. Задача эта очень сложна, поскольку она имеет научные, технические и социальные аспекты [127]. Разносторонние вопросы ее решения изложены в трудах многих исследователей [4, 14, 18, 20, 35, 60, 80, 88, 100-106, 124, 126, 128, 132, 140, 141, 148]. Выделяются следующие основные научно-исследовательские направления:

- определение рекреационных предпочтений населения;
- оценка рекреационной функции леса и лесных рекреационных ресурсов;
- определение состояния и устойчивости лесных фитоценозов, используемых в рекреационных целях;
- определение эффективности лесохозяйственных мероприятий по благоустройству территории;
- определение статуса рекреационного использования лесов в отрасли лесного хозяйства и в системе рекреационного лесопользования.

Наиболее важными для оптимизации среды и ведения хозяйства в рекреационных лесах являются сведения о предпочтениях населения в различных типах лесных фитоценозов, отдельных элементах экосистем, их параметрах и состоянии, условиях пребывания и расстояния до места отдыха, а также комфортности среды; о преобладающих видах, формах и продолжительности отдыха; о реакции отдыхающих на проводимые различные организационные мероприятия по благоустройству территории.

В большинстве работ анализируются закономерности изменения количественных и качественных параметров фитоценозов, зооценозов, лесной подстилки, а также физических, водно-физических и химических свойств почв в

лесах, используемых для рекреации. Многочисленными наблюдениями и экспериментами, проведенными в самых различных антропогенных условиях, установлено, что рекреация оказывает отрицательное влияние на состояние и жизнеспособность лесных экосистем, а также вызывает их дигрессию [7, 133, 32, 42, 47, 57, 58, 72, 80, 88, 96, 101, 125, 129, 141, 147, 150].

Значительное число работ XX века посвящены изучению закономерностей изменения видового состава, обилия и биомассы травянистых растений [71, 73, 77, 96, 151]. Преобладает мнение, что на начальных стадиях рекреационной дигрессии количество видов трав увеличивается за счет внедрения в ценоз более устойчивых к вытаптыванию синантропных растений. По мере усиления сукцессионного процесса количество видов резко уменьшается за счет исчезновения лесных трав. Одновременно уменьшается проективное покрытие и фитомасса травостоя [6, 27, 32, 71, 90]. Однако до сих пор нет законченных работ, позволяющих по состоянию травяного яруса определить место нарушенных рекреацией лесных фитоценозов в лесотипологической классификации. Это затрудняется в основном особенностью конвергенции различных типов леса по характеристикам травяного яруса на тренде рекреации.

В работах, касающихся изучения воздействия рекреации на древесную растительность, отмечается угнетающее влияние антропогенного фактора на состояние деревьев и кустарников [20, 21, 36, 48, 49, 52, 70, 71, 130]. Авторы указывают на уменьшение параметров листьев или хвои, приростов деревьев по высоте, диаметру и запасу древесины, снижение массы корней, механические повреждения ветвей, ствола и корней, уничтожение подроста и подлеска, суховершинность и ускоренное изреживание древостоев. И.В. Эмсис (1989) утверждает, что рекреационные нагрузки не уменьшают ход роста деревьев в сосновых насаждениях [151].

Следует заметить, что в тоже время, недостаточно работ по определению влияния рекреации на животный мир. Количество и видовой состав некоторых насекомых, млекопитающих и птиц, пресмыкающихся и земноводных, могут быть индикаторами состояния экосистемы [43].

Ряд авторов предлагают в качестве индикаторов, характеризующих состояние лесных экосистем, используемых для рекреации, указывать запас, удельную массу и толщину лесной подстилки [13, 23, 141].

Ухудшение роста и состояния фитоценозов в рекреационных лесах многие авторы связывают непосредственно с уплотнением почвы, а, следовательно, с ухудшениями ее физических и водно-физических свойств [17, 32, 49, 50, 141].

В последнее время большое внимание уделяется изучению особенностей естественного восстановления нарушенных рекреацией лесных экосистем. Однако до сих пор не сформированы представления о продолжительности и механизме этого процесса в различных природных и антропогенных условиях. Ускорять естественное возобновление или предотвращать рекреационную дигрессию предлагается различными организационно-хозяйственными мероприятиями. Предлагаемые организационные мероприятия можно подразделить на мероприятия по организации посещения лесов и по организации территории, предназначенной для этой цели.

Вопросы организации посещения рекреационных территорий изложены в трудах ряда исследователей [10, 11, 123]. Однако из-за различий в природных и социально-экономических условиях, решение этих вопросов в большинстве случаев носит локальный характер, и поэтому для каждого региона необходимы собственные исследования, как научная основа организации территорий для рекреации.

1.2 Теоретические основы рекреационной дигрессии лесов

Лес, как экосистема является одним из основных компонентов биосферы, в которой формируется среда для жизнедеятельности всего человечества на планете. Он является наиболее активным элементом, который создает и сохраняет окружающую среду, а также оптимизирует экологические процессы, особенно на горных склонах [107].

Одним из основных элементов, вовлеченных в индустрию отдыха на курортах Крыма, является лес. По мнению И. П. Герасимова (1975), весь Горный Крым относится к наиболее благоприятному району отдыха и туризма [24].

В.Н. Сукачев (1964), указывает, что формы влияния человека на лесной биогеоценоз носят комплексный характер и выделить отдельные факторы в нем зачастую тяжело [139]. Однако, анализ этих влияний и выделение отдельных причин изменений биогеоценозов необходим, чтобы иметь возможность предотвращать изменения, которые идут в ущерб человеку.

Степень влияния антропогенного фактора на лес зависит от: характера рекреационной деятельности (неорганизованная и организованная); продолжительности пребывания в лесу (многодневное пребывание с ночевкой, однодневный поход без ночевки, кратковременный без приема пищи); культуры поведения (традиции, дисциплина, экологические знания); стойкости леса (хвойный или лиственный, сухой или влажный и так далее). В Крыму целесообразно выделить шесть основных форм рекреации: дорожная, бездорожная, добывательская, бивачная, транспортная и кочевая [142].

Основную стабилизирующую роль лесных насаждений играют деревья, как биотические компоненты фитоценоза. Поэтому при любых комплексных исследованиях и системном анализе компонентов, особенно при изучении сукцессионных явлений в лесных экосистемах, подвергаемых антропогенному воздействию, необходимо придерживаться концепции биоцентризма, а важнейшее внимание уделять именно деревьям, как ведущему элементу фитоценоза. При фитоиндикации рекреационной дигрессии и демуляции лесных экосистем многие исследователи, как уже было сказано выше, основное внимание уделяют травянистой растительности, как элементу наиболее быстро и заметно реагирующему на антропогенное воздействие, но играющему второстепенную роль в стабилизации лесных экосистем [73, 77].

Леса, используемые для рекреации с точки зрения стабильности или динамичности, относятся к сукцессионным экосистемам антропогенных модификаций. Действие рекреации бывает, как импульсное, так и хроническое.

После импульсного воздействия биоценоз возвращается к исходному состоянию, а при хроническом воздействии – перестраивается к стабильному состоянию, но не к прежнему, а к новому, соответствующему новому состоянию абиотической среды, т.е. происходит экзогенная сукцессия. Сукцессионные процессы являются одновременно и причиной изменения структуры, а также породного состава всех ярусов лесной растительности и условий их стабилизации.

Наилучшими показателями стабильности и динамичности лесных фитоценозов, используемых для рекреации, являются радиальные приросты деревьев и полнота насаждений или сумма площадей сечения насаждения. Количественные и качественные параметры радиальных приростов деревьев, анализируемые современными методами дендроклиматохронологии обеспечивают информацию о состоянии ведущего элемента экосистемы – деревьев, а полнота насаждений позволяет определять роль и положение деревьев в экосистеме.

Изучению подлежат и другие элементы экосистемы. Количественные и качественные параметры состояния других элементов фитоценоза и, прежде всего, травяного яруса наилучше характеризуют состояние лесных фитоценозов, показывают тенденции сукцессионных процессов. Однако по этим показателям не представляется возможным судить о равновесии леса, как экосистемы, поскольку живой напочвенный покров, как и большинство других элементов биоценоза, сравнительно быстро меняется, а при его антропогенной деформации теряются естественные взаимосвязи с древостоем. Даже при полном уничтожении флоры травяного яруса, древесные виды могут сохраняться весьма долго.

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. Многими исследователями отмечается, что дигрессия нижних ярусов растительности и лесной подстилки происходит неравномерно по всей площади, а дискретно с образованием троп с куртинами подроста и подлеска [59]. Поэтому площадь, занятую тропиной

сеть предлагается использовать в виде показателя при определении уровня нарушенности лесных фитоценозов [21, 45, 46]. Отмечается тесная взаимосвязь площади тропиной сети от рекреационной нагрузки территории. Однако в большинстве работ отсутствуют характеристики используемых лесных площадей «площадь тропиной сети», «слабо выраженная тропа» или «вытоптанная площадь». Весьма различно представлена граница между слабым воздействием и тропой. В связи с этим, представленные в литературе данные по оценке данных показателей не всегда являются вполне корректными и сопоставимыми. Тем более, что не всегда эти вытоптаннные площади увязываются с этапами сукцессии, на них зачастую формируется травяной ярус из видов, которые являются более устойчивыми к рекреационному давлению [127, 143, 145].

При рекреационном освоении новых лесных территорий важно предвидеть особенности образования и развития тропиной сети по мере роста интенсивности рекреационного лесопользования. Лесохозяйственные и благоустроительные мероприятия целесообразно применять на этапе образования сформировавшейся тропиной сети. Этими мероприятиями можно стабилизировать не только общую вытоптанную площадь, но и площадь, занятую тропами. Предполагается, что в лесопарках Российской Федерации тропы должны занимать не более 3–5 % территории [1].

Чувствительность лесной подстилки к вытаптыванию рассматривается в работах многих специалистов по рекреационному лесопользованию. Обычно подчеркивается уменьшение запаса и мощности подстилки [13, 17, 63, 79, 98]. Однако связь этих уменьшений с интенсивностью рекреационного лесопользования указывается только в трудах некоторых исследователей [13, 141].

Учитывая важность функций стратоподиума в лесном фитоценозе (регулирование гидротермического режима почвы, увеличение влагоемкости и водопроницаемости поверхностных ее слоев, сохранение их от уплотнения и разрушения), можно предполагать, что уменьшение ее запасов ухудшает условия роста, а также состояние и устойчивость всего биогеоценоза. Одновременно

снижаются эстетические и санитарно-гигиенические свойства лесных ценозов. Запас подстилки и ее химический состав имеет зависимость от породного состава древесного яруса [108, 174].

Почва, как биокосная система, обладает рядом свойств, которые изменяются под влиянием различных факторов, в том числе и при рекреационных нагрузках. При вытаптывании почва уплотняется, что ведет к изменению ее составляющих фаз: твердой, жидкой, газообразной и живого населения. Эти тенденции наблюдаются до глубины 20 см, при этом заметно ухудшается обмен влаги и воздуха [32].

На уплотненных почвах, лишенных лесной подстилки, резко увеличивается (в 2–3 раза) глубина промерзания почвы. Именно уплотнение почвы является основным прямым фактором на рост и жизнедеятельность растительности в лесах рекреационного назначения [62, 137]. В.Н. Сукачев (1964) отметил, что рыхлость, структурность, высокая водопроницаемость и оптимальная воздухопроницаемость почвы – необходимые условия для нормального роста и высокой производительности древесных пород [138]. На неудовлетворительное сочетание этих свойств в естественных почвах или на их ухудшение в результате вмешательства человека древесные растения довольно быстро реагируют замедлением роста, снижением производительности, а при крайних степенях ухудшения – разрушением древостоя и сменой пород [153].

Большинство исследователей достоверными показателями уплотнения почвы признают ее плотность и вес [34, 140]. Важно знать критические параметры уплотнения почвы для различных видов деревьев, а особенно для основных лесообразующих пород.

1.3 Трансформация лесных фитоценозов при аллогенной сукцессии

Динамика живого напочвенного покрова под влиянием рекреационных нагрузок изучена подробнее среди основных компонентов лесных фитоценозов,

используемых в рекреационных целях [6, 21, 26, 31, 55-58, 72, 77, 78, 80, 98, 141, 145].

Чрезмерное накопление лесной подстилки ведет к снижению производительности древесных видов растительности и сокращению естественного возобновления, поскольку поступающие на поверхность диаспоры не могут прорасти, они иссушаются, а также повреждаются грызунами и другими животными. Некоторые авторы объясняют это значением подстилки в качестве светового фильтра, другие – ее фитотоксичностью [76, 115, 139].

Антропогенная трансформация лесных фитоценозов оказывает отрицательное влияние на рост и состояние подроста и подлеска. Общее количество подроста, как правило, уменьшается по мере увеличения вытаптывания. Основными причинами исчезновения подлеска и подроста считаются уплотнение поверхностных слоев почвы, механические повреждения, конкуренция со стороны травянистых видов растений, вызывающих задернение почвы. Однако динамика формирования подроста и подлеска по мере усиления рекреационной нагрузки различными авторами представляется весьма неоднозначно.

Существует точка зрения [86], что по мере увеличения рекреационных нагрузок подлесок уменьшается в количественных показателях, затем на IV стадии рекреационной дигрессии за счет ряда антропофильных видов (*Sambucus nigra* L.) увеличивается, а на V стадии полностью исчезает. Другие авторы придерживаются противоположного мнения, а именно, что количество подлеска увеличивается от II к III стадии рекреационной дигрессии, а потом – от III к IV и в V резко уменьшается [59]. Увеличение роли подлеска объясняется некоторым осветлением древесного полога, рыхлением мохового покрова и подстилки. Резкое уменьшение количества подлеска на IV и особенно V стадии дигрессии объясняется механическим повреждением, а также в результате резкого усиления дернового процесса. И.В. Таран и В.Н. Спиридонов (1985), выполнившие обширные экспериментальные исследования, пришли к выводу, что в целом использование леса в рекреационных целях препятствует появлению самосева

древесных растений и ускоряет его отпад, вызывает травмирование, снижает обилие, ухудшает состояние подроста [141]. Однако, в некоторых типах лесорастительных условий, эти авторы выявили смену лесообразующих пород. Так, например, доля участия сосны уменьшается, а березы и осины – увеличивается. В 80-е годы XX века появилось несколько работ анализирующих устойчивость подростка и подроста к рекреационным нагрузкам и возможности восстановления основных лесообразующих пород в нарушенных рекреационным лесопользованием лесах [79, 132].

Многочисленные литературные данные, которые получены в различных географических и природно-антропогенных условиях указывают на то, что динамика подроста и подростка под влиянием рекреационных нагрузок происходит в различных лесных формациях весьма различно и четкого представления не имеет [68, 92]. До сих пор, при определении стадии рекреационной дигрессии, количественные и качественные показатели состояния подростка и подростка использовались крайне редко.

Деревья повреждаются как механически, так и в связи с уплотнением почвы, что тормозит развитие их корневых систем [32, 124, 125, 130, 134]. Это в конечном результате приводит к уменьшению прироста древесных растений [36, 116, 132, 135, 141].

В результате проведенных исследований установлены тесные взаимосвязи между рекреационными нагрузками, уплотнением почвы, водно-физическими свойствами почв, проективным покрытием травостоя с одной стороны и радиальным приростом древостоя с другой [48, 141]. Авторы указывают на снижение жизнеспособности, ухудшение выполняемых рекреационных функций, ускоренный отпад деревьев, приводящий к преждевременному изреживанию древостоев [17, 75, 87].

Вред, наносимый рекреацией, может быть снижен при определении стойкости конкретного древостоя и проведении соответствующих хозяйственных мер. В литературе имеются данные об изменениях в лесной среде в зависимости от величины рекреационной нагрузки. По данным И.Д. Родичкина (1981), при

отдыхе в лесу 10–20 посетителей заметных изменений не наблюдается [121]. Л.О. Машинский (1975) считает, что при плотности посещения 10 человек на 1 га экологические условия меняются мало, в этом случае можно разрешать свободное перемещение людей по лесу [80]. При нагрузках 15 человек на гектар свободный режим пользования разрешается только по полянам. При больших нагрузках – 50–100 человек на 1 га движение посетителей разрешается только по тропам и дорогам, которые занимают вместе с полянами 25–30 % территории..

Ряд ученых проводят классификацию типов лесорастительных условий по стойкости к рекреационным нагрузкам [12], при этом им удалось рассчитать емкость туристической стоянки в Крымском лесу [99]. Безусловно, что для определения рекреационной емкости районов, чрезвычайно важно классифицировать все типы лесорастительных условий региона по стойкости к рекреационным нагрузкам и дать оценку каждого типа леса древостоя. Основой такой оценки должно быть изучение устойчивости насаждений разных типов леса.

Поэтому, важно изучить стойкость основных растительных фитоценозов, а также стойкость древостоя в конкретных лесорастительных условиях. Вопросам рекреационного использования фитоценозов в Крыму, его влиянию на отдельные элементы леса и водорегулирующую роль посвящено немало работ [18, 28, 72, 73, 74, 78, 93, 95, 102–112]. Изучая влияние рекреации на лесные фитоценозы важно определить нормативы рекреационных нагрузок, величины которых позволяли бы использовать лесные территории для отдыха с учетом их сохранения [114]. В данном направлении есть ряд работ, в которых определены допустимые рекреационные нагрузки и рассчитана рекреационная емкость лесов Горного Крыма [73, 94, 100, 113].

РАЗДЕЛ 2

УСЛОВИЯ, МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Природно-климатические условия района исследований

Физико-географические особенности Крымского полуострова обусловлены его южным положением, влиянием относительно теплого 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 [96].

В состав Крымских гор входят три гряды: Внешняя, Внутренняя и Главная. Характерной чертой всей горной полосы являются крутые южные и пологие северные склоны.

Основным наиболее высоким горным сооружением является Главная гряда Крымских гор, протягивающаяся от мыса Фиолент на западе до хребтов Кучук-Эгет и Биюк-Эгет на востоке. Строение Главной гряды неодинаково в ее различных частях.

Главная гряда является основным водоразделом полуострова. Здесь находятся наивысшие вершины Крымских гор. Южные склоны круто обрываются к морю. Центральная часть Главной гряды имеет плоские безлесные вершины, названные яйлами, – Бабуган-яйла, Байдарская, Ай-Петринская, Никитская, Гурзуфская яйлы и другие. Основными горообразующими породами выступают песчаники, глинистые сланцы, известняки. В известняковых яйлинских массивах развиты карстовые формы рельефа (пещеры). Особенно известные пещеры Красная (Кизил-Коба), Холодная (Суук-Коба), Мраморная и другие. В пещерах образовались озера, источники, откуда берут начало реки. Главная гряда расчленена каньонами. Именно здесь расположен Большой каньон Крыма. Между

обрывистыми южными склонами Главной гряды и берегом Черного моря есть узкая (шириной от 2 до 7 км) полоса, которая протянулась от мыса Айя на западе до Карадага на востоке, – это Южный берег Крыма (ЮБК) [113].

Внутренняя гряда невысокая, средняя высота ее составляет 500 м, состоит преимущественно из известняков мелового и палеогенного возраста. Реки расчленяют гряду глубокими долинами-каньонами на отдельные массивы. Здесь расположены горы – останцы Чуфут-Кале, Тепе-Кермен, Эски-Кермен с трапецеобразными вершинами.

Внешняя гряда – самая низкая, состоит из невысоких (120–200 м) холмов-возвышений (Сапун-гора) и хребтов (Карагач). В стратиграфической колонке преобладают известняки пермского, мелового и неогенового периодов.

Формирование современного рельефа Горного Крыма в значительной мере определялось его расположением в зоне структурных областей, испытывающих новейшие тектонические движения противоположного знака и различной амплитуды [37]. На него оказали влияние сводные дифференцированные поднятия Главной гряды и опускание в области Черного моря, приведшие к формированию широкой (до 30 км) материковой отмели, и сбросовые дислокации в зоне континентального склона. Такая тектоническая обстановка благоприятствовала широкому развитию в районе южного макросклона эрозионных и гравитационных процессов, образовавших здесь чрезвычайно своеобразный эрозионно-оползневый тип рельефа, формирование которого продолжается и в настоящее время.

Расположенный в относительно низких широтах, Крым получает большое количество солнечного тепла, приход которого в течение года превышает его расход. Число часов солнечного сияния достигает в некоторых пунктах 2,5 тыс. в год. 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 [96].

Защищенный от холодных вторжений с севера Южный берег характеризуется теплой зимой и прохладной весной из-за влияния моря. В связи с этим, четкого разграничения между зимой и весной нет. За начало весны принимается устойчивый переход в сторону повышения средней суточной температуры воздуха через 0 °С, который в Крыму (за исключением ЮБК, где средняя месячная температура воздуха в течение года всегда выше 0 °С) приходится на начало марта. Безморозный период продолжается в среднем 255 дней, наименьший составляет 190, а наибольший – 320 дней.

Заслуживает внимания длительность периода со среднесуточной температурой +20 °С и выше. В степном Крыму, на Керченском полуострове, а также в Севастополе, Алуште, Судаке и Феодосии этот период длится 70-80 дней, а в районе Ялты – 88–103 дня. Продолжительность его резко уменьшается в северном предгорье, где составляет лишь 40–60 дней, а на высоте метеостанций Ай-Петри и Караби-яйлы он вообще отсутствует.

На ЮБК период со среднесуточной температурой воздуха ниже 0 °С является не стойким, тогда как в горной и степной частях его длительность составляет от 6 до 112 дней [113].

Максимальная температура воздуха в степной части Крыма и на Керченском полуострове составляет +36...+40 °С. Данные значения температуры также характерны для западного побережья Крыма (Севастополь – Армянск). На ЮБК максимальные значения температуры не превышают 30–36 °С, на Ай-Петри и Караби-яйле – 28–30°С.

Максимальные годовые амплитуды температур достигают в Севастополе 22 °С, в Армянске – 33 °С, на территории от Ялты до Алушты – 18 °С, от Судака до Феодосии – 23–25 °С, на Ай-Петри – 26 °С, на Караби-яйле – 32 °С. Наибольшие в Горном Крыму амплитуды температур отмечены на Ай-Петри – 54 °С и на Караби-яйле – 61,5 °С [113].

Период активной вегетации растений, ограниченный среднесуточными температурами воздуха выше $+10^{\circ}\text{C}$, длится 205 дней. Средняя годовая температура воздуха в районе Алушты составляет $+12,6^{\circ}\text{C}$ [113].

Наряду с температурой воздуха, важным элементом климата являются атмосферные осадки. В связи с сильной расчлененностью рельефа и особенностями циркуляции атмосферы, они 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).

Годовой ход осадков имеет два максимума – зимний и летний. Самые дождливые месяцы холодного периода – декабрь и январь, теплого – июнь. В летний период осадки часто выпадают в виде обильных, но кратковременных дождей ливневого характера.

Снежный покров отличается крайней неустойчивостью, за исключением нагорий. Устойчивый снежный покров на склонах Главной гряды отмечается около 5 % зим (один год из 10–20 лет). Нижняя граница снеговой линии обычно устанавливается на высоте 400–600 м [96].

Относительная влажность воздуха в Горном Крыму меньше, в сравнении с большей частью территории Республики. Максимальные значения приходятся на зимний период с холодной и пасмурной погодой (декабрь, январь), минимальные – на теплый (август, сентябрь). Среднегодовая величина относительной влажности для района г. Алушты составляет 69–70 % [62].

Ветры на ЮБК преобладают северного и северо-западного направлений. От 70 до 100 дней в году может наблюдаться безветрие.

Минимальные температуры воздуха в Крыму наблюдаются во время вторжения континентального арктического воздуха. Абсолютный минимум температуры воздуха отмечен в январе-феврале, а максимум – в июле, что

предопределено поступлением континентальных тропических воздушных масс с востока и морских тропических масс с юго-запада. В горах на каждые 100 м высоты температура понижается, в среднем, на 0,62 °С.

Осадки неравномерно распределяются по периодам года. Около 80-85 % годовой суммы осадков выпадают в виде дождя. На твердые осадки приходится менее 10 %. В горах образуются горизонтальные осадки (роса, изморозь, гололед), доля жидких осадков уменьшается с высотой. Снежный покров устойчив лишь в горах, где длительность его залегания в среднем достигает 70–90 дней, на ЮБК отмечается лишь в отдельные годы (до 10–20 дней).

В течение года преобладают ветры северо-восточного, юго-западного и северо-западного направлений. Лес значительно снижает скорость ветра, по сравнению с открытой местностью.

В целом, климатические условия Горного Крыма отличаются обилием тепла, солнечного света, продолжительным безморозным периодом. В то же время засушливость вегетационного периода создает определенные трудности для некоторых отраслей народного хозяйства, в том числе и лесного.

Формирование почвенного покрова находится под влиянием вертикальной зональности. Кроме того, сам характер горного рельефа, как большая его изрезанность, варьирование склонов по крутизне, экспозиции и степени эродированности, разнообразие материнских пород, а также распашка площадей под сельскохозяйственные культуры, обуславливает некоторое разнообразие почв.

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. [113].

На северном склоне Крымских гор на высоте от 250 до 500 м н.у.м. распространены бурые горно-лесные почвы. В верхних частях лесной зоны на крутых склонах, сложенных юрскими известняками, находятся перегнойно-карбонатные маломощные почвы верхней зоны на известняках. Они развиты под чистыми сосновыми и смешанными лиственными лесами, состоящими из бука,

граба и других второстепенных пород. Перегнойно-карбонатные почвы содержат много гумуса и распространены в условиях значительного увлажнения [113].

В нижней зоне южного склона Главной гряды и частично на западном побережье гор до высоты 350–400 м н.у.м. распространены горные коричневые почвы. Они развиты в зоне сухих лесов и кустарников, под дубняками, грабинниками, можжевельниковыми лесами и кустарниковыми зарослями (шибляком). Иногда, в отдельных местах Горного Крыма, прослеживаются красноземы, образовавшиеся на древних продуктах выветривания – красно-бурых глинах. В верхних задерненных участках узких известняковых гребней на яйле, на высоте от 1200 до 1400 м н.у.м. пятнами и полосами расположены горно-луговые полуторфянистые почвы со средней мощностью около 20 см. Они очень богаты гумусом [62].

Большие площади коричневых почв на крутых склонах подвергаются водной эрозии. В результате чего частично или полностью смывается гумусовый горизонт. Профиль среднесмытой почвы, содержащий в сохранившемся гумусовом горизонте 2–4 % гумуса, составляет 40–60 см. На сильносмытых почвах гумусовый горизонт частично сохраняется на 25–50 % площади с количеством гумуса 1–3 %. На остальной части смывается весь профиль, до подстилающейся породы. В результате эрозии значительно возрастает скелетность почв [62].

На безлесных просторах Главной гряды, преимущественно в его западной половине, в т.ч. на Чатырдагском плато под горно-луговой растительностью распространены горно-луговые черноземовидные почвы.

В восточной половине яйлинского нагорья, начиная от Демерджи-яйлы, распространены горные черноземы. Они сформированы на известняках, конгломератах под горно-степной растительностью при участии в ее составе сорной растительности [38].

2.2 Методы исследования

Стационарные пробные площади закладывались по стандартной методике [3]. На стационарах изучались: таксационная характеристика древостоя [53, 89]; состояние деревьев (повреждение); состояние поверхности почвы; видовой состав и обилие покрытия поверхности почвы травяным ярусом; естественное возобновление главных пород; санитарное состояние территорий.

В качестве основы при типологической классификации фитоценозов использовали экотопическую сетку Горного Крыма [113]. Под типом леса понимали комплекс одинаковых по видовому составу насаждений в однородных лесорастительных условиях, под типом лесорастительных условий – комплекс однородных по экологическим условиям участков определенных типов леса. По трюфотопам делили на: А (боры) – бедные; В (субори) – относительно бедные; С (сугрудки) – относительно богатые и D (груды – народное название грабовой дубравы, используется как таксон, объединяющий все леса на богатых землях) – богатые [85]; по гигротопам разделяли на: очень сухие (0), сухие (1) и свежие (2).

Стадии дигрессии лесного фитоценоза определяли глазомерно по шкале, предложенной Г.А. Поляковой и В.П. Чижовой [147]. К I стадии относили участки, где изменения лесной среды не наблюдалось: подрост, подлесок и травяной ярус не нарушен и является типичным для рассматриваемого типа леса; проективное покрытие мхов составляет 30–40 %; травостоя из лесных видов 20–30 %; древесные виды здоровы с признаками хорошего роста и развития.

Ко II стадии рекреационной дигрессии относили участки, где изменение лесной среды было незначительным: проективное покрытие синузии мхов уменьшается до 20 %, травяного яруса увеличивается до 50 %; в травяном покрове появляются рудеральные виды (5–10 %); в подросте и подлеске поврежденные и усыхающие экземпляры составляют 5–20 %; в древесном ярусе фаутовые виды составляют до 20 % от их общего количества.

III стадию рекреационной дигрессии классифицировали по средней степени изменения лесной среды: мхи встречаются только около стволов деревьев (5–

10 %); проективное покрытие травяного яруса 80–90 %, из них 10–20 % луговые травы; подрост и подлесок средней густоты; усыхающих и поврежденных экземпляров до 50 %; в насаждении фаутных деревьев от 20 до 50 %.

На IV стадии проявлялось изменение лесной среды в сильной степени: мхи отсутствуют; проективное покрытие травяного покрова составляет 40 %, из них 50 % луговые травы; в древесном ярусе от 50 до 70 % больных и усыхающих деревьев; подрост и подлесок редкий, сильно поврежденный или отсутствует.

К V стадии относили участки, где лесная среда сильно деградирована: моховой покров отсутствует; травяной ярус занимает не более 10 % площади участка, причем состоит он почти полностью из злаков (80 %); подрост и подлесок отсутствуют; древостой изрежен, больные и усыхающие деревья составляют 70 % и более.

Состояние деревьев определяли по степени повреждения кроны, ствола, комлевой части и корней. Повреждения деревьев подразделяли на сильные и слабые. К сильным повреждениям относили: облом ветвей более чем одной трети части кроны, слом вершины, разного рода повреждения, выявленные на одной трети диаметра ствола, комеля и на лапах корней. Менее интенсивные повреждения деревьев относили к слабым [111].

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 (одна ячейка занимала 1 % площади учетной секции). По периметру пробы (трансекта) натягивали шнур с учетной разметкой через каждые 4 метра. Таким образом, исследуемая площадь пробы всегда составляла более 50 м², с четко определенными координатами, что позволяло при повторных наблюдениях изучать динамику состояния исследуемого параметра.

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 пробной площади (трансекте) с пересчетом этого количества на 1 гектар.

С целью изучения влияния рекреационных нагрузок на возобновление хвойных пород нами применено моделирование механического воздействия на поверхность почвы и непосредственно на всходы человеком при его передвижении. Предварительно выбиралась площадь в лесорастительных условиях, характерных для роста сосны крымской. На ней выделялся ряд площадок размером 1×1 м. Площадки размещались друг за другом, образуя учетную линию. На выделенных площадках ранней весной высевались семена. После появления всходов, сеянцы росли до состояния, при котором еще не происходило одревеснение стволиков. В начале лета проводили изреживание посевов, оставляя по 100 штук лучших экземпляров на каждой площадке, придерживаясь равномерного размещения их по площади. Через месяц моделировали интенсивность антропогенного пресса на поверхность почвы, путем прохода человека (вес около 70 кг), равным 20, 100, 200 и 500 проходам на площадку в сутки. Контролем служили модельные площадки без рекреационных нагрузок. Опыт проводили в трехкратной повторности. По окончании эксперимента производили подсчет сохранившихся экземпляров.

Объемный вес и фракционный состав лесной подстилки определяли в воздушно-сухом состоянии. Изменения во фракционном составе подстилки в зависимости от увеличения рекреационной нагрузки, относили к трем категориям: 1 – свежая, не деформированная; 2 – полуизмельченная, полуразложившаяся и 3 – измельченная, разложившаяся. Результаты, полученные на 1 м², пересчитывали на 1 га. Роль подстилки в водорегулирующем процессе в насаждении изучали, применяя метод искусственного дождевания [94] с применением дождевальной установки [9].

Водорегулирующая ёмкость (ВЕ) определяется через коэффициент водорегулирования (КВ) и коэффициент поверхностного стока. КВ – это отношение ВЕ древостоя к осадкам, равным суточному максимуму (215 мм), и выпавшим в течение часа. Влагеёмкость надземной части древостоев определяется по максимуму задержания осадков и зависит от видового состава фитоценоза: его полноты, возраста вида и определяется экспериментально для конкретного древостоя. В дубовых насаждениях влагоемкость надземной части древостоев колеблется в пределах от 2,2 до 2,8 мм, в буковых фитоценозах – от 2,6 до 3,2 мм, в сосновых – от 4,8 до 5,4 мм [97].

Вместе с учетом таксационных и других лесохозяйственных признаков, почвенных условий, климата, рельефа и иных факторов среды существенное значение имеет видовой состав травяного яруса. Это обуславливается тем, что видовой состав растительности в разных типах лесорастительных условий, как и количественное участие отдельных видов, не случайное, а закономерное явление и связано с определенными почвенно-климатическими условиями [94].

Геоботаническое описание фитоценозов проводили согласно методическим рекомендациям по геоботаническому изучению и классификации растительности Крыма [29, 82].

Для оценки обилия видов использовали модифицированную шкалу Браун-Бланке: «r» – встречается редко (менее 1 %); «+» – незначительное участие ценопопуляции вида в фитоценозе; «1» – проективное покрытие 5–10 %; «2» – от 10 до 25 %; «3» – от 25 до 50 %; «4» – от 50 до 75 %; «5» – более 75 % [176].

Эколого-биологическая характеристика флористического состава каждого исследуемого фитоценоза осуществлялась по монографии В. Н. Голубева [29]. Анализировались биоморфологическая (по основной биоморфе, по структуре надземных побегов, по структуре и глубине корневых систем) и экологическая (по водному и световому режимам) структуры.

Для сравнения аллогенных изменений фитоценозов по флористическому составу применялся бинарный коэффициент Жаккара [149]:

$$K_J = \frac{c}{a+b-c}, \quad [1]$$

где a – число видов в первом участке, b – во втором, и c – число видов, общих для сравниваемых участков.

Фитоценозы сопоставлялись по каждой стадии дигрессии. За контроль принимали участок с I стадией рекреационной дигрессии.

При сравнении выборок применяли показатель сходства популяций r [5]:

$$r = \sqrt{p_1q_1} + \sqrt{p_2q_2} + \dots + \sqrt{p_nq_n}, \quad [2]$$

$$S_r = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{1-p_0-r^2}{N_1} + \frac{1-q_0-r^2}{N_2}}, \quad [3]$$

где p_1, p_2, \dots, p_n – частоты в выборке из первой популяции;

q_1, q_2, \dots, q_n – частоты в выборке из второй популяции;

S_r – статистическая ошибка;

N_1 – объем первой выборки;

N_2 – объем второй выборки;

p_0 – сумма частот вариантов первой выборки, не представленных во второй;

q_0 – сумма частот вариантов второй выборки, не представленных в первой.

Критерий идентичности (I) выборок из двух фитоценозов рассчитывался по формуле [4]:

$$I = \frac{8 * N_1 N_2}{N_1 + N_2} \left(1 - r - \frac{p_0 + q_0}{4} \right), \quad [4]$$

Если величина I больше табличного значения χ^2 с $m-1$ степенями свободы, то на выбранном уровне популяции отличаются друг от друга, то есть значения I является достоверным.

Для сравнительного анализа экологии видов были выбраны диапазонные экологические шкалы Л. Г. Раменского [118] и Д. Н. Цыганова [146]. Поправка

оригинальной шкалы была проведена с учетом методических рекомендаций В. В. Корженевского [65] и региональных особенностей Горного Крыма. Анализ проводили по следующим градиентам факторов-условий и факторов среды: 1. Освещенность – затенение (Lc); 2. Температура воздуха (Tm); 3. Аридность – гумидность (Om); 4. Криорежим (Cr); 5. Континентальность климата (Kn); 6. Увлажнение (Hd); 7. Переменность увлажнения (fH); 8. Кислотность субстрата (Rc); 9. Солевой режим (анионный состав) (Tr); 10. Содержание карбонатов (Ca); 11. Содержание азота (Nt); 12. Гранулометрический состав субстрата (Ae).

Основным объектом исследований дифференциации экологических ниш дубовых, буковых и сосновых фитоценозов являлись геоботанические описания, выполненные на пробных площадях с проведением полного учета видового состава травянистой растительности. Используя специальную программу «Рover» [64], для каждого вида растения из состава описанных фитоценозов были определены зоны экологической толерантности (установлены минимальные и максимальные значения градаций) на градиентах ведущих абиотических факторов. При помощи базы данных «Экодата», разработанной в лаборатории флоры и растительности ФГБУН «НБС-ННЦ» [65], были построены гистограммы с указанием для конкретной градации абиотического фактора доли участия вида каждого синтаксона по стадиям дигрессии. Полученный по стадиям дигрессии ряд использован для количественного анализа отклонений видового богатства дубовых, буковых и сосновых фитоценозов Горного Крыма на градиентах изученных абиотических факторов [146].

Для количественной оценки использования ресурсов определенных факторов была рассчитана потенциальная экологическая валентность (PEV) как признак адаптационных механизмов ценопопуляций видов к изменению какого-либо экологического фактора.

При количественной оценке использования каждого фактора тем или иным видом за основу принимали понятие «экологической валентности», а для комплекса факторов – «толерантности» видов [39]. Для каждого фактора вводилось разделение на гемистеновалентные (ГСВ) (0,34–0,44), мезовалентные

(МВ) (0,45–0,55), гемиэвтривалентные (ГЭВ) (0,56–0,66) фракции [40]. При расчете общего индекса толерантности (I_t) мы объединяли климатические (T_m , O_m , Cr , Kn), почвенные экологические шкалы (Hd , fH , Rc , Tr , Ca , Nt , и Ae) и отдельно шкалу освещенности-затенения (Lc).

Типы эколого-ценотической стратегии (С – виоленты, S – пациенты и R – эксплеренты, а также переходные типы стратегий — CR, SC, RS, CSR) выделяли в рамках концепции Раменского-Грайма [119, 164].

Положение в ряду гемеробности сообществ определяли по составу видов, каждый из которых имеет индивидуальный спектр толерантности к различным антропогенным факторам. Использовался расширенный вариант шкал Я. Яласа, включающих 7 уровней: а – агемеробные виды, не переносящие антропогенного воздействия; о – олигогемеробные виды, близкие к естественным сообществам, переносящие малые рекреационные нагрузки; m – мезогемеробные виды, испытывающие экстенсивное антропогенное воздействие; b – β эугемеробные виды местообитаний с интенсивными рекреационными нагрузками; с – α эугемеробные виды, адвентивные виды природных и антропогенных сообществ, переносящие постоянное рекреационное влияние; р – полигемеробные виды, рудералы и виды, выносящие сильное и частое антропогенное влияние и t – метагемеробные виды, в полностью деградированных экосистемах и искусственных сообществах, находящихся на грани гибели [163]. После распределения растений по ступеням гемеробности составлялись диаграммы, в процентном соотношении выражающие долю каждой ступени.

Спектр жизненных форм видов травяного яруса определяли по классификации К. Раункиера [175]. Выделяли пять жизненных форм: фанерофиты (Ph) – растения, у которых почки возобновления расположены высоко над землей; хамефиты (Ch) – виды с неотмирающими на зиму побегами, почки возобновления расположены у поверхности земли; гемикриптофиты (НК) – виды, у которых надземные органы в конце вегетации отмирают, а почки возобновления находятся на уровне почвы; криптофиты (К) – виды, имеющие почки возобновления на

подземных органах и терофиты (Th) – виды, переживающие неблагоприятный период в виде семян.

При изучении водно-физических свойств почв использовали общепринятые методики [16, 120]. Для определения объемного веса скелетных почв, которые содержат обломки пород размером более 1 мм, работы выполнялись по методике Ф. Р. Зайдельмана [44] (Приложение Б). 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 (Рисунок 2.1).



Рисунок 2.1 – Схема расположения стационаров в Горном Крыму

Комплексные наблюдения за основными компонентами лесных фитоценозов на стационарах были начаты в 1978 году сотрудниками ГП «Крымская ГЛНИС», под руководством профессора, д.с-х.н. А. Ф. Полякова [2].

С целью изучения состояния насаждений, изменений таксономических характеристик древостоев и дальнейших мониторинговых наблюдений, нами с 2008 года восстановлены 6 модельных стационаров: 2 стационара в сообществах *Quercus petraea* (Matt.) Liebl., 2 стационара в фитоценозах *Fagus × taurica* Popl. и 2 стационара в насаждении *Pinus pallasiana* D. Don.

Геоботаническое описание провели в 2016–2018 гг. Фитоценотическое изучение флоры в дубовом фитоценозе по стадиям дигрессии проводили на стационаре «Алушта», в буковом фитоценозе – на стационаре «Ангарский перевал», в сосновом фитоценозе – на стационаре «Городское».

Ниже приводятся результаты определения таксономических характеристик древостоев, геоботанических описаний и сравнения аллогенных изменений фитоценозов по флористическому составу на стационарах по стадиям рекреационной дигрессии.

1. Стационар «Алушта»

Стационар «Алушта» расположен в Алуштинском участковом лесничестве ГАУ РК «Алуштинское лесохозяйственное хозяйство», в квартале 69, выдел 29 в естественном, порослевом насаждении дуба скального (*Q. petraea*) (Приложения А.1, А.2) 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 году было подобрано 5 участков с пятью стадиями рекреационной дигрессии.

Детальная лесоводственно-таксационная характеристика стационара по состоянию на 2018 год приведена в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Таксационная характеристика насаждений на стационаре «Алушта»

Характеристика	<i>Q. petraea</i>				
	Номер пробной площади				
	1	2	3	4	5
В.н.у.м., м	400				
Состав насаждения	10 Дск	10 Дск + Скр	10 Дск	10 Дск + Рд*	10 Дск
Бонитет	Va	Va	Va	Va	Va
Средний диаметр, см	9,5±0,2	9,8±0,3	9,8±0,2	9,6±0,1	10,6±0,1
Средняя высота, м	6,4±0,1	6,7±0,2	6,3±0,1	7,8±0,2	9,0±0,1
Полнота	0,5 – 0,6	0,5 – 0,6	0,5 – 0,6	0,7 – 0,8	0,7 – 0,8
Количество деревьев:					
на секции, шт	98	103	190	94	96
на 1 га, шт	3266	2575	2714	3133	3200
Запас, м ³ /га	90,0	71,0	80,0	106,6	145,0

Примечание – * *Sorbus domestica* L. (рябина домашняя)

На стационаре «Алушта» было заложено 45 временных пробных площадок для фитоценологического изучения флоры в дубовом фитоценозе [82]. Установлено, что в дубовом фитоценозе произрастает 37 видов растений (Таблица 2.2), принадлежащих к 17 семействам.

Таблица 2.2 – Флористический состав дубового фитоценоза на стационаре «Алушта» по стадиям рекреационной дигрессии

Название вида	Стадия дигрессии				
	I	II	III	IV	V
1	2	3	4	5	6
<i>Acer campestre</i> L.	r				
<i>Arabis nova</i> Vill.					+
<i>Bromus sterilis</i> L.					+
<i>Carex hallerana</i> Asso	+				
<i>Carex flacca</i> subsp. <i>erythrostachys</i> (Hoppe) Holub		+			
<i>Carpinus orientalis</i> Mill.	1				
<i>Cephalanthera longifolia</i> (L.) Fritsch		r			
<i>Cerastium brachypetalum</i> subsp. <i>tauricum</i> (Spreng.) Murb.			+		+
<i>Cornus mas</i> L.	+				
<i>Crataegus microphylla</i> K.Koch	+				
<i>Dactylis glomerata</i> L.	+	+	+		
<i>Dactylorhiza romana</i> (Sebast.) Soó	1	+	+	+	+
<i>Fraxinus excelsior</i> L.	+				
<i>Galium mollugo</i> L.	+	+	+	+	+

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4	5	6
<i>Genista albida</i> Willd.	+	+	+	+	+
<i>Lathyrus aureus</i> (Steven) D. Brandza	+	+			
<i>Lathyrus laxiflorus</i> (Desf.) O.Kuntze	+	+			
<i>Lathyrus niger</i> (L.) Bernh.	+	+			
<i>Lathyrus rotundifolius</i> Willd.	+				
<i>Limodorum abortivum</i> (L.) Sw.		+			
<i>Luzula forsteri</i> (Smith) DC.	+	1	+	+	+
<i>Pilosella piloselloides</i> (Vill.) Soják subsp. <i>magyarica</i> (Peter) S. Bräut. et			+	+	+
<i>Platanthera chlorantha</i> (Cust.) Rehb.			+		
<i>Poa bulbosa</i> L.			+	+	+
<i>Poa nemoralis</i> L.	+	1	1	+	+
<i>Pinus pallasiana</i> D. Don		+	+		
<i>Prunus cerasifera</i> Ehrh. ○		+			
<i>Psilurus incurvus</i> (Gouan) Schinz et Thell.			+	+	+
<i>Quercus petraea</i> Liebl.	+	+	+	+	+
<i>Rosa spinosissima</i> L.	+				
<i>Ruscus aculeatus</i> L.		+			
<i>Sorbus domestica</i> L.	1	+			
<i>Sorbus torminalis</i> (L.) Crantz	+				
<i>Trifolium arvense</i> L.					+
<i>Trifolium campestre</i> Schreb.			+		
<i>Viola alba</i> Besser	+				
<i>Vulpia ciliata</i> Dumort.			+	+	+

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 (Таблица 2.3).

Анализ систематической структуры флоры в дубовом фитоценозе показал, что в условиях сухой судубравы преобладают семейства Fabaceae и Rosaceae, причем при усилении антропогенного влияния бобовые уменьшают свое доленое участие, а мятликовые, напротив, увеличивают. На начальных стадиях рекреационной дигрессии встречаются представители семейства Rosaceae, однако с усилением аллогенной сукцессии наблюдается их элиминация из состава растительного сообщества.

Таблица 2.3 – Систематический спектр флоры стационара «Алушта» по стадиям рекреационной дигрессии

Семейство	Стадии рекреационной дигрессии				
	I	II	III	IV	V
Asteraceae Martynov.	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (7,1)	1 (11,1)	0 (0,0)
Asparagaceae Juss.	0 (0,0)	1 (5,9)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (7,7)
Betulaceae Gray.	1 (4,8)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)
Brassicaceae Burnett.	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (7,7)
Caryophyllaceae Juss.	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (7,1)	0 (0,0)	1 (7,7)
Cornaceae Dumort.	1 (4,8)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)
Cyperaceae Juss.	1 (4,8)	1 (5,9)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)
Fabaceae Lindl.	5 (23,8)	4 (23,5)	2 (14,3)	1 (11,1)	2 (15,4)
Fagaceae Dumort.	1 (4,8)	1 (5,9)	1 (7,1)	1 (11,1)	1 (7,7)
Juncaceae Juss.	1 (4,8)	1 (5,9)	1 (7,1)	1 (11,1)	1 (7,7)
Orchidaceae Juss.	1 (4,8)	3 (17,6)	2 (14,3)	1 (11,1)	1 (7,7)
Oleaceae Hoffmanns. et Link.	1 (4,8)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)
Poaceae (R.Br.) Barnh.	2 (9,5)	2 (11,8)	4 (28,6)	3 (33,3)	4 (30,8)
Pinaceae Lindl.	0 (0,0)	1 (5,9)	1 (7,1)	0 (0,0)	0 (0,0)
Rubiaceae Juss.	1 (4,8)	1 (5,9)	1 (7,1)	1 (11,1)	1 (7,7)
Rosaceae Juss.	5 (23,8)	2 (11,8)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)
Violaceae Batsch.	1 (4,8)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)
Итого	21 (100,0)	17 (100,0)	14 (100,0)	9 (100,0)	13 (100,0)

Примечание – в скобках значение процента от общего количества видов на участке с определенной стадией рекреационной дигрессии

Для количественного определения меры сходства по видовым спискам между участками дубового фитоценоза с разными стадиями рекреационной дигрессии использовали бинарный коэффициент Жаккара (Таблица 2.4).

Таблица 2.4 – Коэффициент флористического сходства стационара «Алушта» по стадиям дигрессии

Стадия рекреационной дигрессии					
	I	II	III	IV	V
I	x	0,36	0,25	0,25	0,21
II	0,36	x	0,35	0,30	0,25
III	0,25	0,35	x	0,60	0,58
IV	0,25	0,30	0,60	x	0,69
V	0,21	0,25	0,58	0,69	x

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.

Из данных таблицы 2.4 можно сделать вывод, что участки, подверженные начальным стадиям рекреационной дигрессии, и участки с явно выраженной аллогенной сукцессией больше всех остальных отличаются между собой по видовому составу древесных, кустарниковых видов и травяного яруса, так как коэффициент общности Жаккара (K_J) стремится к 0.

Сравнив участки на начальных стадиях рекреационной дигрессии относительно флористического сходства, можно сделать вывод, что в большинстве случаев бинарные коэффициенты Жаккара ниже среднего значения и видовое сходство колеблется в пределах 36 %.

2. Стационар «Горное озеро»

Восстановленный стационар «Горное озеро» (Приложения А.3, А.4) 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. (Таблица 2.5).

Таблица 2.5 – Таксационная характеристика насаждений на стационаре «Горное озеро»

Характеристика	Трансект								
	1			2			3		
	Секция								
	I	2	3	I	2	3	I	2	3
В.н.у.м., м	500								
Бонитет	IV	IV	IV	IVa	I	IV	III	II	II
Средний диаметр, см	38,0 ±0,1	24,8 ±0,2	18,9 ±0,1	25,5 ±0,2	26,1 ±0,1	19,2 ±0,2	23,2 ±0,3	18,4 ± 0,1	18,4 ± 0,1
Средняя высота, м	16,0 ± 0,2	15,3 ± 0,1	12,7 ± 0,2	15,2 ± 0,1	15,3 ±0,2	16,2 ±0,1	14,7 ±0,2	14,2 ± 0,1	11,8 ± 0,2
Полнота	0,8	0,7	0,8	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Количество деревьев:									
на секции, шт	15	27	37	24	15	57	37	33	34
на 1 га, шт	375	675	925	600	375	1425	925	825	850
Запас, м ³ /га	368,5	279,5	176,38	215,5	158	332,5	285,6	160,8	150,35

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. Таксационная характеристика насаждения стационара «Горное озеро» по состоянию на 2018 год приводится в таблице 2.5.

3. Стационары «Ангарский перевал» и «Ангарский перевал – 2»

В Алуштинском участковом лесничестве ГАУ РК «Алуштинское лесохозяйственное хозяйство» в естественных насаждениях *Fagus × taurica* 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. (Приложения А.5 и А.6). 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). Детальная таксационная характеристика насаждения приводится в таблице 2.6.

Таблица 2.6 – Таксационная характеристика насаждений на стационарах «Ангарский перевал» и «Ангарский перевал – 2»

Характеристика	Стационары	
	Ангарский перевал	«Ангарский перевал – 2»
В.н.у.м., м	900	
Состав насаждения	4Бк5Гр1Дс+Скр	6Бк3Гр1Скр
Средний диаметр, см	18,8 ± 0,2	24,7 ± 0,2
Средняя высота, м	11,5 ± 0,3	16,0 ± 0,2
Полнота	0,8 – 0,9	0,9 – 1
Бонитет	Va	IV
Количество деревьев		
на трансекте, шт	411	192
на 1 га, шт	1712	960
Запас, м ³ /га	211,83	203,0

Средний диаметр насаждений на стационаре «Ангарский перевал» в 2018 году составил 18,8 ± 0,2 см, на «Ангарский перевал – 2» – почти 25 см. Средняя высота древостоя на стационаре «Ангарский перевал» – 11,5 ± 0,3 м, а стационара

«Ангарский перевал – 2» – $16 \pm 0,3$ м. Следует отметить, что на момент восстановления (2008 г.) данные незначительно отличались от учета 2018 года.

На стационаре «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 (Таблица 2.7).

Таблица 2.7 – Флористический состав букового фитоценоза на стационаре «Ангарский перевал» по стадиям рекреационной дигрессии

Название вида	Стадии дигрессии				
	I	II	III	IV	V
<i>l</i>	2	3	4	5	6
<i>Acer campestre</i> L.		+	+	1	
<i>Anthriscus sylvestris</i> (L.) Hoffm.			+		+
<i>Cardamine quinquefolia</i> (M.Bieb.) Schmalh	+				
<i>Carex digitata</i> L.					+
<i>Carex remota</i> L.			+		
<i>Carpinus orientalis</i> Miller		+	+	+	
<i>Clinopodium vulgare</i> L.				+	+
<i>Cornus mas</i> L.			+		
<i>Crataegus rhipidophylla</i> Gand.		+	+	+	
<i>Dactylis glomerata</i> L.			+	+	+
<i>Euonymus latifolius</i> (L.) Mill.	r	+	+	+	
<i>Euonymus europaeus</i> L.		+			
<i>Euonymus verrucosus</i> Scop.			+		
<i>Euphorbia tauricola</i> Prokh.			+		
<i>Epipactis helleborine</i> (L.) Crantz				+	
<i>Epipactis microphylla</i> (Ehrh.) Sw.	+				
<i>Fagus × taurica</i> Popl.	+	1	1	1	1
<i>Fraxinus excelsior</i> L.	+	+		+	+
<i>Galium odoratum</i> (L.) Scop.		+	+	+	
<i>Geranium rotundifolium</i> L.			+		
<i>Geum urbanum</i> L.			+	+	+
<i>Hypericum perforatum</i> L.					+
<i>Lamium purpureum</i> L.			+		
<i>Lapsana communis</i> subsp. <i>intermedia</i> (Bieb.) Hayek			+	+	+
<i>Luzula forsteri</i> DC.				+	
<i>Mercurialis perennis</i> L.			+		
<i>Moehringia trinervia</i> (L.) Clairv.					+
<i>Milium effusum</i> L.			r		
<i>Paeonia daurica</i> Andrews			+		
<i>Physospermum cornubiense</i> (L.) DC.			+		
<i>Pinus pallasiana</i> D. Don			+		

Продолжение таблицы 2.7

<i>I</i>	2	3	4	5	6
<i>Poa longifolia</i> Trin.	+		+	+	+
<i>Poa bulbosa</i> L.					+
<i>Poa nemoralis</i> L.				+	
<i>Polygonatum odoratum</i> (Mill.) Druce	+	+	+		+
<i>Potentilla micrantha</i> Ramond ex DC.				+	+
<i>Populus tremula</i> L.	+				
<i>Pyrus communis</i> L.			+		
<i>Plantago media</i> L.				+	+
<i>Primula vulgaris</i> Huds.				+	+
<i>Quercus petraea</i> Liebl		+		+	
<i>Ranunculus constantinopolitanus</i> (DC.) d'Urv.				+	
<i>Rosa canina</i> L.			+	+	
<i>Rubus canescens</i> DC.		+	+		
<i>Sanicula europaea</i> L.		+			
<i>Silene latifolia</i> Poir.				+	
<i>Smyrniium perfoliatum</i> L.			+		
<i>Trifolium repens</i> L.				+	+
<i>Veronica officinalis</i> L.				+	+
<i>Veronica anagallis</i> L.				+	
<i>Veronica spicata</i> L.				+	
<i>Veronica peduncularis</i> M. Bieb.			+		+
<i>Vicia sepium</i> L.			+		
<i>Viola mirabilis</i> L.		+	+	+	
<i>Viola sieheana</i> W.Becker			+		

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 (Таблица 2.8).

По систематической структуре флоры в буковом фитоценозе в условиях свежей бучины преобладают семейства Fabaceae, Rosaceae и Poaceae.

При увеличении рекреационной нагрузки виды семейств Asparagaceae, Celastraceae, Fagaceae и Salicaceae уменьшают свое доленое участие во флоре фитоценоза, а виды семейств Poaceae и Plantaginaceae в процентном выражении увеличивают свое присутствие.

Таблица 2.8 – Систематический спектр флоры стационара «Ангарский перевал»
по стадиям рекреационной дигрессии

Семейство	Стадии рекреационной дигрессии				
	I	II	III	IV	V
Asteraceae Martynov	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (3,2)	2 (7,1)	1 (5,3)
Asparagaceae Juss.	1 (12,5)	1 (7,7)	1 (3,2)	1 (3,6)	1 (5,3)
Apiaceae Lindl.	0 (0,0)	1 (7,7)	2 (6,5)	0 (0,0)	1 (5,3)
Betulaceae Gray	0 (0,0)	1 (7,7)	1 (3,2)	1 (3,6)	0 (0,0)
Brassicaceae Burnett	1 (12,5)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)
Caryophyllaceae Juss.	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (3,6)	1 (5,3)
Celastraceae R. Br.	1 (12,5)	2 (15,4)	2 (6,5)	1 (3,6)	0 (0,0)
Cornaceae Dumort.	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (3,2)	0 (0,0)	0 (0,0)
Сyperaceae Juss.	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (3,2)	0 (0,0)	1 (5,3)
Euphorbiaceae Juss.	0 (0,0)	0 (0,0)	2 (6,5)	0 (0,0)	0 (0,0)
Fabaceae Lindl.	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (3,2)	1 (3,6)	1 (5,3)
Fagaceae Dumort.	1 (12,5)	2 (15,4)	2 (6,5)	2 (7,1)	1 (5,3)
Geraniaceae Juss.	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (3,2)	0 (0,0)	0 (0,0)
Hypericaceae Juss.	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (5,3)
Juncaceae Juss.	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (3,6)	0 (0,0)
Lamiaceae Martynov	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (3,2)	0 (0,0)	1 (5,3)
Orchidaceae Juss.	1 (12,5)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (3,6)	0 (0,0)
Oleaceae Hoffmanns. et Link	1 (12,5)	1 (7,7)	0 (0,0)	1 (3,6)	1 (5,3)
Paeoniaceae Raf.	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (3,2)	0 (0,0)	0 (0,0)
Poaceae (R.Br.) Barnh.	1 (12,5)	0 (0,0)	3 (9,7)	3 (10,7)	3 (15,8)
Pinaceae Lindl.	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (3,2)	0 (0,0)	0 (0,0)
Plantaginaceae Juss.	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (3,2)	4 (14,3)	3 (15,8)
Primulaceae Batsch ex. Borkh.	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (3,6)	1 (5,3)
Ranunculaceae Juss.	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (3,6)	0 (0,0)
Rubiaceae Juss.	0 (0,0)	1 (7,7)	1 (3,2)	1 (3,6)	0 (0,0)
Rosaceae Juss.	0 (0,0)	2 (15,4)	5 (16,1)	4 (14,3)	2 (10,5)
Sapindaceae Juss	0 (0,0)	1 (7,7)	1 (3,2)	1 (3,6)	0 (0,0)
Salicaceae Mirbel	1 (12,5)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)
Violaceae Batsch	0 (0,0)	1 (7,7)	2 (6,5)	1 (3,6)	0 (0,0)
Итого	8 (100,0)	13 (100,0)	31 (100,0)	28 (100,0)	19 (100,0)

Примечание - в скобках значение процента от общего количества видов на участке с определенной стадией рекреационной дигрессии

Наиболее высокий показатель флористического сходства в буковом фитоценозе (0,38) характерен для участков с IV и V стадией рекреационной дигрессии (Таблица 2.9). На этих участках происходят наиболее значительные повреждения напочвенного и почвенного покрова, следовательно, формируется сходный флористический состав.

Таблица 2.9 – Коэффициент флористического сходства букового фитоценоза по стадиям дигрессии

Стадия рекреационной дигрессии					
	I	II	III	IV	V
I	x	0,16	0,11	0,16	0,17
II	0,16	x	0,26	0,32	0,06
III	0,11	0,26	x	0,28	0,19
IV	0,16	0,32	0,28	x	0,38
V	0,17	0,06	0,19	0,38	x

Минимальный коэффициент сходства (0,06) получен между участком с V стадией рекреационной дигрессии и участком, незначительно подверженным антропогенному влиянию (II стадия рекреационной дигрессии).

4. Стационар «Тюзлер»

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 *P. pallasiana* и включает два трансекта (Приложения А.7, А.8). Высота стационара – 600 м н.у.м. Географические координаты объекта: 44°27'52.09" северной широты и 34°05'19.53" восточной долготы. Таксационная характеристика насаждений приведена в таблице 2.10.

Таблица 2.10 – Таксационная характеристика насаждений на стационаре «Тюзлер»

Характеристика	Номер трансекта	
	1	2
В.н.у.м., м	600	
Состав насаждения	10Скр	10Скр
Средний диаметр, см	36,3 ± 0,3	37,1 ± 0,2
Средняя высота, м	18,0 ± 0,1	18,3 ± 0,2
Полнота	0,8	0,7
Бонитет	IV	IV
Количество деревьев		
на трансекте	90	68
на 1 га	562	425
Запас, м ³ /га	539,12	498,06

Тип лесорастительных условий стационара – С₂. Тип леса – свежая черно-сосновая суборь (С₂-С). На трансекте № 1 в 2018 году средний диаметр древостоя находился в пределах 36 см, на трансекте № 2 – в пределах 37 см, высота насаждений в обоих трансектах составляла около 18 м. В 2008 году эти данные находились в тех же пределах.

5. Стационар «Городское»

Стационар «Городское» был восстановлен в ГАУ РК «Алуштинское лесохозяйственное хозяйство» в квартале 55 (выдел 51) в искусственном насаждении *P. pallasiana* на высоте 100 м н.у.м. (Приложения А.9 и А.10). 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). Детальная характеристика крымскососнового фитоценоза (на 2018 год) приводится в таблице 2.11.

Таблица 2.11 – Таксационная характеристика насаждений на стационаре «Городское»

Характеристика	Данные
Состав насаждения	10 Скр+Ябл
В.н.у.м., м	100
Средний диаметр, см	12,7 ± 0,2
Средняя высота, м	7,9 ± 0,1
Полнота	0,6
Количество деревьев на 1 га	2647
Запас, м ³ /га	156,0

На стационаре было заложено 45 временных площадок для фитоценотического изучения травяного яруса (Таблица 2.12).

Таблица 2.12 – Флористический состав соснового фитоценоза на стационаре «Городское»

Название вида	Стадии дигрессии				
	I	II	III	IV	V
<i>I</i>	2	3	4	5	6
<i>Achnatherum bromoides</i> (L.) Beauv.			+	+	+
<i>Achillea salicifolia</i> Besser				+	

Продолжение таблицы 2.12

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
<i>Acer campestre</i> L.				r	
<i>Aegonychon purpurea-coeruleum</i> Holub.	+				
<i>Agrimonia eupatoria</i> subsp. <i>grandis</i>	+				
<i>Arum elongatum</i> Steven	+				
<i>Arabis nova</i> Vill.		+	+	×	
<i>Ajuga genevensis</i> L.				+	
<i>Brachypodium pinnatum</i> (L.) P.Beauv.	+	1	+	+	
<i>Bromus tectorum</i> L.				+	+
<i>Carex remota</i> L.	+				
<i>Carpinus orientalis</i> Miller	+	+	1	+	+
<i>Cerastium brachypetalum</i> subsp. <i>tauricum</i> (Spreng.) Murb.					+
<i>Centaurea diffusa</i> Lam.				+	
<i>Cirsium laniflorum</i> (M.Bieb.) Fisch.				+	
<i>Clinopodium vulgare</i> L.	+				
<i>Crataegus microphylla</i> K.Koch			+	+	+
<i>Crataegus orientalis</i> Pall. ex M.Bieb.	+	+			
<i>Cupressus horizontalis</i> Mill.			+	+	r
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.				+	+
<i>Dactylis glomerata</i> L.	+	+	+	+	+
<i>Dorycnium pentaphyllum</i> subsp. <i>herbaceum</i> (Vill.) Rouy				+	
<i>Echinaria capitata</i> (L.) Desf.				+	
<i>Eryngium campestre</i> L.		+	+	+	+
<i>Erysimum canescens</i> Roth.					+
<i>Falcaria vulgaris</i> Bernh.		+			+
<i>Festuca valesiaca</i> Schleich. ex Gaudin				+	
<i>Fraxinus excelsior</i> L.	+	+	+		
<i>Galium mollugo</i> L.	+	+			
<i>Geum urbanum</i> L.	+				
<i>Hypericum perforatum</i> L.				+	
<i>Hordeum bulbosum</i> L.	+				
<i>Inula germanica</i> L.	+				
<i>Jasminum fruticans</i> L.	+			+	
<i>Lathyrus aphaca</i> L.		+	1	+	+
<i>Lathyrus laxiflorus</i> (Desf.) Kuntze	+			+	
<i>Lathyrus aureus</i> (Steven) D.Brandza	+				
<i>Lathyrus rotundifolius</i> Willd.	+			+	
<i>Lactuca viminea</i> (L.) J.Presl & C.Presl				+	
<i>Luzula forsteri</i> DC.	+				
<i>Lepidium draba</i> L.				+	+
<i>Lepidium ruderale</i> L.		+	+	+	
<i>Medicago minima</i> (L.) L.				r	
<i>Mespilus germanica</i> L.	+				
<i>Ornithogalum ponticum</i> Zahar	+	+	+		
<i>Poa sterilis</i> M.Bieb.	+	+	+	1	1
<i>Poa bulbosa</i> L.				1	
<i>Pinus pallasiana</i> D. Don	1	1	1	×	+
<i>Pilosella piloselloides</i> subsp. <i>magyarica</i>			+		+
<i>Plantago lanceolata</i> L.				+	

Продолжение таблицы 2.12

1	2	3	4	5	6
<i>Prunus domestica</i> L.					+
<i>Prunus spinosa</i> L.	+				
<i>Prunus cerasifera</i> Ehrh.	+				
<i>Prunus dulcis</i> (Mill.) D.A.Webb				+	
<i>Prunella vulgaris</i> L.				+	
<i>Quercus pubescens</i> Mill.	1	1	+	+	+
<i>Quercus petraea</i> Liebl	+	1	+	+	+
<i>Rosa canina</i> L.	+	+	+	+	+
<i>Ruscus aculeatus</i> L.	+				
<i>Rubus canescens</i> DC.	+				
<i>Rhamnus cathartica</i> L.				+	
<i>Sorbus domestica</i> L.		+	+		
<i>Taraxacum erythrospermum</i> Andr. ex Besser	+				
<i>Teucrium chamaedrys</i> L.				+	
<i>Torilis japonica</i> (Houtt.) DC.				+	
<i>Thesium arvense</i> Horv.				+	
<i>Trifolium campestre</i> Schreb.				+	+
<i>Trifolium scabrum</i> L.				+	
<i>Veronica praecox</i> All.				+	
<i>Veronica peduncularis</i> M.Bieb.	+				
<i>Vicia hirsuta</i> (L.) S.F.Gray				+	
<i>Vicia tetrasperma</i> (L.) Schreb.					+
<i>Viola alba</i> Besser	+				

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 (Таблица 2.13).

Анализ систематической структуры флоры в сосновом фитоценозе показал, что в условиях сухой судубравы преобладают семейства Fagaceae, Rosaceae и Rosaceae.

При увеличении рекреационной нагрузки виды семейств Rosaceae и Oleaceae уменьшают свое доленое участие во флоре фитоценоза, а виды из семейства Rosaceae – увеличивают.

Таблица 2.13 – Систематический спектр флоры в сосновом фитоценозе по стадиям рекреационной дигрессии

Семейство	Стадии рекреационной дигрессии				
	I	II	III	IV	V
Asteraceae Martynov	2 (6,1)	0 (0,0)	1 (5,3)	4 (9,1)	1 (4,5)
Asparagaceae Juss.	2 (6,1)	1 (5,3)	1 (5,3)	0 (0,0)	0 (0,0)
Apiaceae Lindl.	0 (0,0)	2 (10,5)	1 (5,3)	2 (4,5)	0 (0,0)
Araceae Juss.	1 (3,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	2 (9,1)
Betulaceae Gray	1 (3,0)	1 (5,3)	1 (5,3)	1 (2,3)	1 (4,5)
Boraginaceae Juss.	1 (3,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)
Brassicaceae Burnett	0 (0,0)	2 (10,5)	2 (10,5)	3 (6,8)	2 (9,1)
Caryophyllaceae Juss.	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (4,5)
Cupressaceae Rich. ex Bartl.	0 (0,0)	1 (5,3)	1 (5,3)	1 (2,3)	1 (4,5)
Cyperaceae Juss.	1 (3,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)
Fabaceae Lindl.	3 (9,1)	1 (5,3)	1 (5,3)	8 (18,2)	3 (13,6)
Fagaceae Dumort.	2 (6,1)	2 (10,5)	2 (10,5)	2 (4,5)	2 (9,1)
Hypericaceae Juss.	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (2,3)	0 (0,0)
Juncaceae Juss.	1 (3,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)
Lamiaceae Martynov	1 (3,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	3 (6,8)	0 (0,0)
Oleaceae Hoffmanns. et Link	2 (6,1)	1 (5,3)	1 (5,3)	1 (2,3)	0 (0,0)
Poaceae (R.Br.) Barnh.	4 (12,1)	3 (15,8)	4 (21,1)	9 (20,5)	5 (22,7)
Pinaceae Lindl.	1 (3,0)	1 (5,3)	1 (5,3)	1 (2,3)	1 (4,5)
Plantaginaceae Juss.	1 (3,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	2 (4,5)	0 (0,0)
Rhamnaceae Juss.	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (2,3)	0 (0,0)
Rubiaceae Juss.	1 (3,0)	1 (5,3)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)
Rosaceae Juss.	8 (24,2)	3 (15,8)	3 (15,8)	3 (6,8)	3 (13,6)
Santalaceae R. Br.	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (2,3)	0 (0,0)
Sapindaceae Juss.	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (2,3)	0 (0,0)
Violaceae Batsch	1 (3,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)
Итого	33 (100,0)	19 (100,0)	19 (100,0)	44 (100,0)	22 (100,0)
Примечание – в скобках значение процента от общего количества видов на участке с определенной стадией рекреационной дигрессии					

Расчеты бинарного коэффициента Жаккара (Таблица 2.14) 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.

Таблица 2.14 – Коэффициент флористического сходства соснового фитоценоза по стадиям дигрессии

Стадия рекреационной дигрессии					
	I	II	III	IV	V
I	x	0,31	0,24	0,17	0,15
II	0,31	x	0,73	0,26	0,37
III	0,24	0,73	x	0,28	0,46
IV	0,17	0,26	0,28	x	0,32
V	0,15	0,37	0,46	0,32	x

Таким образом, по мере усиления аллогенной сукцессии в сосновом фитоценозе прослеживается тенденция снижения флористического сходства с контрольным участком (участок с I стадией рекреационной дигрессии).

РАЗДЕЛ 3

ВОДОРЕГУЛИРУЮЩАЯ ЕМКОСТЬ И РЕКРЕАЦИОННАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ ГОРНОГО КРЫМА

3.1 Водорегулирующая роль лесных экосистем

На ЮБК лес в комплексе с морем и горами формирует целебный климат, благотворно влияющий на здоровье человека и привлекающий ежегодно сотни туристов. Согласно данным Министерства курортов и туризма Республики Крым, за январь-ноябрь 2019 года Республику посетило более 7,2 миллиона человек [136]. При надлежащем развитии инфраструктуры, количество туристов в Крыму может достигнуть десятков миллионов гостей в год.

Исключительно важное почвозащитное и водорегулирующее значение имеет лес в Горном Крыму. Лесные территории являются основным местом сбора атмосферной влаги, повышая дебет водных источников и обеспечивая пролонгацию поступления воды в горные ручьи и реки. Большая часть курортных и промышленных городов Крыма (Алушта, Ялта, Симферополь, Севастополь) обеспечиваются питьевой водой из водохранилищ, вода в которые поступает с лесных водосборов [110].

Для планирования природоохранных мероприятий по сохранению лесных экосистем важно установить параметры биогеоценозов, с помощью которых можно прогнозировать ситуацию и влиять на водорегулирующую функцию леса [81, 94].

На данный момент площадь лесов Республики Крым составляет около 298,3 тыс. га. Структура лесной растительности в Крыму достаточно разнообразна. Наиболее распространенными являются широколиственные леса. Среди них преобладают лесные формации из дуба пушистого (*Q. pubescens*) и скального (*Q. petraea*), бука крымского (*F. × taurica*). Хвойные леса представлены

в основном соснами – крымской (*P. pallasiana*), обыкновенной (крючковой) (*Pinus sylvestris* var. *hamata* Steven) и пицундской (*Pinus brutia* var. *pitiusa* (Steven) Silba).

Дубовые леса в Крыму занимают около 142,0 тыс. га или 54,7°% от общей площади лесных насаждений. Они сформировались в нижней и средней горных зонах на южном и северном макросклонах Крымских гор [96]. Дуб скальный произрастает в Крыму на площади 111,14 тыс. га. Занимает высотный пояс от 150 до 1100 м над уровнем моря. По типам лесорастительных условий фитоценозы *Q. petraea* формируются в 9 экотопах: В₀₋₁, С₀₋₃, и D₁₋₂. Имеют преимущественное распространение лесорастительные условия С₁ и С₂ (36,7 % и 19,3 % по площади, соответственно) [113]. В пределах скальнодубового фитоценоза хорошо прослеживается взаимосвязь между почвенным плодородием и водорегулирующей ролью насаждения.

Буковые леса занимают площадь в 34,9 тыс. га (13,4 %), а *F. × taurica* является одним из главных лесообразующих видов в Горном Крыму. Нижняя граница распространения буковых фитоценозов находится на высоте 520-760 м над уровнем моря [113]. По типам лесорастительных условий фитоценозы *F. × taurica* формируются в 6 экотопах: В₁₋₂, С₁, С₃, и D₁, D₃. По площади имеют преимущественное распространение лесорастительные условия С₂ и D₂ (54,7°% и 43,6 %, соответственно). Вид имеет высокую требовательность к трофности и влажности почвы.

Сосновыми формациями занято 46,654 тыс. га. В лесах Крыма произрастает более 13 видов рода *Pinus* L. Сосна крымская произрастает на 41,950 тыс. га (89,9 % от площади всех сосновых лесов в Крыму). Верхняя граница распространения *P. pallasiana* на южном макросклоне Крымских гор проходит на высоте 1240 м. над уровнем моря, нижняя – на высоте 60 м н.у.м. [113]. Сосна крымская является довольно пластичной хвойной породой и удовлетворительно произрастает в 13 экотопах: А₁₋₂, В₀₋₂, С₀₋₃ и D₀₋₂. Сосновые фитоценозы имеют преимущественное распространение в сухих сугрудках (69,2°%), на втором месте – в свежих сугрудках (7,5 %).

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.

В таблице 3.1 приведены фактические данные о водорегулирующей ёмкости (ВЕ), коэффициенте водорегулирования (КВ) и коэффициенте стока в разных типах леса, сформировавшихся на бурых горно-лесных почвах.

Таблица 3.1 – Водорегулирующая ёмкость и коэффициент водорегулирования в дубовых, буковых и сосновых фитоценозах

Описание участка	Влаго-ёмкость леса, мм	Водопроницаемость почвы, мм	ВЕ, мм	КВ	Коэфф. стока, мм
Дубовый фитоценоз (стационар «Горное озеро»)					
Свежая грабовая судубрава с дубом скальным; С ₂ ; 10°*	84,8	161,0	245,8	1,14	0,230
Свежая грабовая судубрава с дубом скальным; С ₂ ; 20°	66,8	104,0	170,8	0,79	0,500
Буковый фитоценоз (стационары «Ангарский перевал»)					
Свежая грабовая бучина; D ₂ ; 20°	163,8	209,0	372,8	1,73	0,015
Сосновый фитоценоз (стационар «Тюзлер»)					
Свежий чернососновый сугрудок; С ₂ ; 10°	162,5	209,0	371,5	1,73	0,004
Свежий чернососновый сугрудок; С ₂ ; 20°	139,3	200,0	339,3	1,58	0,002

Примечания

1 ВЕ – водорегулирующая ёмкость;

2 КВ – коэффициент водорегулирования;

3 *- крутизна склона

Анализ данных показал, что низкой водорегулирующей ёмкостью отличается дубовый фитоценоз, произрастающий в судубравных условиях. Большое распространение по площади дубовых насаждений отражено и в их водорегулирующих возможностях. На склонах крутизной до 10° дубовый фитоценоз имеет средний коэффициент водорегулирования, а при крутизне склона 20° и более он снижается ниже критической величины (единицы).

Наибольшую ВЕ имеют древостои, сформировавшиеся в дубравах (буковый фитоценоз) и сугрудках (сосновый фитоценоз) с крутизной склона до 10°.

Высокая ВЕ буковых древостоев подтверждает вывод о том, что они пришли в прошлом на смену сосновым фитоценозам, сформировавшим почвенный покров и лесную среду. В целом, буковые древостои обладают относительно высокими водорегулирующими свойствами и большинство этих насаждений, теоретически, способны регулировать выпавшие экстремальные осадки.

Сосновый фитоценоз (Таблица 3.1) характеризуется высокими ВЕ и КВ, но несколько ниже, чем в буковом фитоценозе. И данные насаждения также способны предотвращать негативное воздействие интенсивных осадков.

В результате сравнения данных установлено, что 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.

Таким образом, для сохранения важнейшей водорегулирующей и почвозащитной функции леса в горных условиях, а также во избежание разрушительного воздействия на лесные территории, допустимые рекреационные нагрузки необходимо определять для конкретного типа леса.

3.2 Особенности рекреационной трансформации структуры лесной подстилки

Процесс исчезновения лесной подстилки объясняется ее измельчением, иссушением, а затем выдуванием или смыванием [141]. Элиминация подстилки приводит к снижению производительности древостоев, к изреживанию и

обеднению травяного покрова, к увеличению элювиально-делювиальных процессов, а, следовательно, к ухудшению химических и физических свойств почвы.

Некоторые исследователи отводят лесной подстилке решающую роль в переводе поверхностного стока во внутрпочвенный [122]. Однако эти вопросы, и особенно касающиеся роли лесной подстилки в горных условиях, в местах рекреационной деятельности отдыхающих, изучены недостаточно.

В естественных условиях процесс рекреационного изменения лесной подстилки от природного состояния до образования сети тропинок происходит медленно, что усложняет фиксацию и количественную оценку последствий [108]. Поэтому нами применен метод моделирования рекреационных нагрузок. Для этого был выбран один из доминирующих в окрестностях Ялты типов леса – свежий чернососновый сугруд (С₂-Скр), коренное насаждение *P. pallasiana* на стационаре «Тюзлер».

На первом этапе исследований произведено определение динамики объёмного веса лесной подстилки в зависимости от величины рекреационной нагрузки (Таблица 3.2). Установлено, что мощность подстилки уменьшается по мере увеличения рекреационной нагрузки независимо от сезона рекреационного воздействия. На контроле (отсутствие рекреационной нагрузки) её объёмный вес равен 0,1 г/см². В процессе выполнения наступаний подстилка измельчается и уплотняется, что приводит к увеличению объёмного веса. После 20 наступаний на 1 м², в весеннее время объёмный вес подстилки увеличивается на 40 %, а летом – на 100 %.

Дальнейшее повышение рекреационных нагрузок в весенний период ведёт к измельчению подстилки и незначительному повышению объёмного веса. В летний период, когда подстилка пересыхает и легче измельчается, при интенсивном рекреационном воздействии (после 200–500 наступаний) её мощность по сравнению с контролем уменьшается на 44–47 %, а объёмный вес увеличивается в 2–2,2 раза.

Таблица 3.2 – Динамика изменения мощности и объемного веса лесной подстилки при моделировании рекреационных нагрузок

Величина нагрузки, количество наступаний	Время проведения опыта:			
	весна		лето	
	Мощность подстилки, см	Объемный вес, г/см ³	Мощность подстилки, см	Объемный вес, г/см ³
0	2,90	0,10	3,20	0,11
20	2,70	0,14	2,40	0,22
100	2,20	0,12	2,60	0,16
200	1,90	0,14	1,70	0,22
500	1,80	0,15	1,80	0,24

Моделирование динамики изменения фракционного состава подстилки под действием рекреационных нагрузок показало, что в сосновом фитоценозе состояние подстилки изменяется в зависимости от сезона воздействия (Таблица 3.3).

Таблица 3.3 – Динамика изменения веса подстилки в воздушно-сухом состоянии по фракционному составу и сезонам года

Фракции подстилки	Вес	Величина нагрузки, количество наступаний				
		0	20	100	200	500
Весна						
Свежая не измельченная	т/га	7,1	2,6	2,0	2,8	1,6
	%	25,9	7,2	8,7	10,5	6,6
Полуразложившаяся, полуизмельченная	т/га	5,2	6,4	4,1	5,6	4,7
	%	19,0	17,6	18,0	21,1	19,4
Разложившаяся, измельченная	т/га	15,1	27,3	16,7	18,2	17,9
	%	55,1	75,2	73,3	68,4	74,0
Итого	т/га	27,4	36,3	22,8	26,6	24,2
	%	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Лето						
Свежая не измельченная	т/га	10,1	16,3	9,5	7,3	2,5
	%	27,6	31,2	22,4	21,4	5,8
Полуразложившаяся, полуизмельченная	т/га	8,6	11,5	12,7	7,1	10,1
	%	23,6	22,1	29,9	21,0	23,2
Разложившаяся, измельченная	т/га	17,8	24,4	20,3	19,6	30,9
	%	48,8	40,8	47,7	57,6	71,0
Итого	т/га	36,5	52,2	42,5	34,0	43,5
	%	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Продолжение таблицы 3.3

Фракции подстилки	Вес	Величина нагрузки, количество наступаний				
		0	20	100	200	500
Осень						
Свежая не измельченная	т/га	8,5	10,7	10,9	8,5	4,8
	%	21,8	21,9	35,6	23,0	16,5
Полуразложившаяся, полуизмельченная	т/га	5,5	5,4	6,0	7,5	4,9
	%	14,2	11,0	19,6	20,3	16,9
Разложившаяся, измельченная	т/га	25,3	34,3	13,7	20,9	19,3
	%	65,0	67,1	44,8	56,7	66,6
Итого	т/га	38,9	48,9	30,6	36,9	29,0
	%	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

При изучении рекреационного воздействия на подстилку в весеннее время, средний вес опада составил 27,4 т на 1 га. На контрольных площадках в подстилке преобладала фракция «разложившаяся, измельченная» (свыше 55 % от общего веса подстилки). Фракция «свежая не измельченная» составляла около 26 %. Промежуточное положение в составе занимала полуразложившаяся, полуизмельченная подстилка – она составляла 19 %. Следует отметить, что на период учета подстилка была сформирована из опада прошлых лет, в связи с чем, имела сниженную механическую прочность. Моделирование рекреационных нагрузок проводилось на подсохшей подстилке (9–12 % на абсолютно сухой вес), при этом почва находилась во влажном состоянии. После выполнения рекреационных нагрузок (20 наступаний) долевое участие в подстилке «свежей не измельченной фракции» резко снизилось, а после 500 проходов доля этой фракции в подстилке составляла всего 6,6 %. Вместе с тем, в подстилке увеличилась доля фракции «разложившаяся, измельченная».

Моделирование рекреационных нагрузок летом проводилось по поверхности сухой подстилки и сухой почвы. При учёте состояния подстилки (Таблица 3.3) отмечено увеличение её общей массы за счет опада, поступившего в год учёта. Этот опад обладал более высокой механической прочностью. Средний вес подстилки составлял 41,7 т на 1 га.

После 500 проходов свежей, недеформированной подстилки оставалось очень мало. Её доля в общем запасе в сравнении с контролем снизилась более,

чем в 10 раз. На площадках с 200 наступаниями уменьшался вес свежей, неизмельченной подстилки, а на поверхности почвы формировалась категория состояния «средне выраженная тропа». При 20 и 100 наступаниях изменения во фракционном составе подстилки были менее заметны, а на поверхности почвы отмечались прогалины.

Осенний учет показал, что в процессе естественного разложения опада и превращения его в гумус, вес подстилки уменьшился и в среднем составил около 37 т/га. В этот период, как правило, подстилка находится во влажном состоянии. Её влажность составляет 20–25 % на абсолютно сухой вес. В таком состоянии подстилка становится эластичной, и меньше поддается измельчению, тем самым, предохраняет почву от уплотнения, о чём свидетельствует доленое участие свежей не разложившейся подстилки после моделирования рекреационных нагрузок.

Наиболее значимой экологической функцией лесов в горах является поддержание гидрологического режима водосборов. Лесная подстилка также играет важную роль в процессе водорегулирования при рекреационном лесопользовании. Как отмечалось выше, передвижение отдыхающих в лесу приводит к изменению её состояния. В опытах по моделированию разного количества наступаний на определенную площадь и искусственным дождеванием этих площадей нами определена динамика поверхностного стока и инфильтрации почвы по сезонам года.

На основании исследований установлено, что в весенний период на контроле бурые лесные почвы, сформированные на элюво – делювии известняков, обладают высокой водопроницаемостью – 3,46 мм/мин или около 208 мм в час, а поверхностный сток почти отсутствует (Таблица 3.4).

При моделировании рекреационных нагрузок в 100 и 500 наступаний на 1 м² подстилка измельчается и уплотняется, а на поверхности почвы в подстилке формируется тропа. Данные изменения вызывают снижение водопроницаемости почвы на 19 % т.е. на 39,5 мм в час.

Таблица 3.4 – Результаты моделирования влияния рекреационных нагрузок в весеннее и летнее время на поверхностный сток и водопроницаемость почвы

Величина рекреационной нагрузки	Сила осадков, мм	Интенсивность осадков, мм/мин	Коэффициент стока	Водопроницаемость, мм/мин
Весна				
Контроль	216,00	3,50	0,01	3,46
100 наступаний	156,50	3,50	0,20	2,80
500 наступаний	172,50	3,50	0,20	2,80
Лето				
Контроль	181,00	3,50	0,25	2,63
100 наступаний	108,00	3,50	0,68	1,12
500 наступаний	100,00	3,50	0,78	0,77

В летний период на контрольном участке выявлено снижение водопроницаемости почвы на 25 % по сравнению с весенним. Установлено, что при увеличении рекреационных нагрузок до 100 и 500 наступаний на 1 м² в летний период, также как и в весенний, на поверхности почвы формируется состояние «средне выраженная тропа», что приводит к резкому снижению водопроницаемости и повышению поверхностного стока. Так, при 100 наступаниях поверхностный сток увеличился в 2,7 раза, а при 500 – в 3,1 раза.

Инфильтрация почвы при 100 наступаниях, по сравнению с контрольным участком, снизилась на 57 %, а при 500 – на 71 % и составила 67 и 46 мм в час соответственно. В результате таких изменений происходит резкое возрастание поверхностного стока, который приводит к ускоренной плоскостной эрозии поверхности почвы.

Подводя итог проведенных исследований можно заключить, что дубовый фитоценоз в условиях свежего сугрудка отличается низкой водорегулирующей ёмкостью, по сравнению с буковым и сосновым.

Самой высокой водорегулирующей ёмкостью и коэффициентом водорегулирования в Горном Крыму характеризуется буковый фитоценоз. Водорегулирующие функции соснового фитоценоза несколько ниже, чем букового, особенно при крутизне склона более 20°. Под этими фитоценозами

даже на крутых склонах поверхностный сток минимальный, а быстрота инфильтрации высокая.

2. 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.

Из вышеизложенного следует, что рекреационное лесопользование приводит к снижению водорегулирующей функции леса. 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 стационаре «Алушта» нами не было выявлено четких различий между параметрами основного показателя состояния леса – древостоя в зависимости от стадии рекреационной дигрессии (Таблица 4.1).

Таблица 4.1 – Таксационные характеристики стационара «Алушта»

Характеристика	Года учета	Номер пробной площади				
		1	2	3	4	5
Состав насаждения	2008	10 Дск	10 Дск + Скр	10 Дск	10 Дск	10 Дск
	2018	10 Дск	10 Дск + Скр	10 Дск	10 Дск + Рд*	10 Дск
Бонитет	2008	Va	Va	Va	Va	Va
	2018	Va	Va	Va	Va	Va
Средний диаметр, см	2008	9,1±0,1	9,6±0,1	9,8±0,1	9,2±0,3	10,4±0,2
	2018	9,5±0,2	9,8±0,3	9,8±0,2	9,6±0,1	10,6±0,1
Средняя высота, м	2008	6,2±0,2	6,6±0,3	6,1±0,2	7,7±0,1	8,7±0,3
	2018	6,4±0,1	6,7±0,2	6,3±0,1	7,8±0,2	9,0±0,1
Полнота	2008	0,5 – 0,6	0,5 – 0,6	0,5 – 0,6	0,7 – 0,8	0,7
	2018	0,5 – 0,6	0,5 – 0,6	0,5 – 0,6	0,7 – 0,8	0,7 – 0,8

Примечание: * *S. domestica*

Особенности естественного возобновления на стационаре «Алушта» характеризуют данные, приведенные в таблице 4.2. Анализ данных показал, что возобновление дуба скального на участке с I стадией дигрессии проходило удовлетворительно. Общее количество подроста главного лесобразующего вида

на участке с I стадией рекреационной дигрессии в 2018 году составляло около 78 тыс. шт. на 1 га, в 2008 году эта цифра была чуть меньше (75 тыс. шт. на 1 га). По мере увеличения рекреационной нагрузки, прямой зависимости в сторону уменьшения количества подроста не отмечено, однако размещение подроста проходило не равномерно. Общая картина возобновления на разных стадиях дигрессии не характеризовалась стабильностью. В целом, результаты учета 2018 года незначительно отличались от учета 2008 года.

Таблица 4.2 – Естественное возобновление на стационаре «Алушта»

Стадия дигрессии	Год учета	Вид, тыс. шт./га			Всего
		<i>Q. petraea</i>	<i>P. pallasiana</i>	Другие виды	
I	2008	75,2	0,0	1,9	77,1
	2018	77,7	0,0	2,7	80,4
II	2008	58,3	0,2	4,5	63,0
	2018	59,1	0,5	4,1	63,7
III	2008	89,1	1,8	0,0	90,9
	2018	89,5	1,5	0,0	91,0
IV	2008	26,5	1,1	0,0	27,6
	2018	27,1	1,3	0,0	28,4
V	2008	116,8	1,5	0,0	118,3
	2018	118,3	0,9	0,0	119,2

Данные изменений видового состава и среднего диаметра насаждений на стационаре «Горное озеро», произошедшие с момента закладки стационара в течение 40 лет приведены в таблице 4.3. Анализ динамики состава насаждений показал, что на трансекте № 1 существенных изменений не наблюдалось, лишь в третьей секции произошла автогенная смена *Q. petraea* на 1 единицу *Populus tremula* L., что можно объяснить их межвидовой конкуренцией и борьбой за существование, а также частым и обильным плодоношением последней, её высокой репродуктивной способностью в виде вегетативного размножения и быстрым ростом. Деревья на трансекте № 1, в первой секции были перестойные (100–140 лет), с физическими повреждениями ствола в результате рекреационной деятельности и относились к категории сильно поврежденных. Данные учёта 2018 года не существенно отличались от учёта на момент восстановления стационара (2008 г.).

Таблица 4.3 – Динамика состава и диаметра насаждения на стационаре «Горное озеро»

Номер трансекта	Номер секции	Год учета	Состав насаждения	Средний диаметр, см
1	1	1978	10Дск+Гр	39,8
		2008	9Дск1Гр	37,8±0,2
		2018	9Дск1Гр	38,0±0,1
	2	1978	8Дск2Гр	14,3
		2008	8Дск2Гр	24,2±0,3
		2018	8Дск2Гр	24,8±0,2
	3	1978	9Дск1 Ос+Бк	12,0
		2008	8Дск2 Ос	18,1±0,3
		2018	8Дск2 Ос+Гр	18,9±0,1
2	1	1978	1Дск1Гр4Яс4Грш	11,3
		2008	3Гр6Яс1Кл+Дск	24,7±0,3
		2018	3Гр6Яс1Кл+Дск, Ябл, Грш	25,5±0,2
	2	1978	1Дск3Гр6Яс	12,6
		2008	5Дск2Гр3Яс	25,6±0,4
		2018	5Дск2Гр3Яс	26,1±0,1
	3	1978	10Дск+Гр, Бк	13,5
		2008	10 Дск	18,4±0,1
		2018	10 Дск	19,2±0,2
3	1	1978	7Дск1Гр1Яс1Кл + Грш	14,1
		2008	6Дск3Гр1Клн	22,5±0,1
		2018	6Дск3Гр1Клн+Яс	23,2±0,3
	2	1978	10Дск+Гр, Кл	13,4
		2008	10Дск+Гр	18,1±0,5
		2018	10Дск+Гр	18,4±0,1
	3	1978	10Дск+Гр	24,2
		2008	8 Дск2 Гр + Яс	17,8±0,2
		2018	8 Дск2 Гр + Яс, Грш	18,4±0,1

Следует отметить, что на этом стационаре в 90-х годах XX века была проведена выборочная санитарная рубка преимущественно фаутовых деревьев, что в конечном итоге вызвало изменения в составе насаждения и увеличение среднего диаметра на трансекте № 2 (учетные секции 1 и 2). В результате улучшения санитарного состояния участков леса после вырубки поврежденных, больных и усохших деревьев, средний диаметр фитоценоза на всех учётных секциях увеличился.

На стационаре «Горное озеро» также было проведено исследование динамики механических повреждений деревьев в дубовом лесу при длительном рекреационном использовании (Таблица 4.4).

Таблица 4.4 – Механические повреждения деревьев при долгосрочном рекреационном использовании на стационаре «Горное озеро»

Номер трансекта (секции)	Годы учета	Категории / Количество деревьев на 1 га							
		Не поврежденных		Поврежденных					
				Всего		В том числе			
		сильно				слабо			
шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%		
1	1978	910	92	75	8	42	56	33	44
	2008	550	85	94	15	67	71	27	29
	2018	558	85	100	16	75	75	25	25
2	1978	660	87	100	13	33	33	66	67
	2008	708	92	59	8	42	71	17	29
	2018	713	88	50	12	50	100	0	0
3	1978	1110	85	200	15	41	21	158	79
	2008	714	81	167	19	139	83	28	17
	2018	662	73	175	27	150	86	25	14

Результаты учёта механических повреждений деревьев по состоянию на 2018 год, а также сравнительный анализ с данными 1978 года показали, что за 40-летний период на стационаре количество поврежденных деревьев на 1 га, в среднем, увеличилось на 6 %.

Значительные повреждения были выявлены на трансектах № 1 и № 3 – 16 и 27 % соответственно. На трансекте № 2 процент поврежденных деревьев практически не изменился. На всех трансектах в 2018 году преобладала сильная степень повреждения, отмеченная на более толстых деревьях, «накапливающих» повреждения во времени.

Данные учёта механических повреждений, произошедших за последние 10 лет, различаются незначительно, за исключением трансекта № 2, где категория «слабо поврежденные» увеличилась на 29 %.

Анализируя 40 летнюю динамику механических повреждений деревьев, можно отметить увеличение повреждений, отнесенных к категории «сильные», которые при последнем учете 2018 года, превысили 64 % на трансектах № 1 и № 3, а на трансекте № 2 достигли 100 %.

Анализ естественного возобновления на пробной площади «Горное озеро» (Приложение В) показал наличие большого количества подроста главного

лесообразующего вида – дуба скального в 2018 году на трансекте № 1. Трансекты № 2 и № 3 находились в зоне более интенсивного рекреационного пресса, однако, естественное возобновление главных и сопутствующих видов на них шло удовлетворительно. В целом, динамика естественного возобновления на стационаре характеризовалась увеличением количества подроста.

Сравнительный анализ результатов наблюдений за ходом естественного возобновления позволяет сделать вывод о том, что изменения при восстановлении главных видов в сторону надежности, происходят за счет появления большого количества всходов. В дальнейшем, в результате не только рекреационного воздействия, а также воздействия других факторов, в том числе и климатических, происходит частичный отпад подроста. Это обстоятельство не позволяет сделать однозначный вывод о степени влияния рекреации на ослабление возобновительного процесса на всей площади. Однако, на дорожно-тропичной сети довольно чётко прослеживается отсутствие жизнеспособного подроста.

Таким образом, 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 в дубовом фитоценозе. Установлено, что в естественных дубовых насаждениях Горного Крыма по мере увеличения антропогенного пресса общее количество подроста лесообразующего вида уменьшается.

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. Таким образом, в пределах фитоценоза можно говорить об

экологических нишах особей, которые составляют местообитание данных видов; комбинация видов может характеризовать местообитание по ряду важнейших абиотических факторов [65, 100].

В основу расчета плотности упаковки видов на градиентах факторов среды и факторов-условий для каждой стадии рекреационной дигрессии были положены геоботанические описания растительных сообществ *Q.petraea* (Таблица 4.5).

Таблица 4.5 – Положение сообществ *Q. petraea* на градиентах факторов среды по стадиям рекреационной дигрессии

Градиенты факторов	Стадии рекреационной дигрессии														
	I			II			III			IV			V		
	<i>min</i>	<i>opt</i>	<i>max</i>	<i>min</i>	<i>opt</i>	<i>max</i>	<i>min</i>	<i>opt</i>	<i>max</i>	<i>min</i>	<i>opt</i>	<i>max</i>	<i>min</i>	<i>opt</i>	<i>max</i>
<i>Lc</i>	40,0	58,5	86,0	44,0	59,0	86,0	54,0	79,0	95,0	55,0	81,5	94,0	60,0	81,5	95,0
<i>Tm</i>	43,0	63,5	77,0	42,0	65,0	77,0	40,0	66,5	77,0	39,0	66,5	78,0	42,0	66,5	79,0
<i>Om</i>	35,0	50,5	66,0	36,0	51,0	66,0	33,0	50,0	67,0	33,0	50,0	68,0	29,0	50,0	67,0
<i>Cr</i>	49,0	67,5	83,0	47,0	67,5	84,0	44,0	67,5	85,0	42,0	67,5	85,0	45,0	68,0	87,0
<i>Kn</i>	31,0	57,0	80,0	30,0	57,0	79,0	29,0	57,0	80,0	30,0	57,0	83,0	28,0	57,0	84,0
<i>Hd</i>	35,0	48,0	63,0	34,0	46,5	62,0	25,0	43,5	60,0	27,0	42,5	59,0	24,0	42,5	58,0
<i>fH</i>	31,0	50,0	66,0	32,0	50,5	65,0	39,0	55,0	74,0	39,0	55,5	76,0	44,0	32,5	83,0
<i>Rc</i>	42,0	68,0	88,0	40,0	68,0	87,0	37,0	67,5	88,0	41,0	67,5	87,0	36,0	71,5	87,0
<i>Tr</i>	24,0	36,5	52,0	23,0	38,0	54,0	22,0	40,0	60,0	21,0	39,5	59,0	24,0	43,5	58,0
<i>Ca</i>	45,0	69,0	84,0	48,0	69,0	86,0	44,0	70,0	87,0	44,0	70,0	88,0	41,0	61,5	85,0
<i>Nt</i>	22,0	69,0	79,0	18,0	52,0	76,0	14,0	38,0	72,0	13,0	35,0	72,0	11,0	34,5	68,0
<i>Ae</i>	30,0	37,5	57,0	30,0	35,5	55,0	32,0	34,0	59,0	28,0	37,0	58,0	26,0	34,0	54,0

Общеизвестно, что ведущими абиотическими факторами, контролирующими рост и определяющими закономерности распределения видов, являются климатические (солнечная радиация, тепло, влага) и эдафические (увлажнение почв и их физические и химические свойства, формирующие плодородие) [91].

Анализ амплитуды абиотических факторов описанных сообществ дал возможность установить оптимумы, а также границы толерантности (ограниченные средними минимальными, максимальными значениями градиента) фитоценоза *Q. petraea* к основным экологическим факторам по стадиям дигрессии.

Выявлено, что значения оптимума так же, как и точка максимума на градиентах экологических условий для II, III и IV стадий дигрессии варьируют

незначительно. Наблюдается четкая тенденция увеличения оптимальных значений в сторону максимальных, кроме градиента порозности почвы (*Ae*).

Коэффициент удовлетворенности среды (*D*) характеризует степень благоприятности условий произрастания того или иного таксона, и его величина является показателем экологического дискомфорта (Таблица 4.6).

Таблица 4.6 – Анализ разницы между экологическим оптимумом исследуемого вида и экологическими условиями в фитоценозе *Q. petraea*

Градиенты факторов	Стадии рекреационной дигрессии									
	I		II		III		IV		V	
	<i>max-min</i>	<i>D</i>	<i>max-min</i>	<i>D</i>	<i>max-min</i>	<i>D</i>	<i>max-min</i>	<i>D</i>	<i>max-min</i>	<i>D</i>
<i>Lc</i>	46,0	-12,5	42,0	-17,0	41,0	-38,0	39,0	-42,5	35,0	-46,5
<i>Tm</i>	34,0	-29,5	35,0	-30,0	37,0	-29,5	39,0	-27,5	37,0	-29,5
<i>Om</i>	31,0	-19,5	30,0	-21,0	34,0	-16,0	35,0	-15,0	38,0	-12,0
<i>Cr</i>	34,0	-33,5	37,0	-30,5	41,0	-26,5	43,0	-24,5	42,0	-26,0
<i>Kn</i>	49,0	-8,0	49,0	-8,0	51,0	-6,0	53,0	-4,0	56,0	-1,0
<i>Hd</i>	28,0	-20,0	28,0	-18,5	35,0	-8,5	32,0	-10,5	34,0	-8,5
<i>fH</i>	35,0	-15,0	33,0	-17,5	35,0	-20,0	37,0	-18,5	39,0	6,5
<i>Rc</i>	46,0	-22,0	47,0	-21,0	51,0	-16,5	46,0	-21,5	51,0	-20,5
<i>Tr</i>	28,0	-8,5	31,0	-7,0	38,0	-2,0	38,0	-1,5	34,0	-9,5
<i>Ca</i>	39,0	-30,0	38,0	-31,0	43,0	-27,0	44,0	-26,0	44,0	-17,5
<i>Nt</i>	57,0	-12,0	58,0	6,0	58,0	20,0	59,0	24,0	57,0	22,5
<i>Ae</i>	27,0	-10,5	25,0	-10,5	27,0	-7,0	30,0	-7,0	28,0	-6,0

Чем ниже коэффициент, тем более условия местопроизрастания конкретного вида соответствует экологии в исследуемом фитоценозе. В зону, обуславливающую дискомфорт для скальнодубового леса, входят шкала по освещенности – затенению (*Lc*). Стоит отметить, что для шкалы переменности увлажнения (*fH*) несоответствие местообитания экологии видов происходит на участках, которые более подвержены рекреационному давлению.

Соотношение распределения на занятых градиентах абиотических факторов по оптимальности может быть симметричным или ассиметричным. В таблице 4.7 приводятся значения коэффициента асимметрии кривой числа видов на градиентах изученных абиотических факторов для насаждения *Q. petraea*.

Таблица 4.7 – Коэффициент асимметрии кривой числа видов на градиентах изученных абиотических факторов для насаждения *Q. petraea*

Градиенты факторов	Стадии рекреационной дигрессии				
	I	II	III	IV	V
<i>Lc</i>	-0,980	-0,690	-0,330	-0,060	-1,070
<i>Tm</i>	-0,690	-0,580	-0,260	-0,550	-0,090
<i>Om</i>	-1,190	-1,100	0,330	-0,102	0,240
<i>Cr</i>	-0,950	-1,570	-1,990	-1,330	-0,240
<i>Kn</i>	-1,740	-1,240	-0,570	-0,404	-1,090
<i>Hd</i>	0,160	0,530	0,220	0,350	0,480
<i>fH</i>	0,510	0,120	0,060	0,620	0,040
<i>Rc</i>	-0,200	-0,120	-0,750	-0,270	-0,318
<i>Tr</i>	0,920	0,670	0,650	0,730	0,490
<i>Ca</i>	-0,140	-0,510	-0,350	0,106	-0,880
<i>Nt</i>	0,009	-0,400	-0,240	-0,380	-0,080
<i>Ae</i>	0,360	-0,040	-0,540	-0,220	0,950

Отрицательные значения коэффициента асимметрии говорят о конкурентном напряжении на участке градиента с низкими значениями, что свидетельствует о недостатке или переизбытке ресурса [104]. Положительный коэффициент асимметрии на всех участках встречается по шкалам «увлажнение» (*Hd*), «переменность увлажнения» (*fH*) и «солевой режим» (*Tr*), что свидетельствует о смещении модальных значений в сторону высоких данных абиотического фактора. По стадиям рекреационной дигрессии положительный коэффициент асимметрии по омброрежиму (*Om*) наблюдается на III и V стадии; по шкале содержания карбонатов – на IV стадии; по шкалам содержания азота (*Nt*) и гранулометрического состава субстрата (*Ae*) – на участке с I стадией рекреационной дигрессии.

Кривая числа плотности упаковки видов по абиотическим факторам среды может быть туповершинной и островершинной. Степень ее отклонения от нормальной теоретической кривой показывает коэффициент эксцесса (Таблица 4.8).

Таблица 4.8 – Коэффициент эксцесса кривой числа видов на градиентах изученных абиотических факторов для насаждения *Q. petraea*

Градиенты факторов	Стадии рекреационной дигрессии				
	I	II	III	IV	V
<i>Lc</i>	-0,553	-1,122	-1,404	-1,673	-0,011
<i>Tm</i>	-0,857	-1,197	-1,573	-1,323	-1,827
<i>Om</i>	-0,206	-0,166	-1,720	-1,778	-1,619
<i>Cr</i>	-0,784	2,820	3,610	0,475	-1,438
<i>Kn</i>	2,250	0,230	-1,410	-1,575	-0,328
<i>Hd</i>	-1,626	-1,086	-1,138	-1,577	-1,290
<i>fH</i>	-1,126	-1,394	-1,210	-1,283	-0,870
<i>Rc</i>	-1,026	-1,473	-0,390	-1,000	-1,076
<i>Tr</i>	-0,849	-0,992	-1,005	-1,209	-1,430
<i>Ca</i>	-1,686	-1,231	-1,630	-1,421	-0,609
<i>Nt</i>	-0,978	-0,700	-1,240	-1,036	-1,039
<i>Ae</i>	-1,305	-1,310	-1,033	-1,291	-0,216

Отрицательные значения не выходят за пределы -2, что говорит о корректности номенклатурных описаний, а подавляющее их наличие свидетельствует о наличии свободных регенерационных ниш в описанных единицах.

Положительный эксцесс по величине не ограничен и отмечен на градиенте «криорежима» (*Cr*) для II, III и IV стадий дегрессии и для I стадии по шкале «континентальность климата» (*Kn*), также незначительный положительный коэффициент эксцесса отмечен для участка со II стадией рекреационной дигрессии по этому градиенту.

Подводя итоги, можно сказать, что метод фитоиндикации экологических шкал позволяет дать экологическую характеристику местообитания *Q. petraea*.

Для участков с большим рекреационным давлением градиенты освещенности-затенения (*Lc*) и «континентальность климата» (*Kn*) выше, чем для условий, где наблюдается минимальный «пресс» на растительный покров. Также на участках с высокой стадией дигрессии наблюдаются низкие показатели градиента «содержание азота» (*Nt*), все участки находятся в средней степени благоприятности этого абиотического фактора для условий произрастания вида.

Ряд авторов рассматривают экологическую валентность как свойство видов адаптироваться в том или ином диапазоне факторов среды. Ценотическая роль

одного и того же вида в разных частях ареала не постоянна, поэтому выявление эколого-ценотических групп (ЭЦГ) в растительном покрове различных регионов остаётся и сегодня актуальной задачей [39]. Кроме того, анализ ЭЦГ представляет действенный инструмент, который наравне с анализом присутствия ключевых видов используется в исследованиях дискретности сообществ, выраженности функциональных смен видового состава, что является одной из актуальных проблем фитоценологии.

Более целесообразно интерпретировать потенциальную экологическую валентность (PEV) вида как меру приспособленности популяций конкретного вида к изменению только одного экологического фактора [40].

Наши исследования показали, что по шкале освещенности-затенения (*Lc*) модельные виды скальнодубового фитоценоза в Горном Крыму на I стадии рекреационной дигрессии занимают мезовалентные позиции (PEV = 0,47), с увеличением антропогенной нагрузки они переходят в гемистеновалентную фракцию (Таблица 4.9).

Таблица 4.9 – Потенциальная экологическая валентность скальнодубовых фитоценозов по стадиям рекреационной дигрессии

Градиенты факторов	Стадии рекреационной дигрессии				
	I	II	III	IV	V
<i>Lc</i>	0,47	0,43	0,42	0,40	0,36
<i>Tm</i>	0,35	0,36	0,38	0,40	0,38
<i>Om</i>	0,32	0,31	0,35	0,36	0,39
<i>Cr</i>	0,35	0,38	0,42	0,44	0,43
<i>Kn</i>	0,50	0,50	0,52	0,54	0,57
<i>Hd</i>	0,29	0,29	0,36	0,34	0,35
<i>fH</i>	0,36	0,34	0,36	0,38	0,40
<i>Rc</i>	0,47	0,48	0,52	0,47	0,52
<i>Tr</i>	0,29	0,32	0,39	0,39	0,35
<i>Ca</i>	0,40	0,39	0,44	0,45	0,45
<i>Nt</i>	0,58	0,59	0,59	0,60	0,58
<i>Ae</i>	0,28	0,26	0,28	0,31	0,29

Самые низкие значения отмечены на участках с IV и V стадиями рекреационной дигрессии (0,40 и 0,36, соответственно). Таким образом, с

увеличением антропогенного воздействия, виды флоры по градиенту освещенности-затенения (Lc) являются узкоспециализированными.

По термоклиматической шкале (Tm) модельные виды занимают гемистеновалентные позиции ($PEV = 0,35-0,40$). Полученные реальные диапазоны свидетельствуют о достаточно узких позициях исследованных видов скальнодубового сообщества в условиях Горного Крыма. Оценивая температуру в kcal/cm^2 в год можно определить, что исследуемые виды относятся к термонеморальной экологической группе.

По омброклиматической шкале (Om), показывающей соотношение осадков и испарения, наблюдается преобладание стеновалентной фракции на начальных стадиях дигрессии ($PEV = 0,31-0,32$), с увеличением антропогенной нагрузки виды входят в гемистеновалентную фракцию ($PEV = 0,35-0,39$), следовательно, виды можно отнести к субаридной группе.

Криоклиматическая шкала (Cr), выраженная через изотерму самого холодного месяца, характеризует приспособленность растений к суровости зимнего периода. По данной шкале виды являются гемистеновалентными ($PEV = 0,35-0,44$). Это позволяет отнести изученные виды к гемикриотермной экологической группе, произрастающей в условиях относительно мягких зим.

Для шкалы континентальности климата (Kn), показывающей преобладание определенных воздушных масс, на участках с I–IV стадиями среди изученных видов характерно доминирование мезовалентных фракций ($PEV = 0,50-0,54$), на деградированных участках (V стадия дигрессии) выявлена гемиэвривалентная фракция ($PEV = 0,57$). Значения данного фактора среды смещены в сторону субконтинентальности.

По шкале увлажнения почв (Hd), изученные виды экотопа *Q. petraea* относятся к стеновалентной фракции ($PEV = 0,29$) на начальных стадиях аллогенного влияния, с увеличением антропогенной нагрузки наблюдается переход этих показателей в гемистеновалентные позиции. Это свидетельствует о предрасположенности изученных видов к произрастанию в условиях умеренно-недостаточного увлажнения, при этом минимальные значения данного фактора

говорят о способности видов развиваться и в условиях недостаточного увлажнения.

По шкале переменности увлажнения (fH) все экотопы относятся к гемистеновалентной фракции ($PEV = 0,36-0,40$). Это говорит о том, что этот фактор ограничивает распространение большинства видов на всех антропогенно-нарушенных участках.

По шкале кислотности почв (Rc), исследуемые виды также можно отнести к мезовалентной фракции ($PEV = 0,47-0,52$). Оптимальной для экотопов *Q. petraea* в Горном Крыму является нейтральная рН почвы, то есть виды растений относятся к группе нейтрофилов, однако растения способны выдерживать как небольшую степень закисления, так и слабощелочную реакцию почвы.

По шкале солевого режима почв (Tr) с увеличением аллогенной сукцессии виды относятся к гемистеновалентам, на участках условно нарушенных они относятся к стеновалентной экологической группе ($PEV = 0,29$).

По шкале содержания карбонатов в почве (Ca) на начальных стадиях дигрессии преобладает фракция гемистеновалентов ($PEV = 0,39-0,44$), с увеличением антропогенного влияния выявлена мезовалентная фракция.

По шкале богатства почв азотом (Nt) все виды являются гемиэвривалентными ($PEV = 0,58-0,60$). Диапазон занятого градиента изученными видами довольно широк, что позволяет им довольно успешно произрастать как на очень бедных, так и на достаточно обеспеченных азотом почвах.

По шкале гранулометрического (механического) состава субстрата (Ae) все изученные виды относятся к стеновалентной фракции ($PEV = 0,26-0,31$). Оптимальные значения общей аэрации субстрата находятся в пределах от 30,7 до 50,7 %.

Оценив реализованную экологическую валентность для всех изученных ценопопуляций видов экотопов скальнодубовых фитоценозов в Горном Крыму на разных стадиях рекреационной дигрессии, мы рассчитали коэффициент экологической эффективности (*K. ec. eff.*), который позволил определить процент

каждого фактора, использованного особями видов в каждой из ценопопуляций. Данный коэффициент достаточно велик и колеблется в пределах от 96 до 98 %.

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 (Таблица 4.10).

Таблица 4.10 – Отношение изученного сообщества *Q. petraea* к комплексу факторов-ресурсов и факторов-условий

Стадии дигрессии	Фактор освещенности		Климатические факторы		Почвенные факторы	
	Индекс толерантности	Группа толерантности	Индекс толерантности	Группа толерантности	Индекс толерантности	Группа толерантности
I	0,45	ГСБ	0,38	ГСБ	0,38	ГСБ
II	0,46	МБ	0,39	ГСБ	0,38	ГСБ
III	0,46	МБ	0,42	ГСБ	0,42	ГСБ
IV	0,40	ГСБ	0,44	ГСБ	0,42	ГСБ
V	0,43	ГСБ	0,44	ГСБ	0,42	ГСБ

Примечание – Группы толерантности: ГСБ – гемистенобионты, МБ – мезобионты

Изученные сообщества экотопов *Q. petraea* преимущественно представляют фракцию гемистенобионтов по отношению к освещенности, климатическим и почвенным факторам, то есть являются узкоспециализированными. Исключение составляют сообщества находящиеся на II и III стадиях дигрессии, которые по отношению к фактору освещенности являются мезобионтами.

Таким образом, можно сделать вывод, что изученный скальnodубовый фитоценоз на разных стадиях дигрессии имеет низкие показатели толерантности к большинству экологических факторов (факторов-ресурсов и факторов-условий). Низкая экологическая толерантность не дает преимущества в межвидовой конкуренции, препятствует распространению видов в неспецифических для них местообитаниях и снижает их устойчивость при антропогенных нагрузках.

Установлено, что основными лимитирующими факторами для скальnodубовых фитоценозов в Горном Крыму являются освещение,

омброрезим, увлажнение почвы, переменность увлажнения, солевой режим, содержание кальция, а также гранулометрический состав почвы.

В таблице 4.11 приведена биоморфологическая структура флоры скальнодубового фитоценоза по разным стадиям рекреационной дигрессии.

С повышением антропогенного влияния по основной биоморфе наблюдается тенденция увеличения процента однолетних видов, с 14,3 % на участке с III стадией рекреационной дигрессии до 23,1 % – на участке с V стадией. На очень сильно нарушенном участке отмечен один вид травянистого многолетника (*Arabis nova* Vill.).

По структуре надземных побегов с повышением стадии рекреационной дигрессии в дубовом фитоценозе наблюдается снижение числа видов с безрозеточными и розеточными побегами, а растения с полурозеточным побегом увеличивают свое доленое участие.

В спектре биоморф по глубине залегания корневой системы с увеличением рекреационной нарушенности отмечена тенденция повышения процента видов с корневой системой короткого залегания с 5,9 % на слабо нарушенной территории до 38,5 % на сильно деградированном участке. С увеличением антропогенного влияния, отмечено снижение процента видов с глубокой корневой системой.

В спектре экоморф по водному режиму с усилением антропогенного влияния в дубовом сообществе отмечено некоторое возрастание процента ксеромезофитов и мезоксерофитов, но с повышением рекреационной нарушенности ценозов наблюдается снижение процента мезофитов.

В спектре экоморф по световому режиму с усилением аллогенной сукцессии возрастает участие гелиофитов – с 4,8 % на малонарушенных участках до 38,5 % на очень сильнонарушенных, что связано с увеличением площадей открытых хорошо освещенных пространств (тропы, прогалины). Тенелюбивые растения уменьшают свое доленое участие по мере увеличения стадии рекреационной дигрессии.

Таблица 4.11 – Биоморфологическая структура флоры скальнодубового фитоценоза по стадиям дигрессии

Признаки	Количество видов (процент видов, %)				
	I	II	III	IV	V
По основной биоморфе					
дерево	5 (23,8)	3 (17,6)	2 (14,3)	1 (11,1)	1 (7,7)
кустарник	4 (19,0)	1 (5,9)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)
кустарничек	1 (4,8)	2 (11,8)	1 (7,1)	1 (11,1)	1 (7,7)
поликарпическая трава	11 (52,4)	11 (64,7)	9 (64,3)	7 (77,8)	7 (53,8)
озимый однолетник	0 (0,0)	0 (0,0)	2 (14,3)	0 (0,0)	3 (23,1)
многолетний или двулетний монокарпик	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (7,7)
По структуре надземных побегов					
Безрозеточные	11 (52,4)	9 (52,9)	3 (21,4)	3 (33,3)	3 (23,1)
Полурозеточные	8 (38,1)	7 (41,2)	10 (71,4)	5 (55,6)	9 (69,2)
Розеточные	2 (9,5)	1 (5,9)	1 (7,2)	1 (11,1)	1 (7,7)
По структуре корневой системы					
Стержнекорневая	14 (66,7)	7 (41,2)	6 (42,9)	6 (66,7)	6 (46,2)
Кистекоорневая	7 (33,3)	10 (58,8)	8 (57,1)	3 (33,3)	7 (53,8)
По глубине залегания корневой системы					
Короткая	0 (0,0)	1 (5,9)	5 (35,7)	2 (22,2)	5 (38,5)
Средняя	5 (23,8)	5 (29,4)	5 (35,7)	4 (44,5)	5 (38,5)
Глубокая	16 (76,2)	11 (64,7)	4 (28,6)	3 (33,3)	3 (23,0)
По отношению к водному режиму					
ксеромезофит	8 (38,1)	7 (41,2)	7 (50,0)	3 (33,3)	7 (53,8)
мезоксерофит	1 (4,8)	1 (5,9)	1 (7,1)	1 (11,1)	1 (7,7)
мезофит	12 (57,1)	9 (52,9)	6 (42,9)	5 (55,6)	5 (38,5)
По отношению к световому режиму					
гелиофит	1 (4,8)	2 (11,8)	3 (21,4)	3 (33,3)	5 (38,5)
сциогелиофит	6 (28,6)	7 (41,2)	6 (42,9)	2 (22,2)	4 (30,8)
гелиосциофит	9 (42,9)	5 (29,4)	4 (28,6)	3 (33,3)	3 (23,0)
сциофит	5 (23,8)	3 (17,6)	1 (7,1)	1 (11,2)	1 (7,7)

Примечание – первая цифра – количество видов, шт; в скобках – процент видов

Расчет показателя сходства и критерия идентичности (Приложение Г) по биоморфологическим признакам показал, что достоверно отличаются участки с разной стадией рекреационной дигрессии только по глубине залегания корневой системы. Различия участков с разным антропогенным влиянием по остальным признакам являются случайными.

В настоящее время оценка жизненной стратегий растений остается одной из ключевых задач популяционной ботаники. На сегодня наиболее популярной является система Раменского–Грайма, в которой эколого-ценотическая стратегия

вида формируется как место в системе независимых и определяющих выживание организмов факторов – стресса и нарушения [119, 164].

По результатам наших исследований, мы оцениваем эколого-ценотическую стратегию скальнодубового фитоценоза в условиях C_1 как конкурентно–стресс-толерантно–рудеральную (CSR). Причем, в зависимости от роста антропогенного фактора, в травяном ярусе прослеживается явное уменьшение виолентов, и начинают преобладать спектры S или R составляющих комбинированной стратегии (Рисунок 4.1).

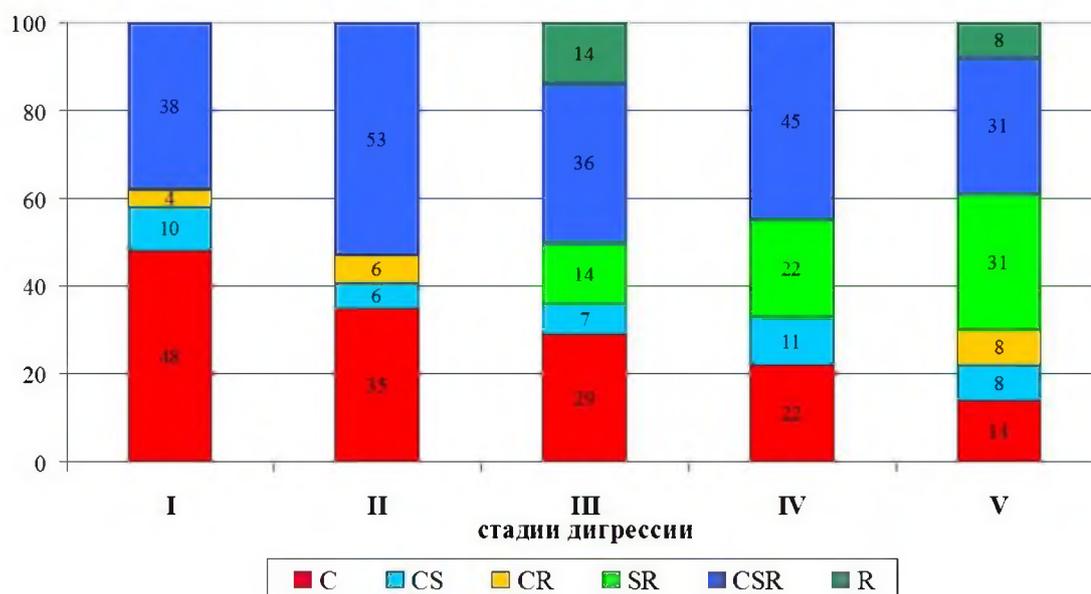


Рисунок 4.1 – Эколого-ценотическая стратегия дубового фитоценоза (сухой сугруд) в Горном Крыму на разных стадиях рекреационной дигрессии

Начиная с III стадии дигрессии, на участках прослеживается включение эксплерентов.

В целом, оценивая эколого-ценотическую стратегию скальнодубового сообщества, можно сделать вывод, что оно находится в состоянии динамического равновесия. Выявлено, что отклонениям подвержены как популяционные характеристики: численность, плотность, соотношение видов, тип опыления и распространения семян, так и организменные характеристики: изменчивость

отдельных органов. Для устойчивого существования в условиях сукцессии фитоценоз выработал комбинированный тип стратегии.

Гемеробность – это отношение видов растений к суммарному антропогенному воздействию. По совокупности растений во флоре и их оценкам по гемеробии можно определить степень нарушенности различных типов растительности, а также флор различных уровней организации. После распределения растений по ступеням гемеробности составлены диаграммы, в процентном соотношении выражающие долю каждой ступени (Рисунок 4.2).

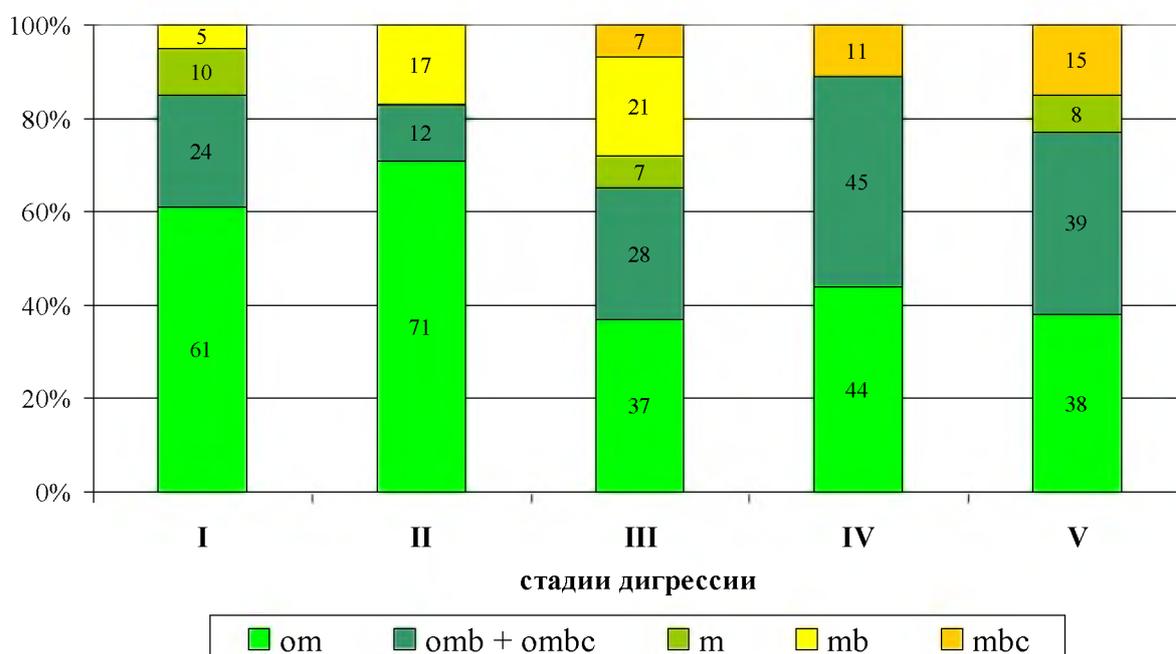


Рисунок 4.2 – Динамика спектра гемеробии скальнодубового фитоценоза (сухой сугруд) в Горном Крыму по стадиям рекреационной дигрессии

Преобладание в спектре гемеробии отрезка спектра om свидетельствует о том, что в сложении скальнодубового фитоценоза в большей степени участвуют виды растений от близких к естественным сообществам, переносящих нерегулярные слабые антропогенные влияния, до устойчивых к незначительным антропогенным воздействиям. Причем, отрезок этого спектра заметно уменьшается с увеличением антропогенной нагрузки. Это такие типичные лесные растения как *Dactylorhiza romana* (Sebast.) Soó, *Genista albida* Willd.,

Luzula forsteri (Sm.) DC. и др. Также отрезок спектра представлен мезогемеробами (m) и β -эугемеробами (mb), видами сообществ далеких от естественных, устойчивых к интенсивным антропогенным нагрузкам.

Анализ динамики спектра гемеробии показывает, что антропотолерантные виды внедряются в фитоценоз в результате изменения естественной фитоценотической обстановки. Появляются такие виды, как *Dactylis glomerata* L., *Poa bulbosa* L., *Vulpia ciliata* Dumort. и *Bromus sterilis* L. В результате проведенных исследований выявлено, что доля антропотолерантных видов в скальнодубовом фитоценозе колеблется в незначительных пределах: от 5 % на начальных стадиях до 15 % на участке с V стадией рекреационной дигрессии.

По мнению К. Раункиера [176], жизненные формы сформировались исторически как результат приспособления к климатическим условиям среды и, следовательно, наличие или преобладание того или иного типа может служить индикатором климата того или иного района.

Наиболее представительной из жизненных форм флоры по системе К. Раункиера (1905) в скальнодубовом фитоценозе является группа гемикриптофитов, то есть видов, у которых генеративные органы располагаются на поверхности почвы, или в самом поверхностном слое, или под подстилкой, что типично для всей естественной флоры исследуемого региона и говорит о приближении характеристик этого сообщества к условно нарушенным (Рисунок 4.3).

С увеличением рекреационной нагрузки в фитоценозе появляются терофиты, то есть растения, переживающие неблагоприятный сезон исключительно в виде семян, такие как *Arabis nova* Vill., *Trifolium arvense* L., *Vulpia ciliata* Dumort. и другие. Фанерофиты и хамефиты снижают долю своего участия по мере увеличения антропогенного влияния на территорию.

По фитоценотической приуроченности скальнодубовый фитоценоз (Рисунок 4.4) в условиях сухой грабинниковой судубравы с дубом скальным (С₁-гбДск) характеризуется как субсредиземноморский гемиксерофильный лес и редколесья (*Quercetea pubescentis* Doing-Kraft ex Scamoni et Passarge 1959).

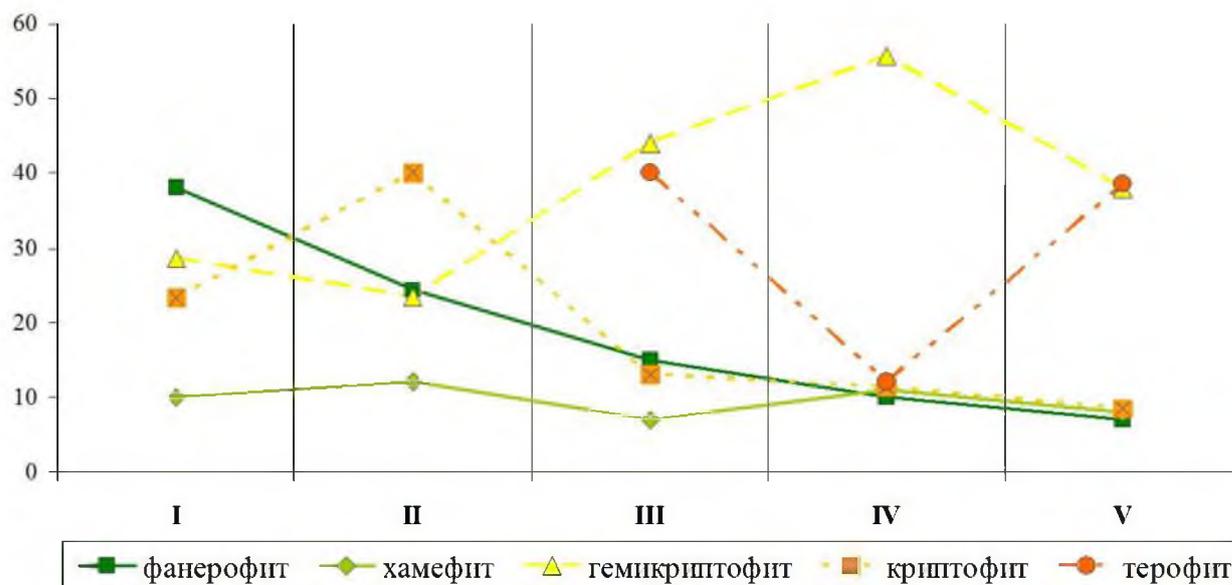


Рисунок 4.3 – Динамика жизненных форм в дубовом фитоценозе в Горном Крыму на разных стадиях рекреационной дигрессии

Следующими, в процентном соотношении, преобладают сообщества мезофильных и мезоксерофильных широколиственных листопадных лесов на богатых почвах (*Quercus-Fagetum* Br.-Bl. et Vlieger in Vlieger 1937).

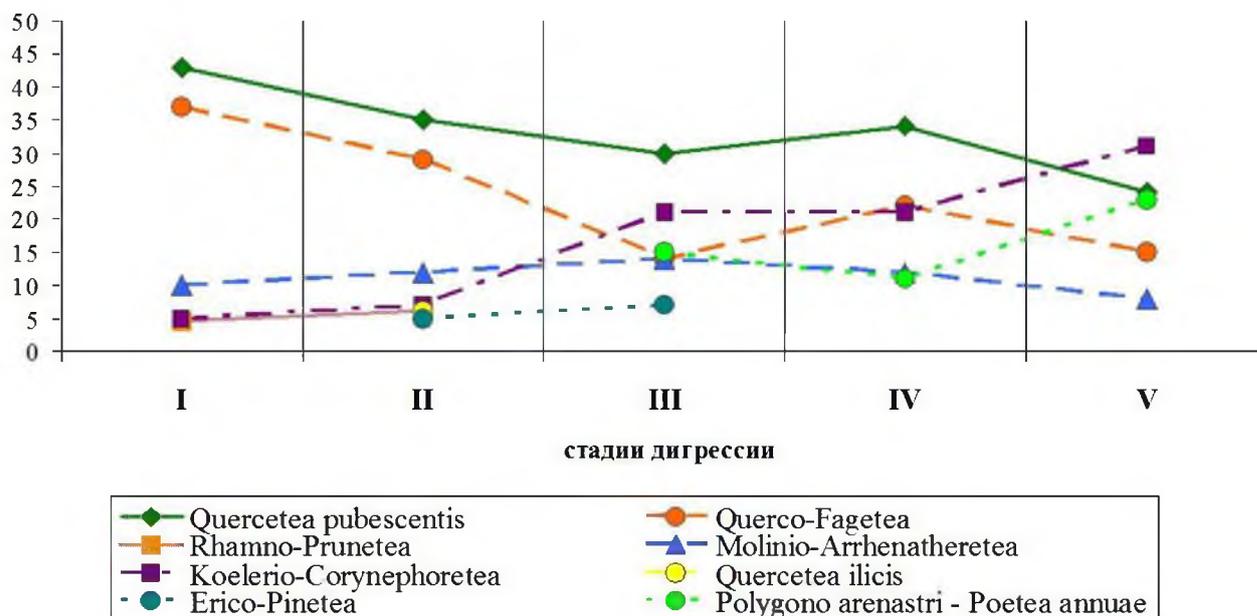


Рисунок 4.4 – Фитоценотическая приуроченность видов растений в дубовом фитоценозе на разных стадиях рекреационной дигрессии

Анализ динамики фитоценотической приуроченности видов растений в дубовом фитоценозе на разных стадиях рекреационной дигрессии показал, что с увеличением антропогенной нагрузки прослеживается тенденция к снижению той или иной приуроченности, и лишь пионерная растительность на сухих, слабо развитых песчаных почвах (*Koelerio-Corynephoretea Klika in Klika et Novak 1941*), а также обогащенные терофитами антропогенные сообщества, устойчивые к вытаптыванию растений (*Polygono arenastri - Poetea annuae Rivas-Martinez 1975 corr. Rivas-Martinez et al. 1991*), с повышением рекреационной нагрузки увеличивают долю своего участия.

4.3 Анализ санитарного состояния

Рекреационные леса обычно имеют неудовлетворительное санитарное состояние. Оставленная рекреантами в лесу стеклянная и металлическая тара, полиэтилен, бумага и другой мусор ухудшают эстетическое и санитарно-гигиеническое состояние рекреационных объектов. Это отрицательно влияет на состояние лесной флоры и фауны, а также может быть причиной возникновения лесных пожаров в сухой период [111].

Анализ санитарного состояния по стадиям дигрессии на стационаре «Алушта» показал, что засоренность территории невысокая (Таблица 4.12).

Таблица 4.12 – Санитарное состояние территории на стационаре «Алушта»

Стадия дигрессии	Засоренность территории на 1 га, м ²	
	2008 г.	2018 г.
I	0	0
II	0	0
III	20 ± 0,7	20 ± 1,2
IV	20 ± 0,9	23 ± 0,7
V	120 ± 1,3	126 ± 0,8

В целом, на стационаре мусор занимает незначительную площадь. Отсутствие засоренности на участках с начальными стадиями дигрессии объясняется произрастанием на них большого количества подлеска и кустарника, препятствующих нахождению рекреантов, а, следовательно, и наличию остатков еды, пакетов, бутылок и пр. Участки с III и IV стадиями характеризуются незначительным засорением, всего 0,2 % территории. В сравнении с 2008 годом, через 10 лет рекреационного использования засоренность на участке с IV стадией дигрессии несколько увеличилась. При интенсивной рекреационной нагрузке (V стадия дигрессии) площадь засоренной территории в дубовом фитоценозе возрастает до 1,2–1,26 % на 1га или в 6 раз.

Анализ временной динамики замусоренности территории при антропогенном воздействии за последние 40 лет (1978–2018 годы) показал, что в условиях свежей грабинниковой судубравы (С₂-гбДск) санитарное состояние территории стационара «Горное озеро» на учётной площади 1 трансекта, расположенного в стороне от места массового отдыха рекреантов, не изменилось (Таблица 4.13).

Таблица 4.13 – Динамика санитарного состояния на пробной площади «Горное озеро»

Номер трансекта (секции)	Год учета	Засоренность территории на 1 га, м ²
1	1978	270 ± 1,2
	2008	270 ± 0,9
	2018	270 ± 1,1
2	1978	9 ± 0,4
	2008	312 ± 0,8
	2018	340 ± 1,5
3	1978	290 ± 0,7
	2008	503 ± 1,5
	2018	520 ± 1,1

Засоренность территории на трансекте № 3 в результате интенсивной рекреационной нагрузки, обусловленной близким расположением аттрактивного

объекта «Горное озеро», за рассматриваемый 40-летний период выросла в 1,8 раз, а на трансекте № 2 – в 38 раз.

4.4 Состояние поверхности и водно-физические свойства почвы

Рекреационная дигрессия начинается с вытаптывания и уплотнения верхних слоев почвы. Первоочередным следствием этого является нарушение, а затем и уничтожение подстилки, уплотнение верхних почвенных горизонтов. При рекреационных нагрузках, в первую очередь происходит изменение морфологического строения подстилки. С увеличением интенсивности рекреации подстилка всё более уплотняется, измельчается, уменьшается её мощность, и, в конце концов, она практически полностью разрушается [73, 78, 108].

Характер изменений в состоянии поверхности почвы на стационаре «Алушта» в зависимости от стадии рекреационной дигрессии приведён в таблице 4.14.

Сопоставление данных состояния поверхности почвы с ходом изменения стадий дигрессии показывает, что поверхность почвы в дубовом фитоценозе на стационаре «Алушта» нарушена в различной степени.

Таблица 4.14 – Состояние поверхности почвы на стационаре «Алушта»

Стадия дигрессии	Год учета	Распределение поверхности почвы по категориям состояния, %					
		1	2	3	4	5	6
		не нарушена	слабо выраженная тропа	средне выраженная тропа	хорошо выраженная тропа	ДТС или дороги	делювий
I	2008	94,2	5,8	0,0	0,0	0,0	0,0
	2018	95,5	4,5	0,0	0,0	0,0	0,0
II	2008	90,6	4,5	2,1	2,8	0,0	0,0
	2018	90,5	5,0	1,5	3,0	0,0	0,0
III	2008	77,8	15,1	3,5	3,6	0,0	0,0
	2018	79,0	14,8	3,0	3,2	0,0	0,0
IV	2008	58,1	17,6	18,1	6,2	0,0	0,0
	2018	58,0	19,2	17,8	5,0	0,0	0,0
V	2008	57,7	26,4	9,1	6,8	0,0	0,0
	2018	59,6	25,6	8,5	6,3	0,0	0,0

Так, на участке, относящемся к I стадии рекреационной дигрессии в 2018 году свыше 95,0 % поверхности не было нарушено. Соответствие стадии «слабо выраженная тропа: проективное покрытие стратоподиума 10-50 %» в 2008 году составляло 5,8 % учетной секции, в 2018 году снизилось до 4,5 %. Категория «средне выраженная тропа: проективное покрытие стратоподиума 5-10 %», «хорошо выраженная тропа: проективное покрытие стратоподиума до 5%», «ДТС или дороги» и «делювий» – отсутствуют.

На учетной секции со II стадией рекреационной дигрессии по категории № 1 («не нарушена») наблюдалась приблизительно одинаковая ситуация по годам учета. По категории «средне выраженная тропа» поверхность почвы занимала в 2008 году 2,1 %, а через 10 лет – на 0,6 % уменьшилась в результате увеличения процента категорий № 2 и № 4 («слабо и хорошо выраженная тропа»).

Поверхность почвы условно нарушенной секции (III стадия рекреационной дигрессии) характеризовалась увеличением категории «не нарушена» с 77,8% в 2008 году до 79,0 % – в 2018 году по сравнению с участками, подверженным первичным аллогенным сукцессиям.

На участке с IV стадией дигрессии поверхность почвы «не нарушена» сохранилась только на 58 % территории. К более существенным изменениям в поверхности почвы («хорошо выраженная тропа») отнесено 6,2 % территории в 2008 году, в 2018 году эта категория уменьшилась до 5 %.

При V стадии рекреационной дигрессии показатели состояния поверхности почвы по сравнению с последним учетом изменились незначительно, за исключением категории № 1 «не нарушена», доля которой увеличилась на 1,9 %. Категории № 5 и № 6 («ДТС или дороги» и «делювий») на всех секциях стационара не были отмечены. Все показатели за 10 лет находились приблизительно в одном диапазоне.

С целью изучения влияния рекреационных нагрузок на водно-физические свойства почвы, в насаждениях *Q. petraea* на стационаре «Алушта» проведено определение объемной массы почвы в слое 0-30 см на участках с разной стадией

рекреационной дигрессии. Результаты исследований показали отсутствие закономерных изменений в плотности почвы, в зависимости от стадии рекреационной дигрессии, как в верхних, так и в нижних горизонтах (Таблица 4.15). В целом, объёмная масса мелкозема на участках с различной стадией рекреационной дигрессии изменяется незначительно. Однако, при интенсивном антропогенном прессе (IV–V стадии дигрессии) доля скелета в верхнем 10 см слое почвы под насаждениями увеличивается в 10–13 раз, что приводит к уменьшению содержания мелкозема, снижению запаса питательных веществ и продуктивной влаги.

Низкую влажность в верхних горизонтах почвы на участке с I стадией дигрессии, можно объяснить тем, что выбранный для пробы участок располагался на открытой местности, вследствие чего наблюдалась высокая испаряемость влаги с поверхности почвы.

Таблица 4.15 – Водно-физические свойства почвы на стационаре «Алушта»

Стадия дигрессии	Глубина взятия образца, см	Влажность мелкозема, %	Объёмная масса мелкозема, г/см ³	Скелет, % от объема
I	0-10	3,22	1,20	2
	10-30	10,11	1,12	7
II	0-10	10,21	0,98	16
	10-30	10,11	1,30	11
III	0-10	13,23	0,99	17
	10-30	10,11	1,29	11
IV	0-10	12,27	1,19	25
	10-30	10,11	1,19	25
V	0-10	12,16	1,08	19
	10-30	10,11	1,17	15

На стационаре «Горное озеро» современное состояние поверхности почвы, а также его динамика во времени приведены в Приложении Д.

При последних учетах (2008 и 2018 годы) на всех трансектах стационара «Горное озеро» отмечено снижение рекреационных нагрузок, кроме категории «средне выраженная тропа», где наблюдалось незначительное их увеличение (за исключением трансекта № 3). На трансекте № 3 процентное соотношение

состояния поверхности почвы по категориям «не нарушена» и «хорошо выраженная тропа» увеличилось по сравнению с предыдущими учетами.

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».

Таким образом, анализ динамики состояния поверхности почвы под воздействием рекреационной нагрузки показал, что при первичном учете (1978 год) на всей территории стационара «Горное озеро» наблюдалась III стадия рекреационной дигрессии. В 2018 году изменения были отмечены лишь на первом трансекте, где территория восстановилась до II стадии рекреационной дигрессии, что связано с отдалением её от рекреационно-привлекательного объекта («Горное озеро»). На наш взгляд, снижение рекреационных нагрузок на стационаре вызвано также тем, что в зону отдыха в последние десятилетия были включены новые, более привлекательные для рекреации территории.

Бурые горно-лесные суглинистые скелетные почвы на смешанном делювии известняков, песчаников и конгломератов в зоне дубового леса на стационаре «Горное озеро» характеризуются рыхлой структурой почвенного профиля (Таблица 4.16).

Таблица 4.16 – Динамика водно-физических свойств почв под влиянием рекреационных нагрузок на стационаре «Горное озеро»

Вариант опыта	Глубина, см	Часть мелкозема от объема, %	Пористость, %	Объемная масса, г/см ³	Запасы влаги, мм
С ₂ гбДск Лес (контроль)	0-10	88,5	60	1,02	60
	10-20	67,0	51	1,29	51
Рекреационная поляна	0-10	97,3	54	1,13	54
	10-20	81,7	54	1,17	54
Тропа в подстилке	0-10	78,5	43	1,47	43

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. Увеличения объемной массы почвы на тропе вызвали ухудшение запасов влаги в верхних слоях.

Обобщая раздел, можно сказать, 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. Учитывая, что частичный отпад подроста дуба скального происходит в результате комплексного влияния антропогенных и природных факторов, данное обстоятельство не позволяет выявить конкретную часть отпада подроста, произошедшую только под воздействием той или иной степени рекреационной нагрузки. Оценка плотности упаковки видов травянистой растительности для сухой грабинниковой судубравы на градиенте факторов-условий «освещенность-затенение» позволила отнести фитоценозы скальнодубового леса к полузакрытым местопроизрастаниям.

По шкалам абиотических факторов, на начальных стадиях рекреационных дигрессий, участки скальнодубовых фитоценозов в условиях сухой грабинниковой судубравы с дубом скальным (С₁-гбДск) в Горном Крыму имеют широкую амплитуду по всем градиентам факторов-условий, за исключением шкалы увлажнения и солевого режима. На всех стадиях наиболее узким является интервал шкалы гранулометрического состава почвы.

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. А именно, 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). Преобладание стеновалентных и гемистеновалентных видов говорит о том, что эти факторы-условия и факторы-ресурсы ограничивают распространение большинства видов в скальнодубовом сообществе;

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

– эвривалентные 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.

Установлено, что вне зависимости от стадии дигрессии, комплексов климатических и почвенных факторов, виды на участках скальнодубового леса характеризуются как виды, 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).

С повышением антропогенного влияния по основной биоморфе наблюдается тенденция увеличения процента 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 системой, снижение процента мезофитов, возрастает участие гелиофитов, а тенелюбивые растения (сциофиты и гелиосциофиты) уменьшают свое доленое участие.

Выявлено, что эколого-ценотическая стратегия скальнодубового фитоценоза в условиях сухого сугруда – конкурентно–стресс-толерантно–рудеральная (CSR). Причем, в зависимости от роста антропогенного фактора прослеживается явное уменьшение виолентов в травяном ярусе, начинается преобладание стресс-толерантов или рудералов, составляющих комбинированные типы стратегий.

В сложении скальнодубового фитоценоза наблюдается преобладание доли вторичного спектра олиго- и мезогемеробов. С увеличением антропогенного влияния спектр представлен мезогемеробами (m) и β -эугемеробами (mb).

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.

Анализ санитарного состояния показал, что в зависимости от интенсивности рекреационной нагрузки и близости к месту массового отдыха, засоренность рекреационной территории на исследованных участках под насаждениями дуба скального в Горном Крыму колеблется от 1,2 до 5,2 % на 1 га.

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.

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-Д) показало, что на стационаре «Ангарский перевал» произошли существенные изменения в секции № 2 в сторону уменьшения процента участия бука в составе насаждения (Таблица 5.1). Изменился состав насаждения в секциях № 4 и № 5, где участие бука увеличилось на две единицы.

Таблица 5.1 – Динамика структуры древостоя и диаметра букового фитоценоза на стационаре «Ангарский перевал»

Номер секции	Год учета	Состав насаждения	Средний диаметр, см
1	1978	3Дс5Гр2Скр	18,2
	2008	2Дс6Гр2Скр	24,8 ± 0,5
	2018	2Дс6Гр2Скр	25,2 ± 0,7
2	1978	4Бк6Гр+Дс	10,1
	2008	1Бк9Гр	16,2 ± 0,4
	2018	1Бк9Гр	16,9 ± 0,4
3	1978	7Бк3Гр+Дс	10,6
	2008	7Бк3Гр	17,1 ± 0,6
	2018	7Бк3Гр	17,4 ± 0,1
4	1978	1Бк6Гр3Грш	8,6
	2008	3Бк7Гр	14,7 ± 0,3
	2018	3Бк7Гр	15,1 ± 0,1
5	1978	6Бк4Гр+Яс	10,7
	2008	8Бк2Гр	16,8 ± 0,5
	2018	8Бк2Гр	17,2 ± 0,3
6	1978	1Яс9Гр+Бк	9,1
	2008	1Бк9Гр+Яс	17,9 ± 0,4
	2018	1Бк9Гр+Яс	18,1 ± 0,3

На стационаре «Ангарский перевал – 2» в секции № 4 участие *Fagus × taurica* в насаждении уменьшилось на 4 единицы (Таблица 5.2). Следует отметить, что по данным лесоустройства ГАУ РК «Алуштинское лесохозяйство», в 2002 году в квартале, на котором расположен стационар «Ангарский перевал – 2», была проведена выборочная санитарная рубка, в результате которой уменьшилось число деревьев на 1 га, что в свою очередь вызвало изменения в составе насаждения. В рубку выбирались опасные, перестойные и фаутные деревья, которые возникли в процессе формирования насаждения, а не в результате рекреационного воздействия. Средний диаметр по всем секциям стационаров закономерно изменился в сторону увеличения, а данные между учётами 2008 и 2018 годов различались незначительно.

Таблица 5.2 – Динамика структуры древостоя и диаметра букового фитоценоза на стационаре «Ангарский перевал – 2»

Номер секции	Год учета	Состав насаждения	Средний диаметр, см
1	1978	10Бк+Грш	11,6
	2008	10Бк+Грш	20,1 ± 0,9
	2018	10Бк	20,8 ± 0,7
2	1978	9Бк1Грш	17,0
	2008	10Бк+Грш	29,2 ± 0,6
	2018	10Бк	29,9 ± 0,3
3	1978	1Бк2Гр7Грш	15,0
	2008	2Бк5Гр3Грш	18,1 ± 0,9
	2018	2Бк5Гр3Грш	18,7 ± 0,2
4	1978	6Бк2Гр2Скр+Грш	14,5
	2008	2Бк5Гр3Скр	19,1 ± 0,3
	2018	2Бк4Гр4Скр	19,9 ± 0,2
5	1978	5Бк4Гр1Скр	9,2
	2008	4Бк5Гр1Скр	17,1 ± 0,6
	2018	4Бк5Гр1Скр	17,7 ± 0,3

Данные учёта механических повреждений деревьев при долгосрочном рекреационном использовании приведены в таблице 5.3.

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».

Таблица 5.3 – Механические повреждения букового леса на стационарах «Ангарский перевал»

Стационар	Годы учета	Количество деревьев на 1 га							
		Не поврежденных		Поврежденных					
				Всего		В том числе			
		сильно				слабо			
шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%		
1	1978	2740	97	80	3	42	52	38	48
	2008	1726	96	74	4	44	59	30	41
	2018	1633	95	79	5	42	53	37	47
2	1978	2500	99	15	1	0	0	15	100
	2008	1086	97	31	3	3	10	28	90
	2018	920	96	40	4	5	12	35	88

Примечание – 1 – стационар «Ангарский перевал»,
2 – стационар «Ангарский перевал – 2»

В сравнении с результатами наблюдений 1978 года, количество не поврежденных деревьев на 1 га значительно уменьшилось, однако в процентном соотношении эти изменения незначительны. Сравнение данных учёта на момент восстановления (2008 год) с последним учётом (2018 год) в процентном соотношении отличаются незначительно. Установлено, что по степени повреждения на стационарах в равной численности присутствуют как сильно, так и слабо поврежденные деревья.

Одной из центральных задач наших исследований по оценке степени деградации рекреационных лесов являлось определение устойчивых лесных сообществ и необходимых условий для восстановления древесной растительности, как главного элемента лесных фитоценозов.

В лесах с интенсивной посещаемостью, общее количество подроста сокращается, преобладает крупномерный подрост, поскольку отпад происходит за счёт младших возрастных групп и низкорослого подроста. Сохраняется подрост в основном в тех местах, которые наиболее удалены от троп и стоянок туристов [68, 73].

Подлесок в рекреационных лесах зачастую выполняет полезную защитную роль, направляя движение отдыхающих по уже протоптаным тропинкам и препятствуя «освоению» всей лесной площади.

Анализ естественного возобновления на стационарах (Приложение В) 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 годах по сравнению с 1978 годом уменьшилось в 2,8–3,0 раза. За последние 10 лет ситуация несколько улучшилась: если в 2008 году разница с первичным учётом составляла в 7,1 тыс. шт. на 1 га, то в 2018 году численность подроста увеличилась на 300 шт./га.

Такая же тенденция с уменьшением количества главного вида отмечена на стационаре «Ангарский перевал – 2». Количество подроста *F. × taurica* по состоянию на 2008 год уменьшилось на 1,1 тыс. шт. на 1 га, а при последнем учёте – уже на 1,7 тыс. шт. на 1 га за последние 40 лет. Суммарное же количество подроста основных лесообразующих видов на стационаре «Ангарский перевал – 2», по сравнению с первоначальными данными за 1978 года уменьшилось незначительно – всего на 100 шт./га.

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 (Таблица 5.4).

Таблица 5.4 – Показатели плотности упаковки буковых сообществ на градиентах факторов среды по стадиям рекреационной дигрессии

Градиенты факторов	Стадии рекреационной дигрессии														
	I			II			III			IV			V		
	<i>min</i>	<i>opt</i>	<i>max</i>	<i>min</i>	<i>opt</i>	<i>max</i>	<i>min</i>	<i>opt</i>	<i>max</i>	<i>min</i>	<i>opt</i>	<i>max</i>	<i>min</i>	<i>opt</i>	<i>max</i>
<i>Lc</i>	29,0	51,5	80,0	31,0	60,0	88,0	30,0	58,5	81,0	43,0	60,5	89,0	44,0	64,0	88,0
<i>Tm</i>	36,0	59,0	72,0	40,0	60,5	73,0	38,0	64,0	75,0	31,0	61,0	76,0	30,0	59,5	76,0
<i>Om</i>	39,0	56,0	64,0	40,0	54,0	66,0	37,0	48,5	65,0	37,0	56,5	72,0	37,0	56,5	71,0
<i>Cr</i>	47,0	65,5	77,0	50,0	66,5	80,0	46,0	63,0	80,0	38,0	65,0	79,0	35,0	65,5	77,0
<i>Kn</i>	32,0	59,5	76,0	24,0	44,5	73,0	27,0	50,5	77,0	20,0	44,5	78,0	20,0	45,0	80,0
<i>Hd</i>	37,0	51,5	72,0	35,0	50,0	68,0	37,0	54,0	69,0	32,0	46,5	69,0	32,0	47,0	69,0
<i>fH</i>	32,0	48,0	64,0	28,0	44,0	62,0	28,0	44,0	63,0	30,0	46,0	70,0	29,0	43,5	70,0
<i>Rc</i>	46,0	74,0	91,0	39,0	67,5	87,0	38,0	62,5	87,0	33,0	63,5	85,0	29,0	63,0	88,0
<i>Tr</i>	22,0	36,5	51,0	21,0	35,5	51,0	21,0	36,0	50,0	19,0	31,5	54,0	18,0	31,5	56,0
<i>Ca</i>	42,0	65,5	76,0	44,0	68,5	81,0	41,0	69,5	77,0	39,0	63,5	78,0	40,0	71,5	78,0
<i>Nt</i>	30,0	64,5	83,0	27,0	62,5	84,0	29,0	65,0	83,0	27,0	63,0	82,0	26,0	62,5	80,0
<i>Ae</i>	32,0	42,5	58,0	35,0	34,5	59,0	34,0	40,0	60,0	36,0	51,5	61,0	37,0	52,5	62,0

По шкалам абиотических факторов на участке с I стадией рекреационной дигрессии травяной ярус в фитоценозе *F. × taurica* имеет широкую амплитуду по всем градиентам факторов-условий, за исключением шкалы омброрезима (*Om*) и гранулометрического состава (*Ae*).

Анализ амплитуд абиотических факторов показал, что оптимальные значения экологических условий по градиенту «освещенность-затенение» для всех стадий дигрессии находятся в одинаковом диапазоне с небольшим увеличением на участке с IV стадией рекреационной дигрессии. Для условий, где наблюдается минимальный «пресс» на растительный покров, значения оптимумов и максимальных границ диапазонов различаются несущественно.

Криорежим местообитания соответствует типу теплых зим с оптимумом 65 % для всех участков, что характеризует буковые фитоценозы как гемикриотермную группу вне зависимости от влияния антропогенного фактора.

Плотность упаковки видов буковых сообществ на градиенте экологических факторов по отношению к континентальности климата находится в зоне оптимальных значений, с небольшим увеличением величины градиента на III стадии (65 %), что относит буковые фитоценозы к полуконтинентальным, вне зависимости от стадий дигрессии.

Как уже было сказано выше, наиболее общую и полную характеристику экологических условий даёт представление о почве, на которой произрастает флора травяного яруса. Каждый тип почвы характеризуется разной амплитудой влажности и богатства. Азот является важным составным элементом почвы и определяет характер её плодородия, лимитирует распространение многих видов.

Анализ плотности упаковки видов буковых сообществ на градиентах факторов среды по показателям, характеризующим эдафотоп, показал, что минимальные, оптимальные и максимальные значения градиента содержания азота в почве находятся в сходных диапазонах на участках с I и II стадиями.

В целом, по фактору нитрофильность субстрата, условия произрастания для фитоценоза *F. × taurica* характеризуются как благоприятные.

Степень расхождения между экологическим оптимумом *F. × taurica* и экологическими условиями в исследованных фитоценозах по стадиям рекреационной дигрессии, выраженная через коэффициент удовлетворенности среды (*D*), приведена в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Разница между экологическим оптимумом исследуемого вида и экологическими условиями произрастания *Fagus × taurica* по стадиям рекреационной дигрессии

Градиенты факторов	Стадии рекреационной дигрессии									
	I		II		III		IV		V	
	<i>max-min</i>	<i>D</i>	<i>max-min</i>	<i>D</i>	<i>max-min</i>	<i>D</i>	<i>max-min</i>	<i>D</i>	<i>max-min</i>	<i>D</i>
<i>Lc</i>	51,0	-0,5	57,0	-3,0	51,0	-7,5	46,0	-14,5	44,0	-20,0
<i>Tm</i>	36,0	-23,0	33,0	-27,5	37,0	-27,0	45,0	-16,0	46,0	-13,5
<i>Om</i>	25,0	-31,0	26,0	-28,0	28,0	-20,5	35,0	-21,5	34,0	-22,5
<i>Cr</i>	30,0	-35,5	30,0	-36,5	34,0	-29,0	41,0	-24,0	42,0	-23,5
<i>Kn</i>	44,0	-15,5	49,0	4,5	50,0	-0,5	58,0	13,5	60,0	15,0
<i>Hd</i>	35,0	-16,5	33,0	-17	32,0	-22,0	37,0	-9,5	37,0	-10,0
<i>fH</i>	32,0	-16,0	34,0	-10,0	35,0	-9,0	40,0	-6,0	41,0	-2,5
<i>Rc</i>	45,0	-29,0	48,0	-19,5	49,0	-13,5	52,0	-11,5	59,0	-4,0
<i>Tr</i>	29,0	-7,5	30,0	-5,5	29,0	-7,0	35,0	3,5	38,0	6,5
<i>Ca</i>	34,0	-31,5	37,0	-31,5	36,0	-33,5	39,0	-24,5	38,0	-33,5
<i>Nt</i>	53,0	-11,5	57,0	-5,5	54,0	-11,0	55,0	-8,0	54,0	-8,5
<i>Ae</i>	26,0	-16,5	24,0	-10,5	26,0	-14,0	25,0	-26,5	25,0	-27,5

Оптимальные пределы для произрастания *F. × taurica* по всем стадиям рекреационной дигрессии наблюдались по шкалам светового режима (*Lc*),

солевого режима (Tr), содержания азота (Nt) и гранулометрического состава (Ae). В зону, максимально обуславливающую дискомфорт для исследуемого фитоценоза, вошли шкалы температурного режима (Tm), «аридности-гумидности» (Om), криорежима (Cr), кислотности субстрата (Rc) и содержания карбонатов в почве (Ca). По шкале содержания азота все участки находились в средней степени благоприятствования этого абиотического фактора для произрастания *F. × taurica*.

Таким образом, метод фитоиндикации экологических шкал позволяет дать экологическую характеристику местообитания *F. × taurica*. Установлено, что для участков с большой рекреационной нагрузкой оптимальные значения градиентов по шкалам температуры воздуха (Tm), континентальности климата (Kn) и увлажнения (Hd) выше, чем для условий, где наблюдается минимальное антропогенное воздействие на растительный покров. Сходные оптимальные показатели просматриваются по факторам: аридности-гумидности (Om), криорежима (Cr), переменной увлажнения (fH) и кислотности субстрата (Rc).

По шкале освещенности-затенения (Lc) модельные виды букового фитоценоза в условиях свежей грабовой бучины (D_2 -гД) занимают мезовалентные позиции, лишь на участке со II стадией рекреационной дигрессии виды имеют гемиеввалентные позиции (Таблица 5.6).

По термоклиматической шкале (Tm) виды сообществ *F. × taurica* на начальных стадиях дигрессии виды занимают гемистеновалентные позиции ($PEV = 0,37 - 0,38$). С увеличением антропогенной нагрузки они переходят в мезовалентную фракцию. Полученные реальные диапазоны свидетельствуют о достаточно узких позициях исследованных видов в условиях Горного Крыма.

По омброклиматической шкале (Om) на начальных стадиях рекреационной дигрессии в сообществах наблюдается преобладание стеновалентной фракции ($PEV = 0,26-0,29$) с переходом в гемистеновалентную на IV и V стадиях. Следовательно, все виды буковых сообществ можно отнести к субаридной группе.

Таблица 5.6 – Потенциальная экологическая валентность сообществ *Fagus × taurica* по стадиям рекреационной дигрессии

Градиенты факторов	Стадии рекреационной дигрессии				
	I	II	III	IV	V
<i>Lc</i>	0,52	0,58	0,52	0,47	0,45
<i>Tm</i>	0,37	0,34	0,38	0,46	0,47
<i>Om</i>	0,26	0,27	0,29	0,36	0,35
<i>Cr</i>	0,31	0,31	0,35	0,42	0,43
<i>Kn</i>	0,45	0,50	0,51	0,59	0,61
<i>Hd</i>	0,36	0,34	0,33	0,38	0,38
<i>fH</i>	0,33	0,35	0,36	0,41	0,42
<i>Rc</i>	0,46	0,49	0,50	0,53	0,60
<i>Tr</i>	0,30	0,31	0,30	0,36	0,39
<i>Ca</i>	0,35	0,38	0,37	0,40	0,39
<i>Nt</i>	0,54	0,58	0,55	0,56	0,55
<i>Ae</i>	0,27	0,25	0,27	0,26	0,26

По шкале увлажнения почв (*Hd*) изученные виды относятся к гемистеновалентной фракции (PEV = 0,34–0,38). Это свидетельствует о предрасположенности видов буковых сообществ Горного Крыма к произрастанию в условиях умеренно-недостаточного увлажнения, при этом минимальные значения данного фактора говорят об их способности развиваться и в условиях недостаточного увлажнения.

По шкале переменности увлажнения (*fH*) экотопы различаются незначительно и относятся к стеновалентной фракции (PEV = 0,33) на участке с начальной стадией с переходом в гемистеновалентные при повышении антропогенной нагрузки.

По шкале кислотности почв (*Rc*) с усилением аллогенной сукцессии прослеживается усиление потенциальной экологической валентности. На деградированном участке у видов выше возможность использовать экологической разнообразие.

По шкале солевого режима почв (*Tr*) изученные виды на начальных стадиях рекреационной дигрессии относятся к стеновалентам. С увеличением антропогенной нагрузки наблюдается переход этого градиента во фракцию гемистеновалентов (PEV = 0,36–0,39).

По шкале гранулометрического (механического) состава субстрата (A_e) все изученные виды относятся к стеновалентной фракции ($PEV = 0,25-0,27$).

Экологические характеристики местообитаний ценопопуляций экотопов букового леса в Горном Крыму позволяют проанализировать не только влияние отдельных факторов-ресурсов и факторов-условий, но также и оценить воздействие всего комплекса показателей (Таблица 5.7).

Таблица 5.7 – Отношение изученных сообществ *Fagus × taurica* к комплексу факторов-ресурсов и факторов-условий

Стадии дигрессии	Фактор освещенности		Климатические факторы		Почвенные факторы	
	Индекс толерантности	Группа толерантности	Индекс толерантности	Группа толерантности	Индекс толерантности	Группа толерантности
I	0,45	ГСБ	0,35	ГСБ	0,37	ГСБ
II	0,46	МБ	0,36	ГСБ	0,39	ГСБ
III	0,46	МБ	0,38	ГСБ	0,38	ГСБ
IV	0,40	ГСБ	0,46	МБ	0,41	ГСБ
V	0,43	ГСБ	0,47	МБ	0,43	ГСБ

Примечание – Группы толерантности: ГСБ – гемистенобионты, МБ – мезобионты.

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. Индекс толерантности по фактору освещенности на начальных стадиях рекреационной дигрессии характеризуется как мезобионт, а с увеличением антропогенного влияния занимает гемистенобионтные позиции.

В таблице 5.8 представлена биоморфологическая структура флоры букового фитоценоза на разных стадиях рекреационной дигрессии. С повышением антропогенного влияния по основной биоморфе наблюдается тенденция

увеличения процента поликарпических трав (30,8 % на участке со II стадией рекреационной дигрессии до 84,2 % – на участке с V стадией).

Таблица 5.8 – Биоморфологическая структура флоры букового фитоценоза по стадиям дигрессии

Признаки	Количество видов (процент видов, %)				
	I	II	III	IV	V
По основной биоморфе					
дерево	3 (37,5)	4 (30,8)	4 (12,9)	4 (14,3)	2 (10,5)
кустарник	0 (0,0)	4 (30,8)	6 (19,4)	3 (10,7)	0 (0,0)
кустарничек	1 (12,5)	1 (7,7)	1 (3,2)	1 (3,6)	0 (0,0)
поликарпическая трава	4 (50,0)	4 (30,8)	17 (54,8)	20 (71,4)	16 (84,2)
озимый однолетник	0 (0,0)	0 (0,0)	2 (6,5)	0 (0,0)	1 (5,3)
многолетний или двулетний монокарпик	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (3,2)	0 (0,0)	0 (0,0)
По структуре надземных побегов					
Безрозеточные	4 (50,0)	9 (69,2)	13 (41,9)	12 (42,9)	7 (36,8)
Полурозеточные	4 (50,0)	4 (30,8)	17 (54,9)	13 (46,4)	8 (42,1)
Розеточные	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (3,2)	3 (10,7)	4 (21,1)
По структуре корневой системы					
Стержнекорневая	4 (50,0)	9 (69,2)	18 (58,1)	13 (46,4)	9 (47,4)
Кистекоорневая	4 (50,0)	4 (30,8)	13 (41,9)	15 (53,6)	10 (52,6)
По глубине залегания корневой системы					
Короткая	2 (25,0)	2 (7,7)	5 (16,1)	4 (14,3)	4 (21,1)
Средняя	3 (37,5)	3 (29,4)	11 (35,5)	15 (53,6)	9 (47,4)
Глубокая	3 (37,5)	8 (64,7)	15 (48,4)	9 (32,1)	6 (31,6)
По отношению к водному режиму					
ксеромезофит	2 (25,0)	3 (23,1)	9 (29,0)	8 (28,6)	6 (31,6)
мезоксерофит	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)
мезофит	6 (75,0)	10 (76,9)	22 (71,0)	19 (67,9)	13 (68,4)
гигрофит	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (3,6)	0 (0,0)
По отношению к световому режиму					
гелиофит	0 (0,0)	1 (7,7)	2 (6,5)	2 (7,2)	2 (10,5)
сциогелиофит	1 (12,5)	1 (7,7)	6 (19,4)	7 (25,0)	5 (26,4)
гелиосциофит	4 (50,0)	3 (23,1)	11 (35,5)	10 (35,7)	7 (36,8)
сциофит	3 (37,5)	8 (61,5)	12 (18,6)	9 (32,1)	5 (26,3)

Примечание – первая цифра – количество видов, шт; в скобках – процент видов

По структуре надземных побегов с повышением стадии рекреационной дигрессии в буковом фитоценозе наблюдается снижение числа видов с безрозеточными и полурозеточными побегами.

В спектре экоморф по водному режиму с усилением антропогенного влияния отмечено незначительное возрастание процента ксеромезофитов,

мезофиты уменьшают свое присутствие. В буковом фитоценозе не обнаружено мезоксерофитов.

В спектре экоморф по световому режиму с усилением аллогенной сукцессии незначительно возрастает участие гелиофитов до 10,5 %. Тенелюбивые растения уменьшают свое доленое участие по мере увеличения стадии рекреационной дигрессии. Критерии идентичности участков (Приложение Г) по отношению к световому режиму являются достоверными.

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 5.1).

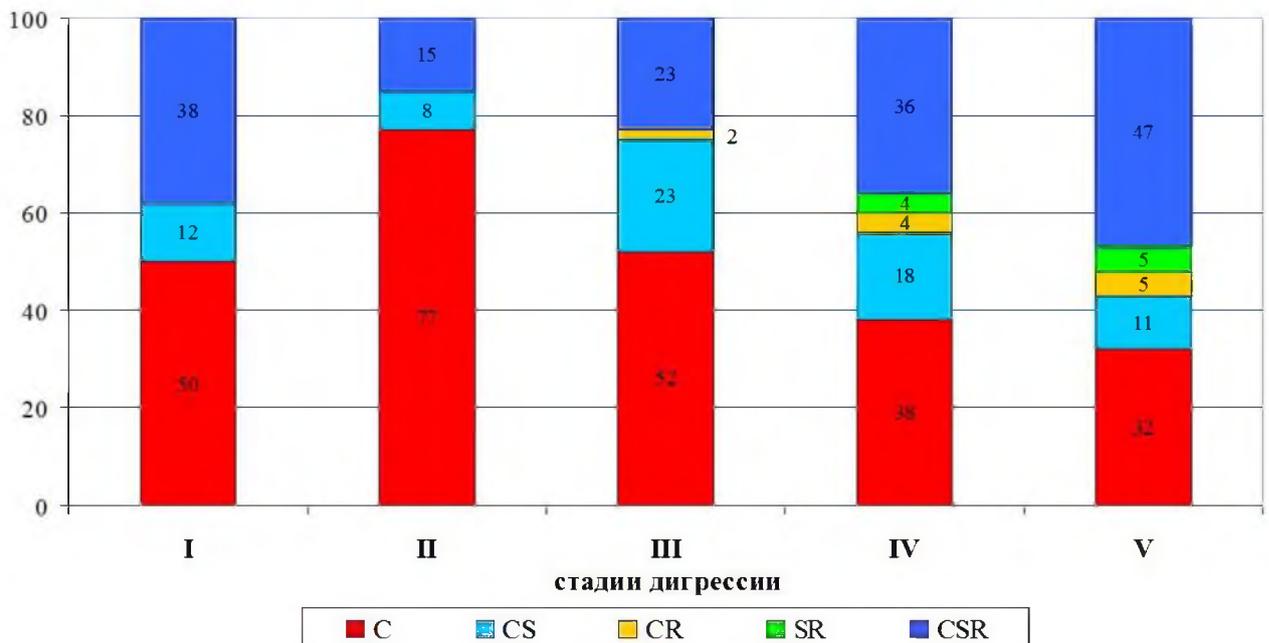


Рисунок 5.1 – Эколого-ценотическая стратегия букового фитоценоза (свежая бучина) в Горном Крыму на разных стадиях рекреационной дигрессии

На участке со II стадией дигрессии количество доминантов сообщества с высокой биологической продуктивностью достигло 77 %, вторичные стратегии CS и CSR составили 8 и 15 %, соответственно. 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. Процентное соотношение первичных стратегий (виолентов) заметно снижалось по стадиям антропогенного воздействия.

В буковом фитоценозе, как и в скальнодубовом, отмечено преобладание доли спектра видов, близких к естественным и полустественным сообществам, переносящим нерегулярное слабое антропогенное влияние (Рисунок 5.2).

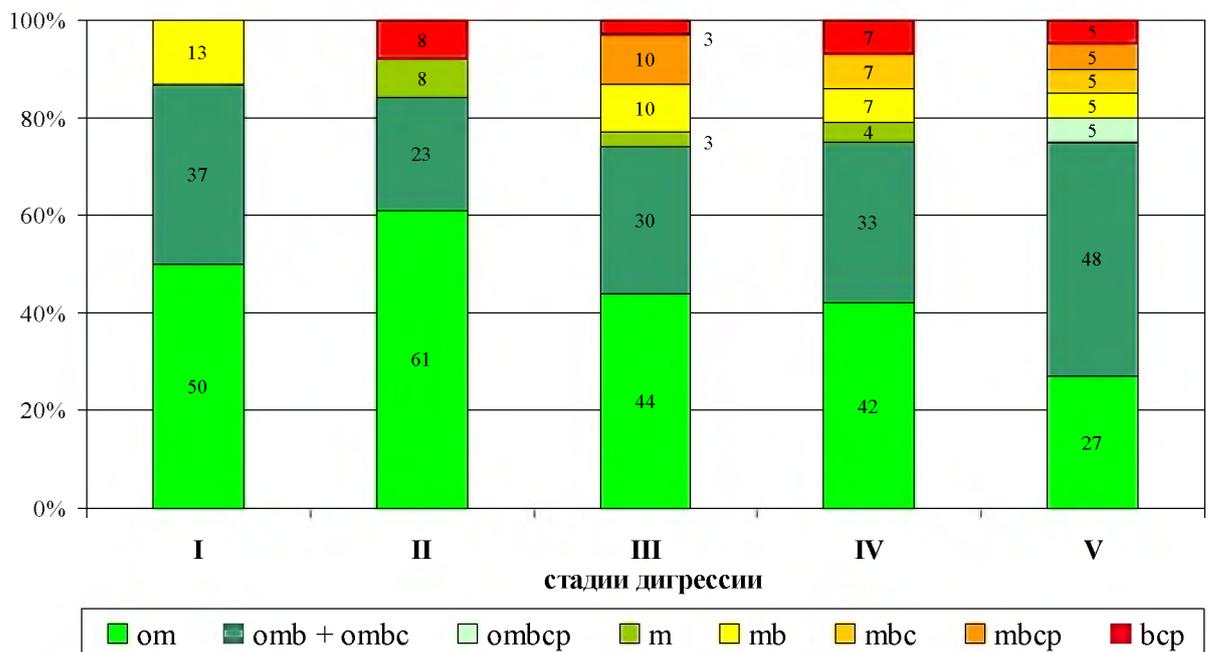


Рисунок 5.2 – Динамика спектра гемеробии букового фитоценоза (свежая суборь) в Горном Крыму на разных стадиях рекреационной дигрессии

С увеличением аллогенной сукцессии отрезок спектра представлен видами сообществ далеких от естественных, устойчивых к интенсивным антропогенным нагрузкам (β эугемеробы), а также сорными видами природных и антропогенных

сообществ, переносящих регулярные сильные нарушения (α эугемеробы) и специализированными сорными видами интенсивных культур, которые внедряются в фитоценоз в результате воздействия антропогенных нагрузок (полигемеробы).

Олиго- и мезогемеробные виды уменьшают долю своего участия по мере нарастания антропогенной дигрессии.

В буковом фитоценозе по жизненным формам, спектр гемикриптофитов в основном совпадает с общим спектром, поэтому флору можно не только количественно, но и качественно назвать флорой гемикриптофитов (Рисунок 5.3).

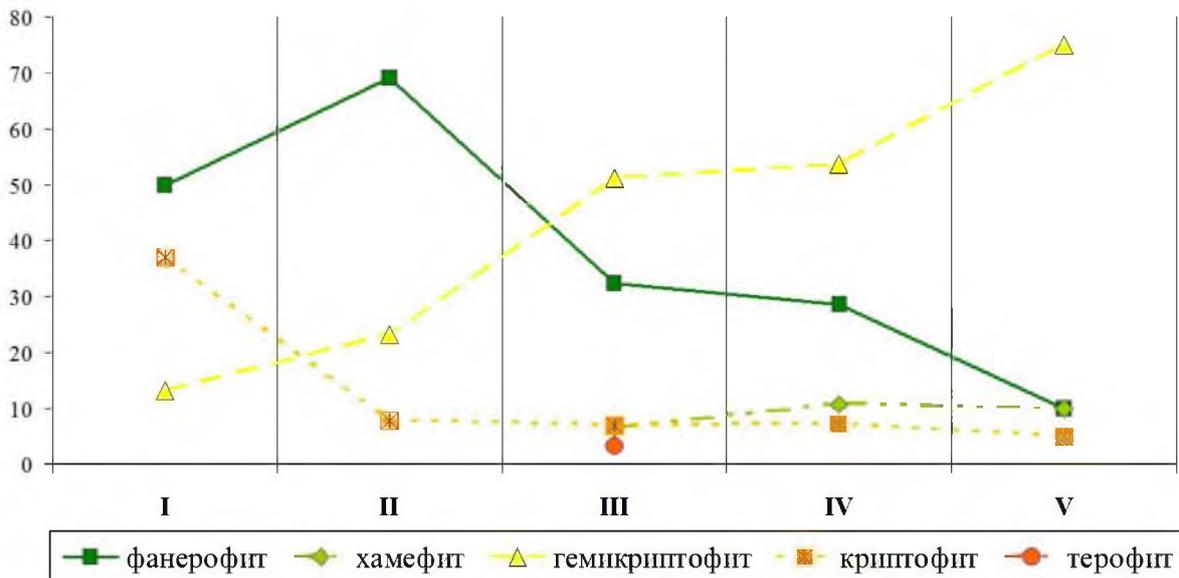


Рисунок 5.3 – Динамика жизненных форм в буковом фитоценозе в Горном Крыму на разных стадиях рекреационной дигрессии

Фанерофиты снижают численность по мере усиления антропогенного влияния. Растений, у которых почки или окончания побегов, предназначенные для перенесения неблагоприятного периода, расположены в почве (криптофиты), существенно меньше.

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.

По фитоценотической приуроченности буковый фитоценоз (Рисунок 5.4) характеризуется как сообщество мезофильных и мезоксерофильных широколиственных листопадных лесов на богатых почвах (*Quercus-Fagetum* Br.-Bl. et Vlieger in Vlieger 1937).

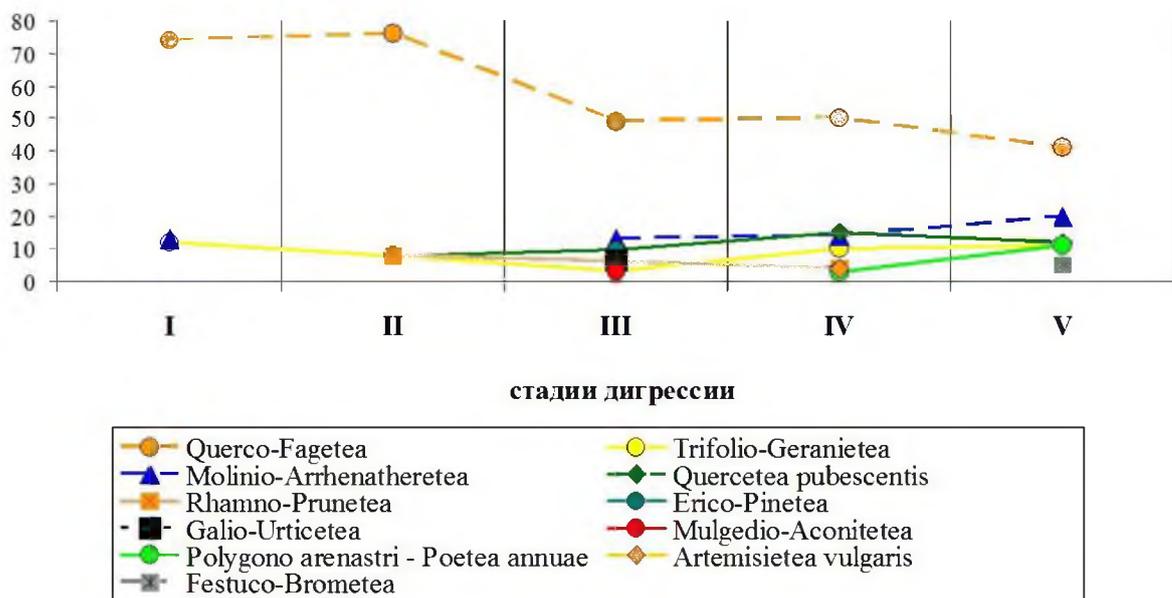


Рисунок 5.4 – Фитоценотическая приуроченность видов растений в буковом фитоценозе на разных стадиях рекреационной дигрессии

С увеличением антропогенной нагрузки растет число таксонов, относящихся к вторичным послелесным сообществам (*Molinio-Arrhenatheretea* R. Tx. 1937) и обогащенных терофитами антропогенных сообществ, устойчивых к вытаптыванию (*Polygono arenastri - Poetea annuae* Rivas-Martinez 1975 corr. Rivas-Martinez et al. 1991). Высокотравные естественные и антропогенные нитрофильные сообщества затененных местообитаний (*Galio-Urticetea* Passarge ex Кореску 1969), термофильные сообщества сосновых лесов южного макроскона Главной гряды Крымских гор (*Erico-Pinetea* Horvat 1959) и Евросибирские

субальпийские и субарктические высотравные луга, редколесья и заросли кустарников (Mulgedio-Aconitetea Hadac et Klika in Klika 1948) прослеживаются только на участке с III стадией рекреационной дигрессии.

5.3 Анализ санитарного состояния

Результаты учета динамики засоренности территории стационара «Ангарский перевал» в условиях свежей грабовой бучины (D₂-гД) приводятся в таблице 5.9.

Таблица 5.9 – Динамика санитарного состояния на стационарах «Ангарский перевал»

Стационар	Год учета	Засоренность территории на 1 га, м ²
«Ангарский перевал»	1978	82 ± 1,8
	2008	53 ± 1,1
	2018	60 ± 1,3
«Ангарский перевал – 2»	1978	13 ± 1,7
	2008	154 ± 1,3
	2018	170 ± 0,9

Сравнение результатов учёта санитарного состояния стационара «Ангарский перевал» за 1978, 2008 и 2018 годы показало, что за исследованный период существенных изменений в засоренности территории не произошло. В целом, территория характеризуется как слабо засоренная.

На стационаре «Ангарский перевал – 2», который отдален на 500 метров от турбазы, за вышеуказанный временной отрезок площадь засоренности территории увеличилась более, чем в 10 раз и составила 1,5 % в 2008 году, 1,7 % – в 2018 году, что на 1,6 % больше, чем при первичном учёте в 1978 году.

В целом, такая ситуация с санитарным состоянием стационаров не вносит существенных изменений в состояние букового фитоценоза. Кроме этого

необходимо отметить, что оба стационара пересекаются существующими лесными дорогами, которые используются туристами при восхождении на гору Чатыр-Даг, то есть находятся в зоне активной рекреационной деятельности.

5.4 Состояние поверхности и водно-физические свойства почвы

Современное состояние поверхности почвы восстановленных стационаров букового фитоценоза, а также его динамика в условиях свежей грабовой бучины (D₂-гД) приводится в Приложении Д.

Анализ данных показал, что при последнем учёте на стационаре «Ангарский перевал» была развита дорожно-тропиночная сеть, которая в 2018 году занимала более 15 % территории, что указывает на наличие III стадии рекреационной дигрессии на исследуемом участке.

По сравнению с первоначальными данными, категория «не нарушена» в 2008 году увеличилась на 29 %, а в 2018 году эта доля снизилась до 27,8 %.

На поверхности почвы стационара «Ангарский перевал – 2», который отдален на большее расстояние от турбазы и характеризуется менее густой дорожно-тропиночной сетью, занимающей свыше 7 % территории, отмечен меньший рекреационный пресс. Стадия рекреационной дигрессии участков – вторая. Категории же почв «не нарушена», «слабо выраженная тропа, проективное покрытие стратоподиума 10–50 %, разрыхлен» и «средне выраженная тропа, проективное покрытие стратоподиума 5–10 %» занимают более 90 %. К 2008 году категория поверхности почвы «не нарушена» снизилась на 14 %, а к 2018 году – еще на 3,4 % территории.

Стоит отметить, что к моменту восстановления (2008 год) и на последний период учета (2018 год) на стационарах образовались небольшие наносы делювия (категория № 6) – до 2–3 % территории, которых первоначально (в 1978 году) не было.

Анализируя современные результаты учёта состояния поверхности почвы, и сравнивая их с данными 1978 года (40 лет назад), следует отметить, что произошедшие изменения не повлияли на стадию рекреационной дигрессии. Поверхность почвы не претерпела значительных ухудшений и не вызвала существенных трансформаций букового фитоценоза.

В средней зоне Горного Крыма на высоте от 350–400 до 800–1000 м в.н.у.м. под дубовыми, сосновыми и буковыми лесами сформировались наиболее распространенные почвы в Крыму – бурые горно-лесные [113]. Эти почвы в буковом фитоценозе были изучены на стационаре «Ангарский перевал».

Механический состав мелкозёма обусловлен видом и характером почвообразующих пород. На элюво-делювии глинистых сланцев и песчаников таврической формации формируются легко- и средне-глинистые пылеватые почвы с преобладанием мелкой пыли, в зависимости от соотношения в породе глинистого сланца и песчаника. В случае преимущества глинистого сланца формируются почвы более тяжелого механического состава [95, 106, 107].

Показателем, характеризующим наиболее значимые в экологическом отношении физические свойства почв, является их плотность сложения (объёмная масса). С ней связаны важные свойства почвы, а также освоенность профиля корнями.

Бурые горно-лесные глинистые скелетные почвы на элюво-делювии глинистых сланцев и песчаников в буковом фитоценозе на стационаре «Ангарский перевал» характеризуются рыхлой структурой почвенного профиля (Таблица 5.10). Объёмная масса на контрольном участке в верхнем горизонте составляет $0,73 \text{ г/см}^3$. На тропе (в подстилке и без подстилки) и дороге в лесу отмечено увеличение объёмной массы и снижение влагоёмкости почв. В горизонте 0-20 см на дороге, объёмная масса почвы была в два раза выше, а влагоёмкость – ниже, чем в лесу (контроль). Таким образом, запасы влаги в почве на стационаре «Ангарский перевал», выраженные в мм из расчёта на бесскелетную почву, в зависимости от степени рекреационных нагрузок

составляют: в лесу (контроль) – 105 мм, на тропе в подстилке – 96 мм, тропе без подстилки – 80 мм и на дороге – 62 мм.

Таблица 5.10 – Динамика водно-физических свойств почв под влиянием рекреационных нагрузок на стационаре «Ангарский перевал»

Вариант опыта	Глубина, см	Часть мелкозема от объема, %	Пористость, %	Объемная масса мелкозема, г/см ³	Запасы влаги, мм
D ₂ -гД Лес (контроль)	0-5	100,0	72,0	0,73	36,0
	5-20	66,4	70,0	0,82	105,0
Тропа в подстилке	0-5	100,0	63,0	0,96	32,0
	5-20	83,0	64,0	0,99	96,0
Тропа без подстилки	0-5	65,6	55,0	1,16	28,0
	5-20	57,2	53,0	1,29	80,0
Дорога в лесу	0-5	43,4	31,0	1,77	16,0
	5-20	40,8	41,0	1,62	62,0

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. Мелкозём этих почв менее уплотняется вследствие рекреационных нагрузок, чем на глинистых сланцах. Также имеют значение механический состав почвы и его структурность. Слабо-скелетные и безскелетные почвы сильнее уплотняются при рекреационных нагрузках, чем средне- и сильно-скелетные.

Величины плотности и пористости мелкозёма свидетельствуют, что в скелетных почвах на известняках уплотнения ограничиваются лишь верхним 10 см горизонтом. Безскелетные почвы на песчаниках уплотняются на большую глубину – до 20–30 см.

Таким образом, в буковом фитоценозе, в условиях свежей грабовой бучины (D_2 -гД) за 40-летний период наблюдаются закономерные изменения в увеличении показателей среднего диаметра, которые связаны с возрастом насаждений.

Выявлено, что для букового сообщества в условиях свежей грабовой бучины лимитирующими экологическими факторами, ограничивающими экспансию видов, 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. Это свидетельствует о том, что виды могут занимать различные по освещенности участки экосистемы и что в условиях свежей бучины произрастают растения, слабо чувствительные к изменению pH почвы.

По индексу толерантности на первых трёх стадиях дигрессии часть изученных видов являются гемистенобионтами, а с увеличением нагрузки переходят в мезобионтную фракцию, что говорит о теоретически высокой возможности использования экологического разнообразия местообитания на начальных стадиях рекреационной дигрессии.

С повышением антропогенного влияния по основной биоморфе 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.

С повышением рекреационного пресса наблюдается включение конкурентно – стресс-толерантной и стресс-толерантно – рудеральной стратегии, что говорит об усилении нарушений в сообществе.

Отмечено преобладание доли вторичного спектра (om) гемемеробности. С увеличением антропогенного влияния отрезок спектра представлен мезогемемеробами (m) и β -эугемемеробами (mb), а также полигемемеробами (bcp), которые внедряются в фитоценоз в результате влияния антропогенных нагрузок.

По жизненным формам, в буковом фитоценозе в условиях свежей бучины преобладают гемикриптофиты, процентное соотношение их растет по мере увеличения рекреационного воздействия. Фанерофиты и криптофиты снижают свою численность при усилении антропогенного влияния.

По фитоценотической приуроченности буковый фитоценоз характеризуется как сообщество мезофильных и мезоксерофильных широколиственных листопадных лесов.

За 40 лет рекреационного использования санитарное состояние букового насаждения характеризуется стабильной величиной. Изменения, которые произошли, не повлияли на стадию рекреационной дигрессии.

Наблюдения на стационарах позволяют сделать вывод, что процент территорий с измененными физическими и водно-физическими свойствами почвы в буковых фитоценозах Крыма незначительный.

РАЗДЕЛ 6

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ И СТРУКТУРЫ СОСНОВЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ

6.1 Характеристика состояния древесного яруса и возобновления

В таблице 6.1 приведены данные изменений видового состава и среднего диаметра сосновых фитоценозов в условиях С₂-С (станционар «Тюзлер») и С₀-гБдск (станционар «Городское»).

Таблица 6.1 – Динамика состава и диаметра насаждений на стационарах по изучению влияния рекреационного воздействия

Стационар	Номер трансекта	Номер секции	Год учета	Состав насаждения	Средний диаметр, см
«Тюзлер»	1	1	1978	10Скр	32,4
			2008	10Скр	35,9 ± 0,8
			2018	10Скр	36,9 ± 0,7
		2	1978	10Скр	32,5
			2008	10Скр	37,1 ± 0,8
			2018	10Скр	37,3 ± 0,5
		3	1978	10Скр	29,2
			2008	10Скр	33,8 ± 0,8
			2018	10Скр	34,1 ± 0,6
		4	1978	10Скр	33,9
			2008	10Скр	35,9 ± 0,8
			2018	10Скр	36,8 ± 0,8
	2	1	1978	10Скр	33,2
			2008	10Скр	38,0 ± 0,8
			2018	10Скр	38,9 ± 0,4
		2	1978	10Скр	39,3
			2008	10Скр	40,4 ± 0,8
			2018	10Скр	41,3 ± 0,7
		3	1978	10Скр	45,2
			2008	10Скр	44,0 ± 0,8
			2018	10Скр	44,5 ± 0,5
		4	1978	10Скр	29,3
			2008	10Скр	32,9 ± 0,8
			2018	10Скр	33,1 ± 0,6
«Городское»	1	1978	10Скр	6,3	
		2008	10Скр	11,8 ± 0,8	
		2018	10Скр	12,7 ± 0,3	

В результате проведенных исследований, 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.

На 3 секции трансекта № 2 стационара «Тюзлер» отмечено уменьшение диаметра, что, вероятно, связано или с проведением рубок ухода, или вследствие ветровала.

Увеличение среднего диаметра вдвое на стационаре «Городское» связано с увеличением возраста главного лесобразующего вида.

Анализ результатов учёта состояния деревьев в результате механических повреждений сосновых фитоценозов при долгосрочном рекреационном использовании показал, что поврежденных деревьев, отнесенных к категории «сильноповрежденные» за период исследований не обнаружено, как в начале наблюдений, так и в последствие (Таблица 6.2).

Таблица 6.2 – Механические повреждения деревьев соснового фитоценоза при долгосрочном рекреационном использовании

Стационар	Номер трансекта (секции)	Годы учета	Количество деревьев на 1 га					
			Не поврежденных		Поврежденных			
					Всего		В том числе слабо	
			шт.	%	шт.	%	шт.	%
«Тюзлер»	1	1978	520	99	6	1	6	1
		2008	559	99	3	1	3	1
		2018	562	100	0	0	0	0
	2	1978	400	98	6	2	6	2
		2008	411	96	16	4	16	4
		2018	406	95	19	5	19	5
«Городское»	1	1978	3914	100	0	0	0	0
		2008	2542	100	0	0	0	0
		2018	2647	100	0	0	0	0

В целом, по стационару «Тюзлер» отмечено незначительное количество поврежденных деревьев (до 5 %). На стационаре «Городское» повреждений

деревьев, как в начале наблюдений, так и по данным последующих учётов, не отмечено.

Изменение количества не поврежденных деревьев свидетельствует о проведении санитарных рубок на исследованных стационарах за ревизионный период. Анализируя результаты повреждений на стационарах, в целом следует отметить, что количество их не значительно, а сами повреждения преимущественно относятся к категории «слабые». Изменения на протяжении учётного периода колеблются в диапазоне 0–3 %.

Анализ естественного возобновления на исследованных стационарах (Приложение В) показал, что на стационаре «Тюзлер» восстановление *P. pallasiana* как на первом, так и на втором трансектах ухудшилось. Результаты свидетельствует о том, что на протяжении учётного периода произошло значительное снижение количества всходов и подроста на обоих трансектах. Вызвано оно рекреационной деятельностью на протяжении длительного времени и является результатом высоких рекреационных нагрузок. Более существенные изменения отмечены на трансекте № 2, который интенсивнее подвержен вытаптыванию, так как его территория является местом проведения развлекательных мероприятий администрацией детского лагеря.

Анализ динамики естественного возобновления указывает на то, что через 40 лет в сосновом насаждении, достигшем возраста 80–100 лет, не сформировался подрост, обеспечивающий устойчивый лесовозобновительный процесс. Следует отметить, что данные 2008 года, полученные на стационаре и данные последнего учёта, отличаются от первичных в 13–15 раз.

На стационаре «Городское» возобновление *P. pallasiana* в 2008 и 2018 годах вообще не было отмечено, однако, наблюдалось обильное появление всходов *Q. pubescens* и других видов.

Исследование динамики естественного возобновления главного лесообразующего вида показало, что в сосновых насаждениях Горного Крыма в результате рекреационного воздействия нарушен возобновительный процесс *P. pallasiana*. С целью определения степени влияния рекреации на сохранность

всходов в нижней горной зоне в условиях сухой субори и сухой судубравы, под пологом искусственного чернососнового и естественного дубово-грабинникового насаждений был произведен посев семян *P. pallasiana*. После появления всходов и последующей подготовки площадок, проведено моделирование рекреационных нагрузок разной интенсивности. Результаты моделирования приведены в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – 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. Между величиной рекреационной нагрузки и сохранностью всходов выявлена функциональная связь (Рисунки 6.1 и 6.2).

При слабых рекреационных нагрузках сохранность всходов была высокой и колебалась в пределах 80 %. По мере нарастания рекреационного воздействия (при 100 проходах), число погибших сеянцев составляло 54 % в сухой можжевельново-чернососновой субори и 30 % – в сухой грабинниковой судубраве.

Значительно возрастало (до 85 %) число погибших сеянцев при 200 проходах в сухой можжевельново-чернососновой субори. В сухой грабинниковой судубраве отмечено меньшее влияние рекреационного воздействия (до 56 % погибших сеянцев).

После 500 проходов через учетные площадки, в условиях сухой можжевельново-чернососновой субори (В₁-мж Скр) сохранившихся сеянцев

осталось только 4 %. В более богатых условиях сухой грабинниковой судубравы с дубом скальным их число возросло до 9 %.

Поскольку полученная функция носит явно нелинейный характер, уместно искать её приближение в виде нелинейной кривой. На основании поля корреляции логично предположить гипотезу о том, что связь между всеми возможными значениями носит экспоненциальный характер.

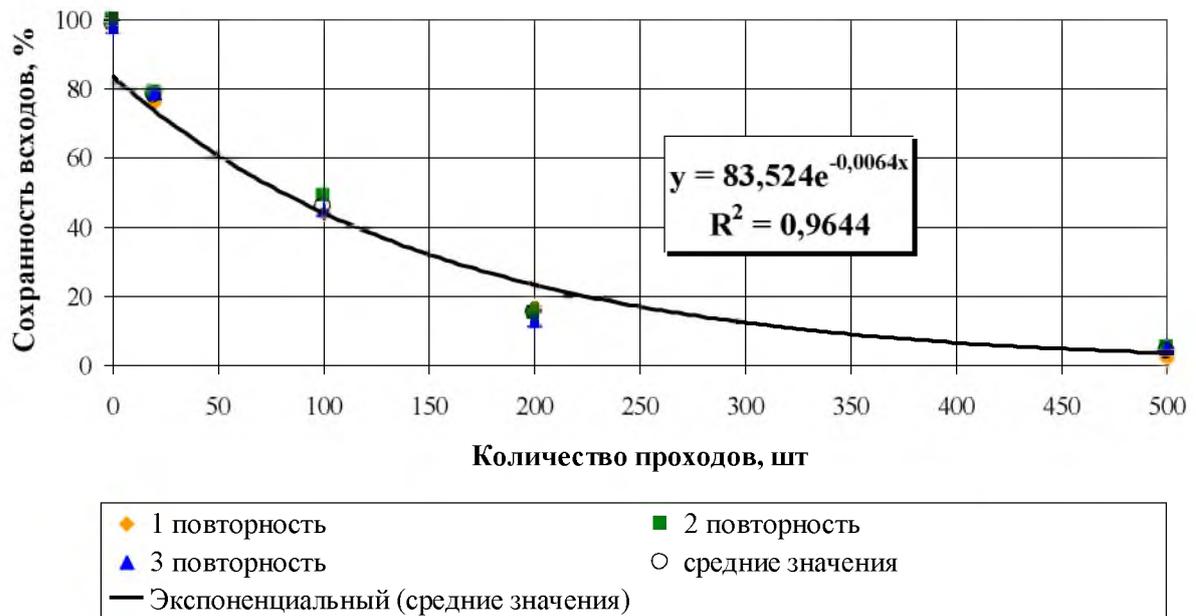


Рисунок 6.1 – Уравнение регрессии сохранности всходов *P. pallasiana* в условиях сухой можжевельново-чернососновой субори при разной степени рекреационной нагрузки

Коэффициент детерминации (R^2) в условиях В₁-мжСкр равен 0,96, а в условиях С₁-гбДск – около 0,99. Давая интерпретацию коэффициента детерминации, можно констатировать, что точность подбора уравнения регрессии высокая, и сохранность всходов *P. pallasiana* в сообществах на 96-99 % зависит от величины рекреационной нагрузки.

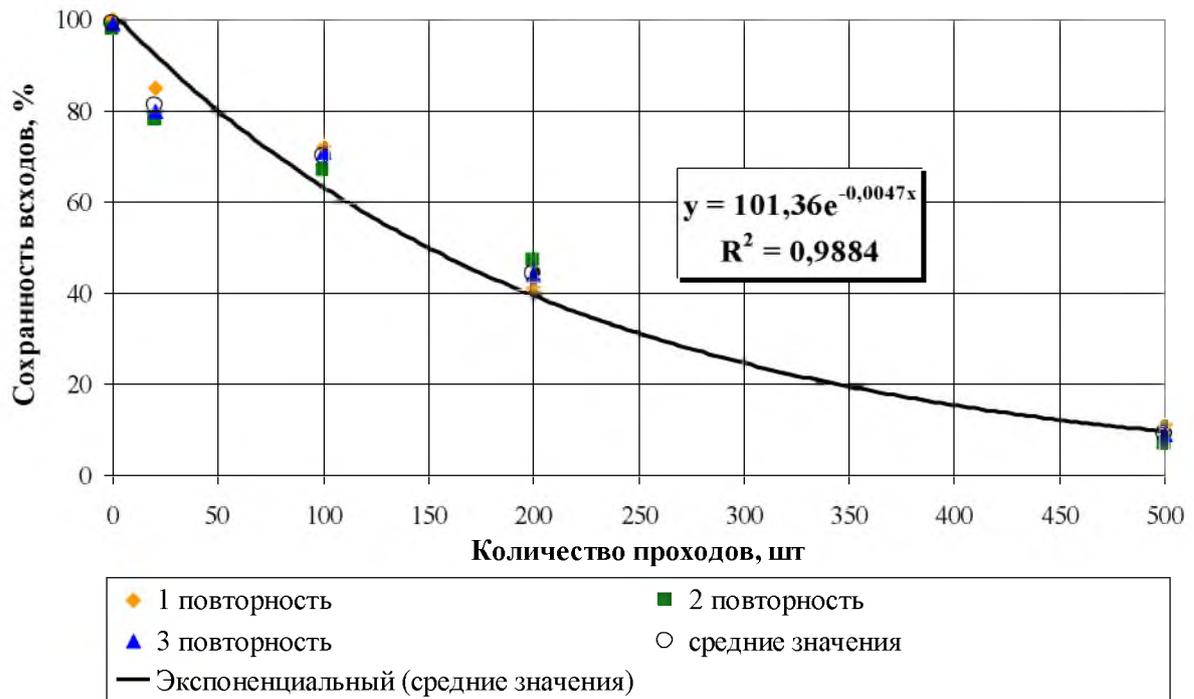


Рисунок 6.2 – Уравнение регрессии сохранности всходов *P. pallasiana* в сухой грабинниковой судубраве с дубом скальным при разной степени рекреационной нагрузки

Таким образом, в результате статистической обработки экспериментальных данных 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.

6.2 Экологическое разнообразие видов в сосновых фитоценозах

Для каждого из показателей абиотических факторов установлена комфортная зона (оптимальное значение) градиента, на которой расположены виды исследуемой субассоциации. Среднее оптимальное значение, как правило,

не всегда совпадает с модальными значениями и смещается в ту или иную сторону. В результате расчётов экологического диапазона факторов условий и факторов среды установлено, что оптимальные значения градиента экологических условий «освещенность-затенение» (Lc) для всех стадий дигрессии находятся в разном диапазоне со смещением в сторону максимальных значений от участков с I до участков с V стадиями рекреационных дигрессий (Таблица 6.4).

Таблица 6.4 – Положение сообществ *P. pallasiana* на градиентах факторов среды по стадиям рекреационной дигрессии

Градиенты факторов	Стадии рекреационной дигрессии														
	I			II			III			IV			V		
	<i>min</i>	<i>opt</i>	<i>max</i>	<i>min</i>	<i>opt</i>	<i>max</i>	<i>min</i>	<i>opt</i>	<i>max</i>	<i>min</i>	<i>opt</i>	<i>max</i>	<i>min</i>	<i>opt</i>	<i>max</i>
<i>Lc</i>	46	68	90	49	72	94	49	71	94	57	77	96	54	75	96
<i>Tm</i>	45	62	79	39	58	77	40	58	77	40	60	79	39	59	77
<i>Om</i>	34	49	64	35	50	64	36	50	65	31	48	64	32	49	65
<i>Cr</i>	50	66	83	44	64	84	45	64	84	44	64	85	42	64	85
<i>Kn</i>	29	55	81	30	56	82	28	55	82	27	56	84	30	57	84
<i>Hd</i>	32	47	63	20	42	64	22	43	64	19	40	60	21	41	60
<i>fH</i>	30	48	65	36	54	72	35	45	73	38	58	77	42	60	77
<i>Rc</i>	36	62	88	39	65	91	37	63	89	38	65	91	36	63	89
<i>Tr</i>	23	38	53	24	42	61	22	38	55	24	42	60	22	39	55
<i>Ca</i>	47	66	84	42	63	85	44	64	84	42	63	85	41	63	84
<i>Nt</i>	24	53	82	22	51	80	22	50	79	17	45	72	18	46	74
<i>Ae</i>	28	41	54	26	39	51	26	39	51	29	42	55	30	43	56

Анализ экологических факторов, характеризующих климатоп, показал, что процент перекрытия экологических шкал по отношению к терморегиму колеблется в достаточно широких пределах. По термоклиматической шкале (Tm) оптимумы находятся в одном диапазоне и стремятся к максимальным значениям градаций градиентов факторов. В целом, среди видов данного фитоценоза по отношению к терморегиму преобладают представители субмезотермы.

Процент перекрытия экологических шкал по отношению к омборежиму (Om) колеблется в незначительных пределах. Минимальные значения градиента повышаются по мере увеличения рекреационной нагрузки на участках. Тип омборежима близок к аридному типу, с оптимальным значением в 49–50,3 %.

Криорежим (Cr) местообитания соответствует типу теплых зим.

В спектре экологических групп по отношению к фактору увлажнения (Hd) преобладают мезофиты. Оптимальные значения градиента находятся в близком диапазоне с тенденцией небольшого увеличения по мере усиления воздействия рекреационного «пресса».

Процент перекрытия экологических шкал исследованных фитоценозов по отношению к переменности увлажнения (fH) имеет тенденцию к смещению оптимальных значений в сторону максимальных.

На всех градиентах точка оптимума близка к модальному значению, что говорит о благоприятности условий и стабильном адаптированном составе сосновых сообществ.

Коэффициент удовлетворенности среды (D) для соснового сообщества указывает, что соответствия экологии *P. pallasiana* с условиями местопроизрастания наблюдаются по шкалам термоклимата, криорежима, переменности увлажнения и содержания карбонатов (Таблица 6.5).

Таблица 6.5 – Анализ разницы между экологическим оптимумом исследуемого вида и экологическими условиями

Градиенты факторов	Стадии рекреационной дигрессии									
	I		II		III		IV		V	
	<i>max-min</i>	<i>D</i>	<i>max-min</i>	<i>D</i>	<i>max-min</i>	<i>D</i>	<i>max-min</i>	<i>D</i>	<i>max-min</i>	<i>D</i>
<i>Lc</i>	44,0	-23,5	45,0	-33,5	45,0	-33,5	39,0	-39,5	42,0	-42,5
<i>Tm</i>	34,0	-32,5	38,0	-24,0	37,0	-25,0	39,0	-26,5	38,0	-23,5
<i>Om</i>	30,0	-19,0	29,0	-21,5	29,0	-21,5	33,0	-17,5	33,0	-17,5
<i>Cr</i>	33,0	-35,0	40,0	-26,5	39,0	-28,0	41,0	-26,0	43,0	-24,0
<i>Kn</i>	52,0	-6,5	52,0	-5,0	54,0	-3,0	57,0	-4,0	54,0	-2,5
<i>Hd</i>	31,0	-12,5	44,0	0,0	42,0	-2,0	41,0	-1,5	39,0	-3,0
<i>fH</i>	35,0	-15,5	36,0	-23,0	38,0	-17,5	39,0	-21,0	35,0	-27,0
<i>Rc</i>	52,0	-12,0	52,0	-19,0	52,0	-16,0	53,0	-26,0	53,0	-18,0
<i>Tr</i>	30,0	-12,0	37,0	-5,0	33,0	-8,0	36,0	-5,5	33,0	-4,0
<i>Ca</i>	37,0	-33,0	43,0	-26,0	40,0	-28,0	43,0	-21,0	43,0	-24,0
<i>Nt</i>	58,0	1,0	58,0	2,0	57,0	0,0	55,0	18,5	56,0	13,5
<i>Gr</i>	26,0	-15,5	25,0	-8,5	25,0	-9,5	26,0	-10,0	26,0	-5,0
<i>Ae</i>	44,0	-23,5	45,0	-33,5	45,0	-33,5	39,0	-39,5	42,0	-42,5

В таблице 6.6 приведены значения коэффициента асимметрии кривой числа видов на градиентах изученных абиотических факторов для фитоценоза соснового леса в условиях очень сухой грабинниковой судубравы.

Таблица 6.6 – Коэффициент асимметрии кривой числа видов на градиентах факторов для насаждения *P. pallasiana*

Градиенты факторов	Стадии рекреационной дигрессии				
	I	II	III	IV	V
<i>Lc</i>	-1,302	-1,201	-1,187	-1,566	-1,360
<i>Tm</i>	-1,373	-1,313	-1,202	-1,440	-1,357
<i>Om</i>	-1,229	-1,040	-1,046	-1,566	-1,358
<i>Cr</i>	-1,240	-1,297	-1,258	-1,243	-1,330
<i>Kn</i>	-0,513	-1,219	-1,056	-0,709	-0,867
<i>Hd</i>	-1,307	-0,098	-1,138	-1,624	-1,392
<i>fH</i>	-0,987	-1,221	-1,110	-0,885	-0,916
<i>Rc</i>	-1,477	-1,676	-1,621	-1,518	-1,302
<i>Tr</i>	-1,406	-1,551	-1,316	-1,531	-1,227
<i>Ca</i>	-0,893	-1,269	-1,305	-1,137	-0,928
<i>Nt</i>	-1,429	-1,669	-1,600	-1,139	-1,232
<i>Ae</i>	-0,692	-0,804	-0,946	-1,172	-1,308

Отрицательные значения коэффициента асимметрии говорят о конкурентном напряжении на участках градиента с низкими значениями, что свидетельствует о недостатке или переизбытке того или иного ресурса.

Коэффициент эксцесса, показывающий степень отклонения кривой числа видов на градиентах абиотических факторов среды от нормальной теоретической кривой для соснового фитоценоза представлен в таблице 6.7.

Таблица 6.7 – Коэффициент эксцесса кривой числа видов на градиентах изученных абиотических факторов для *P. pallasiana*

Градиенты факторов	Стадии рекреационной дигрессии				
	I	II	III	IV	V
<i>Lc</i>	-0,640	-0,666	-0,686	-0,343	-0,514
<i>Tm</i>	-0,280	0,103	0,011	0,078	-0,016
<i>Om</i>	0,070	0,083	0,201	0,112	0,210
<i>Cr</i>	-0,137	0,401	0,106	0,183	0,305
<i>Kn</i>	-0,755	-0,375	-0,459	-0,576	-0,534
<i>Hd</i>	-0,449	-1,114	-0,473	-0,173	-0,364
<i>fH</i>	0,253	0,269	0,304	0,433	-0,053
<i>Rc</i>	0,028	0,132	0,340	-0,062	-0,166
<i>Tr</i>	0,003	-0,051	0,228	0,344	0,595
<i>Ca</i>	0,363	0,383	0,346	-0,084	-0,509
<i>Nt</i>	-0,428	0,067	-0,090	-0,092	-0,480
<i>Ae</i>	-0,160	0,61	-0,271	0,067	-0,107

Отрицательный коэффициент эксцесса дает понимание того, что анализируемое описание состоит из видов, относящихся к разным фитоценозам.

Отрицательные значения не выходят за пределы -2, что подтверждает корректность номенклатурных описаний, а подавляющее их количество свидетельствует о наличии свободных регенерационных ниш в описанных единицах.

Таким образом, сообщества *P. pallasiana* занимают полуоткрытые пространства с субаридным режимом, сухо-луговым увлажнением, на субстратах с нейтральной реакцией, бедных азотом и гумусом в почвах. Из сукцессионно значимых факторов, способных вызвать трансформацию видового состава фитоценоза, определен гранулометрический состав с тенденцией снижения порозности на участках с IV и V стадией рекреационной дигрессии, обусловленной антропогенным уплотнением почвы.

Изученный сосновый фитоценоз на разных стадиях дигрессии имеет низкие показатели толерантности к большинству экологических факторов (факторов-ресурсов и факторов-условий). Основными лимитирующими факторами для него являются омброрежим, увлажнение, солевой режим, и гранулометрический состав субстрата. Прослеживается тенденция к уменьшению валентности с увеличением рекреационной нагрузки по шкалам криорежима, континентальности климата, переменности увлажнения и содержания гумуса в почве.

По шкале освещенности-затенения (L_c) виды модельного соснового фитоценоза в Горном Крыму на первых стадиях рекреационной дигрессии занимают мезовалентные позиции ($PEV = 0,45-0,46$), с увеличением нагрузки появляются гемистеноваленты (Таблица 6.8).

По шкале светового режима (L_c) на начальных стадиях рекреационной дигрессии большинство видов мезоваленты ($0,45 - 0,46$), с увеличением рекреационного воздействия они становятся узкоспециализированными.

По термоклиматической шкале (T_m) виды занимают гемистеновалентные позиции. Полученные реальные диапазоны свидетельствуют о достаточно узких позициях исследованных видов в условиях Горного Крыма. Оценивая температуру в $\text{ккал}/\text{см}^2$ в год можно определить, что исследуемые виды относятся к термонеморальной экологической группе.

Таблица 6.8 – Потенциальная экологическая валентность сообществ *P pallasiana* на градиентах факторов среды и факторов-условий

Градиенты факторов	Стадии рекреационной дигрессии				
	I	II	III	IV	V
<i>Lc</i>	0,45	0,46	0,46	0,40	0,43
<i>Tm</i>	0,35	0,39	0,38	0,40	0,39
<i>Om</i>	0,31	0,30	0,30	0,34	0,34
<i>Cr</i>	0,34	0,41	0,40	0,42	0,44
<i>Kn</i>	0,53	0,53	0,55	0,58	0,55
<i>Hd</i>	0,32	0,45	0,43	0,42	0,40
<i>fH</i>	0,36	0,37	0,39	0,40	0,36
<i>Rc</i>	0,53	0,53	0,53	0,54	0,54
<i>Tr</i>	0,31	0,38	0,34	0,37	0,34
<i>Ca</i>	0,38	0,44	0,41	0,44	0,44
<i>Nt</i>	0,59	0,59	0,58	0,56	0,57
<i>Ae</i>	0,27	0,26	0,26	0,27	0,27

По омброклиматической шкале (*Om*), показывающей соотношение осадков и испарения, у модельных растений на I-III стадиях дигрессии наблюдается преобладание стеновалентной фракций с $PEV = 0,30-0,33$, на IV-V – гемистеновалентной. Следовательно, на участках с начальными стадиями рекреационной дигрессии виды травяного яруса можно отнести к субгумидной группе, а с увеличением антропогенного влияния – к субаридной экологической группе.

Для шкалы континентальности климата (*Kn*), показывающей преобладание определенных воздушных масс, характерно доминирование среди изученных видов мезовалентной фракции ($PEV = 0,53-0,55$).

По шкале увлажнения почв (*Hd*), изученные виды на I стадии дигрессии относятся к стеновалентной фракции ($PEV = 0,32$). На III-V – к гемистеновалентной ($PEV = 0,40-0,43$). Это свидетельствует о предрасположенности изученных видов к произрастанию в условиях умеренно-недостаточного увлажнения, при этом минимальные значения данного фактора говорят о способности видов развиваться и в условиях недостаточного увлажнения.

По шкале богатства почв азотом (*Nt*) все виды являются гемизэвивалентами ($PEV = 0,56-0,59$), причем наблюдается тенденция к небольшому снижению

потенциальной валентности с нарастанием антропогенной нагрузки на территорию. Диапазон занятого градиента данными видами широк, что позволяет им довольно успешно произрастать как на очень бедных, так и на достаточно обеспеченных азотом почвах.

По шкале гранулометрического состава субстрата (*Ae*) все изученные виды относятся к стеновалентной фракции ($PEV = 0,26-0,27$). Диапазон по этому градиенту самый узкий.

Экологические характеристики местообитаний ценопопуляций экотопов *P. pallasiana* в условиях очень сухой грабовой судубравы позволяют оценить воздействие всего комплекса показателей (Таблица 6.9).

Таблица 6.9 – Отношение изученных сообществ *Pinus pallasiana* к комплексу факторов-ресурсов и факторов-условий

Стадии дигрессии	Фактор освещенности		Климатические факторы		Почвенные факторы	
	Индекс толерантности	Группа толерантности	Индекс толерантности	Группа толерантности	Индекс толерантности	Группа толерантности
I	0,45	ГСБ	0,38	ГСБ	0,39	ГСБ
II	0,46	МБ	0,41	ГСБ	0,43	ГСБ
III	0,46	МБ	0,41	ГСБ	0,42	ГСБ
IV	0,40	ГСБ	0,44	ГСБ	0,43	ГСБ
V	0,43	ГСБ	0,43	ГСБ	0,42	ГСБ

Примечание. Группы толерантности: ГСБ – гемистенобионты, МБ – мезобионты.

По показателям индекса толерантности относительно воздействия комплексов климатических и почвенных факторов по 12 шкалам, сосновый фитоценоз в условиях очень сухой грабинниковой судубравы с дубом скальным (C_0 -гбДс) относится к гемистенобионтам, и только участки со II и III стадией дигрессии по фактору освещенности характеризуются как мезобионты.

Таким образом, можно сделать вывод, что фитоценоз крымскососнового леса на разных стадиях дигрессии имеет низкие показатели толерантности к большинству экологических факторов (факторов-ресурсов и факторов-условий). Основными лимитирующими факторами для него являются температура воздуха,

омброрезим, увлажнение, солевой режим и гранулометрический состав субстрата.

Установлено, что с увеличением рекреационной нагрузки по шкалам криорежима, континентальности климата, переменности увлажнения и содержания гумуса в почве, прослеживается тенденция к уменьшению валентности.

В таблице 6.10 представлена биоморфологическая структура флоры сонового фитоценоза по стадиям рекреационной дигрессии.

Таблица 6.10 – Биоморфологическая структура флоры соснового фитоценоза по стадиям дигрессии

Признаки	Количество видов (процент видов, %)				
	I	II	III	IV	V
По основной биоморфе					
дерево	4 (12,1)	6 (31,6)	6 (31,6)	6 (13,6)	5 (22,7)
кустарник	8 (24,2)	3 (15,8)	3 (15,8)	5 (11,4)	3 (13,6)
кустарничек	1 (3,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	2 (4,5)	0 (0,0)
поликarpпическая трава	20 (60,6)	6 (31,6)	6 (31,6)	18 (40,9)	7 (31,8)
озимый однолетник	0 (0,0)	2 (10,5)	2 (10,5)	11 (25,0)	5 (22,7)
многолетний монокарпик	0 (0,0)	2 (10,5)	2 (10,5)	2 (4,5)	2 (9,1)
По структуре надземных побегов					
Безрозеточные	15 (45,5)	7 (36,8)	6 (31,6)	15 (24,1)	6 (27,3)
Полурозеточные	14 (42,4)	11 (57,9)	11 (57,9)	28 (63,6)	15 (68,2)
Розеточные	4 (12,1)	1 (5,3)	2 (10,5)	1 (2,3)	1 (4,5)
По структуре корневой системы					
Стержнекорневая	17 (51,5)	15 (78,9)	13 (68,4)	30 (68,2)	16 (72,7)
Кистекопневая	16 (48,5)	4 (21,1)	6 (31,6)	14 (31,8)	6 (27,3)
По глубине залегания корневой системы					
Короткая	2 (6,1)	2 (10,5)	2 (10,5)	8 (18,2)	5 (22,7)
Средняя	10 (30,3)	5 (26,3)	6 (31,6)	14 (31,8)	4 (18,2)
Глубокая	21 (63,6)	12 (63,2)	11 (57,9)	22 (50,0)	13 (59,1)
По отношению к водному режиму					
эксерофит	0 (0,0)	1 (5,2)	1 (5,3)	2 (4,5)	1 (4,5)
ксеромезофит	16 (48,5)	11 (57,9)	9 (47,4)	27 (61,4)	10 (45,5)
мезоксерофит	2 (6,1)	3 (15,8)	3 (15,8)	5 (11,4)	6 (27,3)
мезофит	15 (45,5)	4 (21,1)	6 (31,6)	9 (20,5)	5 (22,7)
гигрофит	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (2,3)	0 (0,0)
По отношению к световому режиму					
гелиофит	6 (18,2)	3 (15,8)	3 (15,8)	15 (34,1)	8 (36,4)
сциогелиофит	10 (30,3)	9 (47,4)	8 (42,1)	18 (40,9)	8 (36,4)
гелиосциофит	11 (33,3)	5 (26,3)	6 (31,6)	9 (20,5)	5 (22,7)
сциофит	6 (18,2)	2 (10,5)	2 (10,5)	2 (4,5)	1 (4,5)

Примечание – Первая цифра – количество видов, шт; в скобках – процент видов

С повышением антропогенного влияния по основной биоморфе наблюдается тенденция увеличения озимых однолетников, с 10,5 % на участках со II и III стадиями рекреационной дигрессии до 25,0 % и 22,7 % – на участках с IV и V стадиями, соответственно. Доля поликарпических трав снижается по мере усиления антропогенной нагрузки.

По структуре надземных побегов с повышением стадии рекреационной дигрессии в сосновом фитоценозе наблюдается увеличение доли видов с полурозеточными побегами.

В спектре биоморф по глубине залегания корневой системы с увеличением рекреационной нарушенности отмечена тенденция повышения процента видов с корневой системой короткого залегания с 6,1 % на начальных стадиях рекреационной дигрессии до 22,7 % на сильно деградированном участке.

В спектре экоморф по водному режиму с усилением антропогенного влияния отмечено снижение доли мезофитов. В сосновом фитоценозе отмечены настоящие ксерофиты (эуксерофиты), то есть виды, способные переносить глубокое обезвоживание.

В спектре экоморф по световому режиму с увеличением антропогенного влияния возрастает участие гелиофитов до 36,4 %. Тенелюбивые растения уменьшают свое доленое участие по мере усиления аллогенной сукцессии.

Расчёт показателя сходства и критерия идентичности (Приложение Г) для соснового фитоценоза по биоморфологическим признакам показал, что достоверно отличаются участки с разной стадией рекреационной дигрессии только по основной биоморфе и структуре надземных побегов. Различия по остальным признакам являются случайными.

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 6.3).

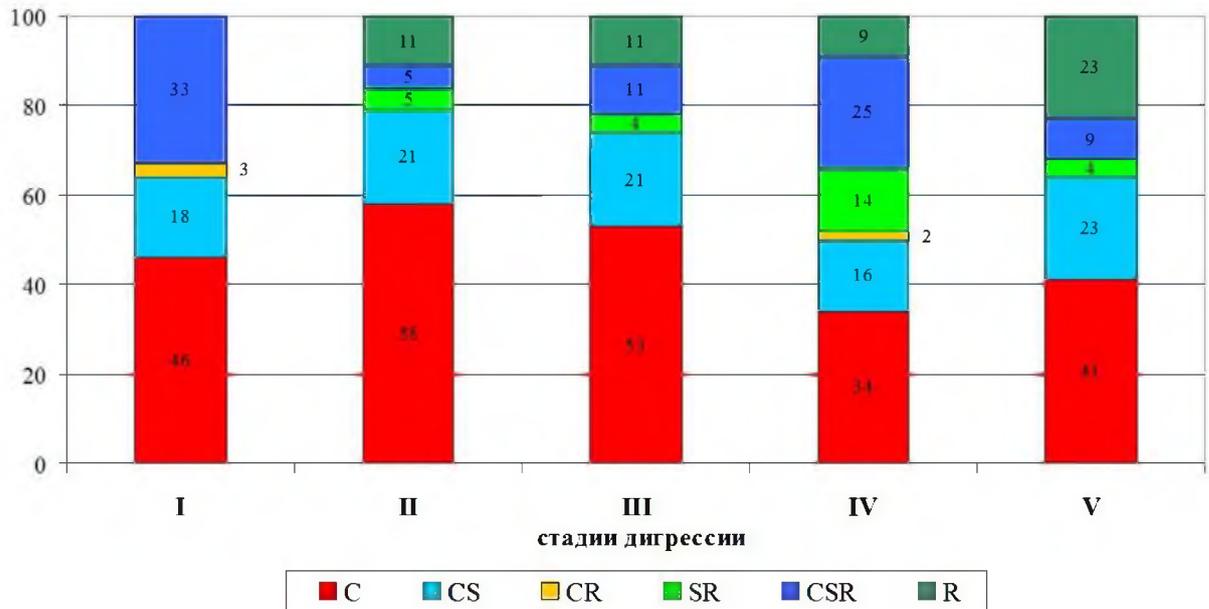


Рисунок 6.3 – Эколого-ценотическая стратегия соснового фитоценоза в Горном Крыму на разных стадиях рекреационной дигрессии

С увеличением рекреационной дигрессии отмечается снижение количества виолентов в процентном соотношении и увеличение количества пациентов. При усилении нарушений и ухудшении условий, в зависимости от стадии рекреационной дигрессии, в том числе при затенении, виды переходят в состояние вынужденного покоя.

Преобладание в спектре гемеробии от – отрезка спектра свидетельствует о том, что в сложении соснового фитоценоза участвуют от видов растений, преимущественно близких к естественным, переносящих нерегулярные слабые антропогенные влияния, до видов, устойчивых к незначительным антропогенным воздействиям (Рисунок 6.4).

Отрезок спектра также представлен видами сообществ, далеких от естественных, устойчивых к интенсивным антропогенным нагрузкам, сорными видами природных, антропогенных сообществ (*Lepidium draba* L.), переносящих регулярные сильные нарушения и специализированными сорными видами интенсивных культур (*Bromus tectorum* L.; *Lathyrus aphaca* L. и *Erysimum canescens* Roth.).

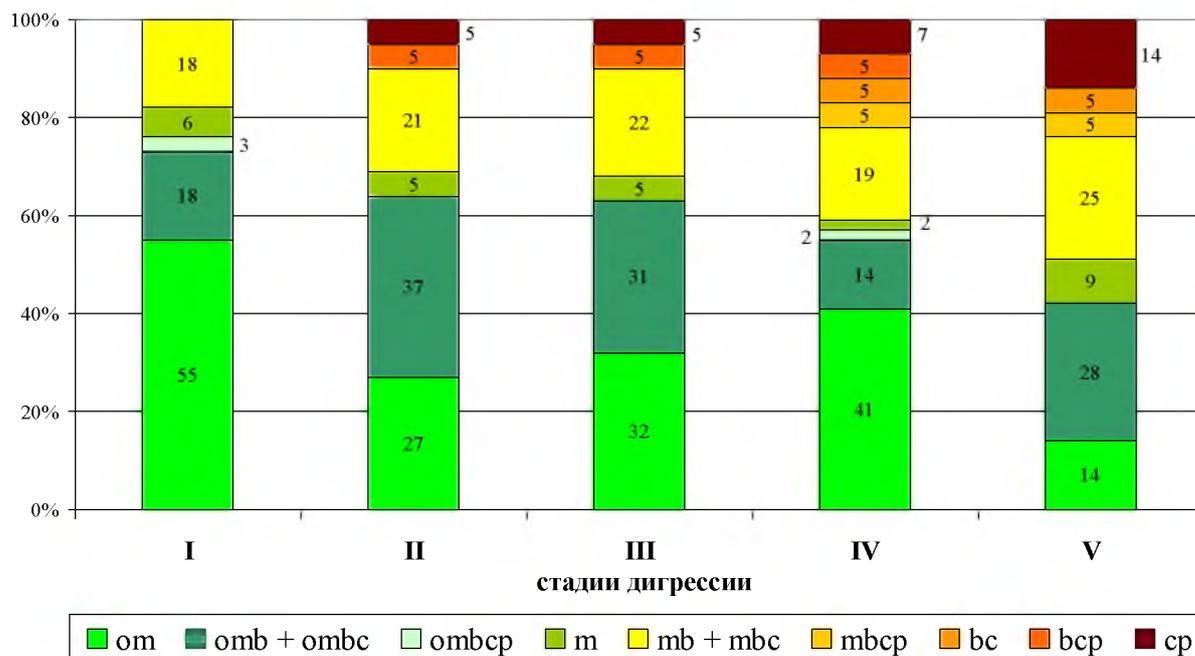


Рисунок 6.4 – Динамика спектра геме­роби­и сос­но­во­го фи­то­це­но­за в Гор­ном Кры­му на раз­ных ста­диях рек­ре­аци­он­ной дигрессии

В сосновом фитоценозе наиболее представительной из жизненных форм флоры по системе К. Раункиера (1905) является группа видов, у которых генеративные органы располагаются на поверхности почвы, в поверхностном слое или под подстилкой, что типично для всей естественной флоры исследуемого региона и говорит о приближении характеристик этого сообщества к условно нарушенным (Рисунок 6.5).

С увеличением антропогенной нагрузки в фитоценозе хорошо заметно преобладание терофитов (*Vicia tetrasperma* (L.) Schreb., *Trifolium campestre* Schreb.; *Lathyrus aphaca* L. и другие). По всей видимости, сосновый фитоценоз занимает промежуточное положение в сукцессионном ряду и, таким образом, испытывает определенный экотонный эффект, что заметно по наибольшему числу видов в нём среди всех исследованных фитоценозов. По стадиям рекреационной дигрессии просматривается чёткая тенденция уменьшения видов фанерофитов, гемикриптофитов и криптофитов.

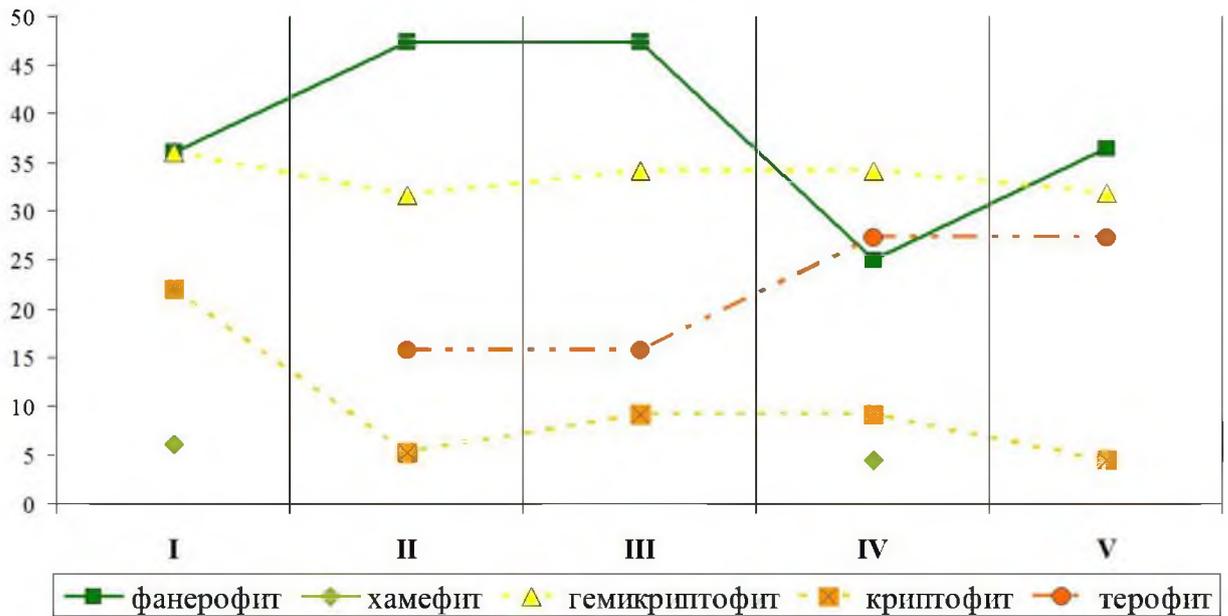


Рисунок 6.5 – Динамика жизненных форм в сосновом фитоценозе в Горном Крыму на разных стадиях рекреационной дигрессии

По фитоценотической приуроченности сосновый фитоценоз (Рисунок 6.6) характеризуется как субсредиземноморский гемиксерофильный лес и редколесья (*Quercetea pubescentis* Doing-Kraft ex Scamoni et Passarge 1959).

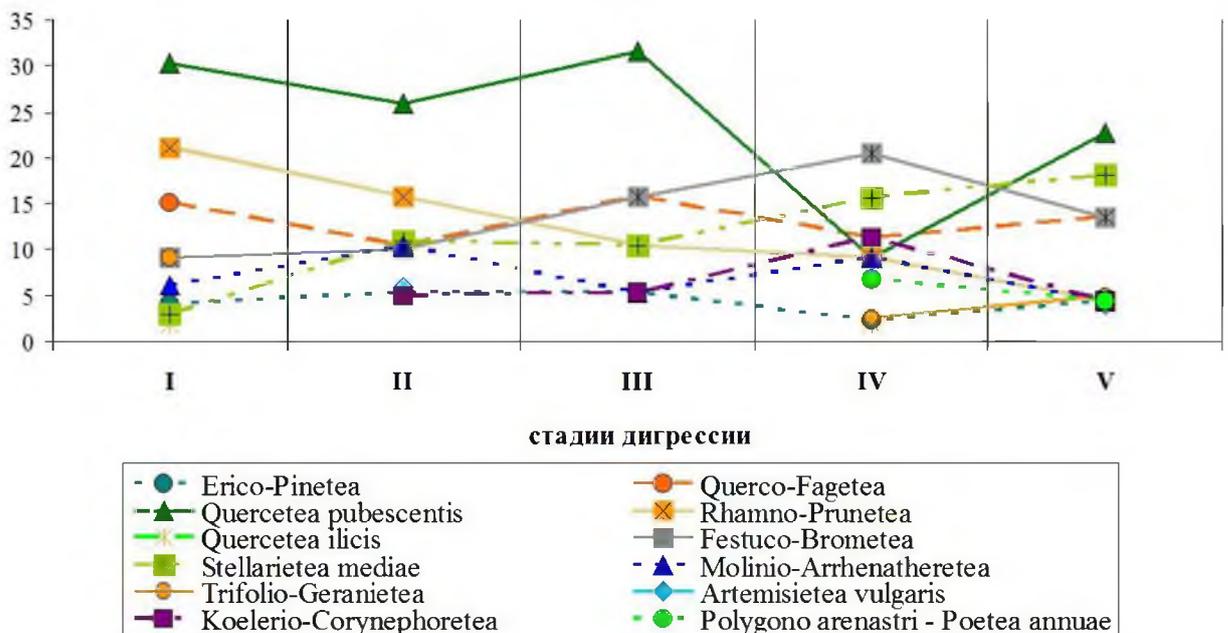


Рисунок 6.6 – Фитоценотическая приуроченность видов растений в сосновом фитоценозе на разных стадиях рекреационной дигрессии

Далее, в процентном соотношении, преобладают ксеротермные и полуксеротермные травянистые сообщества (*Festuco-Brometea* Br.-Bl. et R. Tx. in Br.-Bl. 1949).

С увеличением антропогенного влияния только виды сорной растительности однолетних культур (*Stellarietea mediae* R. Tx. et al. ex von Rochow 1951) численно увеличивают свое процентное соотношение.

Производная кустарниковая растительность и естественные кустарниковые сообщества, окаймляющие массивы широколиственных лесов (*Rhamno-Prunetea* Rivas Goday et Borja Carbonell 1961) заметно снижают свое количественное выражение с увеличением рекреационной нагрузки.

Наименьшее число видов растений в сосновом фитоценозе имеют средиземноморские термофильные жестколистые леса (*Erico-Pinetea* Horvat 1959), луговые сообщества лесных опушек и редколесий (*Trifolio-Geranietea* Muller 1962), рудеральные сообщества высокорослых многолетних видов (*Artemisietea vulgaris* Lohmeyer et al. ex von Rochow 1951) и обогащенные терофитами антропогенные сообщества устойчивые к вытаптыванию (*Polygono arenastri - Poetea annuae* Rivas-Martinez 1975 corr. Rivas-Martinez et al. 1991). Их наличие не зависит от степени деградации участков.

6.3 Анализ санитарного состояния

Результаты учёта засоренности территории в насаждениях сосны крымской на стационарах приведены в таблице 6.11.

Трансект № 1 стационара «Тюзлер» пересекается лесной дорогой и служит для передвижения детей на игровую площадку, которая расположена на расстоянии 270 м от территории лагеря. Анализ таблицы 6.10 показывает, что в 2018 году засоренная территория составляла всего 0,1 %, а в начале наблюдений засоренности вообще не было.

Таблица 6.11 – Динамика санитарного состояния на стационарах, расположенных на рекреационных территориях

Стационар	Номер трансекта (секции)	Год учета/изменения	Засоренность территории на 1 га, м ²
«Тюзлер»	1	1978	0,0
		2008	10,0 ± 0,6
		2018	10,0 ± 0,4
	2	1978	0,0
		2008	17,0 ± 0,9
		2018	20,0 ± 0,7
«Городское»	1	1978	0,0
		2008	2,0 ± 0,1
		2018	4,9 ± 0,2

На территории трансекта № 2 отмечена слабая засоренность (0,2 % площади) при её отсутствии в 1978 году. Данные 2008 года по стационару «Тюзлер» несущественно отличаются от данных 2018 года, а на стационаре «Городское» отмечена тенденция роста засорённости, но в целом, эта цифра незначительная.

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. Такой процесс, как правило, протекает ближе к ядру аттрактивного объекта. Засоренные территории, находящиеся вдалеке от этого объекта, надолго остаются замусоренными, тем самым исключаются из рекреационного использования.

6.4 Состояние поверхности и водно-физические свойства почвы

Современное состояние поверхности почвы, а также его динамика приведены в Приложении Д.

На стационаре «Тюзлер», трансект № 1 пересекается лесной дорогой для передвижения детей на игровую площадку и расположен на расстоянии 180 м от забора территории детского лагеря. По состоянию поверхности почвы, на 1 трансекте большинство учётной площади является не нарушенной. Эта категория состояния занимает 83 % территории, как и в 1978 году.

Незначительные изменения в категориях «слабо выраженная тропа, проективное покрытие стратоподиума 10–50 %, разрыхлен» и «средне выраженная тропа, проективное покрытие стратоподиума 5–10 %» занимают 16,6 %. В 2008 году эта категория занимала 15 %.

Категории «хорошо выраженная тропа, проективное покрытие стратоподиума до 5 %» и «ДТС или дороги» составляют всего 0,4 %, а на время восстановления стационара – 1 %.

На трансекте № 2 результаты учета 2018 года свидетельствуют о том, что только 55 % территории не нарушено рекреационной деятельностью, в 2008 году – было 56 %. Около 25 % его площади отнесены к категориям «слабо выраженная тропа, проективное покрытие стратоподиума 10–50 %» и «средне выраженная тропа, проективное покрытие стратоподиума 5–10 %». Категории «хорошо выраженная тропа, проективное покрытие стратоподиума до 5 %» и «ДТС или дороги» составляют 11,9 % территории. Данная территория имеет III стадию дигрессии. В сравнении с первичными данными, на стационаре «Тюзлер» состоялось увеличение рекреационных нагрузок, поскольку ранее на данном участке была II стадия дигрессии. Это свидетельствует о том, что исследованная территория подвержена рекреационной трансформации, в результате чего на поверхности почвы формируются «хорошо выраженная тропа, проективное покрытие стратоподиума до 5 %», «ДТС или дороги», которые существенно меняют экологическую ситуацию в сторону стабильного ухудшения эстетичного восприятия ландшафта, поскольку данные учёта 2018 года незначительно отличаются от 2008 года.

На стационаре «Городское» существенных изменений в состоянии поверхности почвы за период наблюдения не отмечено. По сравнению с учетом

1978 года, незначительно увеличился процент распределения по категориям состояния поверхности почвы «слабо выраженная тропа, проективное покрытие стратоподидума 10–50 %» и «средне выраженная тропа, проективное покрытие стратоподидума 5–10 %». Изменения в категориях нарушенности поверхности почвы не повлияли на изменение стадии дигрессии стационара.

Известно, что состояние поверхности почвы на протяжении времени находится в зависимости от величины рекреационных нагрузок, а также степени благоустройства территории. 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.

С целью изучения влияния рекреационных нагрузок на водно-физические свойства лесных почв в насаждениях *P. pallasiana* была создана сеть пробных площадей.

В нижней лесорастительной зоне (до 350–400 м н.у.м), в зоне сухих лесов и кустарников, где сформировались коричневые почвы, была заложена пробная площадь «Городское». Почвообразующие породы пробной площади представлены элюво-делювием глинистых сланцев и песчаников.

В средней зоне Горного Крыма на высоте от 350–400 до 800–1000 м в.н.у.м. под дубовыми, сосновыми и буковыми лесами сформировались наиболее распространенные почвы в Крыму – бурые горно-лесные [113]. Они изучались на стационаре «Тюзлер». На стационаре «Тюзлер» почвообразующие породы представлены элюво-делювием верхнеюрских известняков.

Коричневые глинистые каменисто-щебнисто-хрящеватые почвы пробной площади «Городское», сформированные на элюво-делювии глинистых сланцев и песчаников, характеризуются рыхлой структурой мелкозёма. Плотность мелкозёма на контрольном участке по профилю увеличивается с глубиной. Наименее скелетным и наиболее пористым является верхний горизонт (Таблица 6.12).

Таблица 6.12 – Динамика водно-физических свойств почв под влиянием рекреационных нагрузок на пробной площади «Городское»

Вариант опыта	Глубина, см	Часть мелкозема от объема, %	Пористость, %	Объёмная масса, г/см ³	Запасы влаги, мм
С ₀ -гбД, (контроль)	0-10	90,2	54,0	1,23	54,0
	10-20	81,9	54,0	1,23	54,0
	20-30	83,3	51,0	1,34	51,0
Рекреационная поляна	0-10	79,8	54,0	1,21	54,0
	10-20	67,3	52,0	1,33	52,0
	20-30	55,9	48,0	1,44	48,0
Тропа в подстилке на поляне	0-10	77,2	47,0	1,41	47,0
	10-20	70,7	52,0	1,32	52,0
	20-30	55,9	48,0	1,44	48,0

С глубиной пористость уменьшается, а скелетность увеличивается. Влагоёмкость почвы по горизонтам от 0–10 см до 20–30 см разреза уменьшается. При равномерных рекреационных нагрузках влагоёмкость почвы в верхнем 30 см слое в сравнении с контролем ниже на 3 %, а при интенсивных – на 8 %. На тропе отмечено уплотнение верхнего горизонта почвы. Ниже 10 см по профилю плотность почвы на тропе и на рекреационной поляне имеют сходные величины. Однако, сравнение динамики изменения массовой доли мелкозёма с глубиной показало, что на контрольном участке его снижение в слое 10–30 см от поверхности почвы не превышало 8–10 %, а на участках, подверженных рекреационному воздействию (рекреационная поляна и тропа в подстилке на поляне) содержание мелкозёма в слое 10–20 см от поверхности почвы снижалось на 8–15 %, а на глубине 20–30 см – на 28–30 %.

Таким образом, в результате влияния рекреационных нагрузок на коричневые почвы, как равномерных, так и интенсивных, происходит уплотнение верхнего 10 см горизонта, уменьшается влагоёмкость и содержание мелкозёма, что приводит к снижению плодородия, запаса питательных веществ и продуктивной влаги. Тенденция к снижению прослеживается по мере увеличения рекреационной нагрузки.

Анализ состояния поверхности почвы на стационаре «Тюзлер» показал, что под действием рекреации в Горном Крыму уплотняются только верхние

горизонты, однако эти изменения не приводят к существенному ухудшению их водно-физических свойств (Таблица 6.13).

Таблица 6.13 – Динамика водно-физических свойств бурых горно-лесных почв под влиянием рекреационных нагрузок на стационаре «Тюзлер»

Вариант опыта	Глубина, см	Часть мелкозема от объема, %	Пористость, %	Объемная масса, г/см ³	Запасы влаги, мм
С ₂ -Скр, (контроль)	0-10	86,8	67,0	0,81	67,0
	10-20	75,5	59,0	1,04	59,0
	20-30	75,5	59,0	1,04	59,0
Рекреационная поляна	0-10	82,8	55,0	1,12	55,0
	10-20	69,4	55,0	1,14	55,0
	20-30	69,4	55,0	1,14	55,0
Дорога в лесу	0-10	86,1	61,0	0,97	61,0
	10-20	68,5	59,0	1,03	59,0
	20-30	68,5	59,0	1,03	59,0

Результаты исследований показали, что плотность верхнего горизонта почвы на стационаре «Тюзлер» ниже глубины 10 см не изменяется. Объемная масса и пористость мелкозема практически остается в тех же границах, что и на контроле. Некоторые отличия в величинах объемной массы, плотности и пористости по вариантам опыта обусловлены не степенью рекреационных нагрузок, а пределом погрешности измерений.

Наличие скелета в почве влияет на количество не только запаса влаги, но и питательных веществ. Чем больше в слое почвы каменистого материала, тем меньшее количество влаги она может накопить и удержать. Таким образом, почвы Горного Крыма под основными лесообразующими видами растений скелетные, различаются по мощности профиля, обусловленной толщиной рыхлого элюво-делювия, и по содержанию грубого каменистого материала. Почвы сформированы на разных породах – известняках, глинистых сланцах, песчаниках и их вариациях.

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 внутрипочвенного стока, фитоценозы в зоне рекреационной деятельности по водному режиму находятся в таких же условиях, как и на участках вне рекреационного воздействия. Таким образом, при рекреационном использовании лесных фитоценозов уплотнение верхних горизонтов почвы (до 30 см) не является угрожающим для роста и развития основного элемента лесных фитоценозов – древесных растений.

Таким образом, на стационарах «Тюзлер» и «Городское» в сосновых фитоценозах изменения в составе насаждения не отмечены. По интенсивности роста в диаметре прошли закономерные изменения, которые связаны с возрастом насаждений

Анализируя результаты повреждений деревьев сосны крымской на стационарах, следует отметить, что количество их незначительно, а сами повреждения преимущественно относятся к слабым. Изменения на протяжении учетного периода не превышают 3 %.

Возобновление главного лесообразующего вида на трансектах ухудшилось. Результаты свидетельствуют, что через 40 лет произошло значительное снижение количества подроста на всех пробных площадях. Это вызвано рекреационной деятельностью на протяжении длительного времени и является результатом высоких рекреационных нагрузок.

Анализ динамики естественного возобновления за учетный период указывает на то, что в сосновых фитоценозах 80–100 летнего возраста не сформировался полноценный подрост, обеспечивающий надежный лесовозобновительный процесс.

Использование хвойных фитоценозов в Горном Крыму для рекреационных целей подавляет развитие всходов главного лесообразующего вида в фитоценозе соснового леса при средних рекреационных нагрузках и приводит к гибели, в случае увеличения их в условиях сухой можжевельниковой-чорнососновой субори и сухой грабинниковой судубравы с дубом скальным. В более бедных

лесорастительных условиях зависимость между рекреационными нагрузками и сохранностью всходов увеличивается.

Фитоценозы соснового леса в Горном Крыму в условиях очень сухой грабинниковой судубравы с дубом скальным (C_0 -гбДс) занимают полуоткрытые пространства с субаридным режимом, сухо-луговым увлажнением, на субстратах с нейтральной реакцией, бедных азотом и гумусом почвах. Из сукцессионно значимых факторов, способных вызвать трансформацию видового состава фитоценоза, определен гранулометрический состав с тенденцией снижения порозности на деградированных участках (IV и V стадии рекреационной дигрессии).

Для соснового леса с сосной крымской в Горном Крыму характерно:

- преобладание стеновалентных и гемистеновалентных видов растений по шкалам: термоклиматической (T_m), омброклиматической (O_m) 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;

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

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.

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.

Установлен спектр ЭЦС, где преобладают виды виоленты в условиях оптимума, а пациенты и эксплеренты в условиях повышения антропогенных нагрузок.

Сосновый фитоценоз представлен широким спектром гемеробии. С повышением антропогенного воздействия, отрезок спектра включает β -эугемеробы, α -эугемеробы, (*Lepidium draba* L.) и полигемеробы (*Bromus tectorum* L., *Lathyrus aphaca* L. и *Erysimum canescens* Roth.).

С увеличением стадии дигрессии прослеживается преобладание терофитов (*Vicia tetrasperma* (L.) Schreb., *Trifolium campestre* Schreb.). По стадиям рекреационной дигрессии просматривается чёткая тенденция уменьшения спектра фанерофитов и криптофитов.

В спектре фитоценотической приуроченности сосновый фитоценоз характеризуется как субсредиземноморский гемиксерофильный лес и редколесья. С увеличением антропогенной нагрузки наблюдается снижение всех представленных спектров фитоценотической приуроченности.

Состояние поверхности почвы на протяжении десятилетий находится в зависимости от величины рекреационных нагрузок, а также степени благоустройства территории. Более стабильными во времени являются такая категория поверхности почвы как «хорошо выраженная тропа, проективное покрытие стратоподиума до 5 %», которые возможно применять как интегральные показатели при определении стадии рекреационной дигрессии в Горном Крыму.

Скелетность почвы в большей степени проявляется в абсолютных запасах влаги. Чем больше в почве каменистого материала, тем меньшее количество влаги она может накопить и удержать. Под влиянием рекреационных нагрузок меняются характер и размер структурных составляющих почвы, уменьшается количество пор. Происходит уменьшение мощности лесной подстилки до полного исчезновения на тропах, дорогах и рекреационных полянах. На отдельных участках травяной покров сильно придавлен или полностью отсутствует.

РАЗДЕЛ 7

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ РЕКРЕАЦИОННОГО ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ

Решение проблем рекреационного использования лесов Горного Крыма требует составления, разработки системы мероприятий по предотвращению и устранению негативного антропогенного влияния на рекреационные ресурсы, усовершенствованию планирования рекреационных территорий, экологического нормирования рекреационных нагрузок и, соответственно, определения толерантности лесных экосистем, отдельных чистых фитоценозов в различных лесорастительных условиях в разных высотных поясах Горного Крыма.

Особое значение лесных фитоценозов как объектов для понимания функциональной организации растительного покрова состоит в том, что биологические особенности градиентов факторов-условий и факторов среды определяют структуру и динамику фитоценозов в целом. На сегодняшний день, для экологического анализа сообществ чаще всего применяют фитоиндикационный подход, опирающийся на оценку эколого-биологических параметров местообитаний по произрастающим в них видам растений, где в качестве индикаторов выступают растительные сообщества, группировки видов или другие ценоотические единицы. Этот подход является распространённым в современных геоботанических и экологических исследованиях [39, 40, 64, 66].

В связи с негативным антропогенным воздействием на эколого-биологическую структуру флоры, нами разработана оценочная модель рекреационной трансформации травяного яруса в исследуемых фитоценозах при усилении аллогенной сукцессии (Таблица 7.1). Под усилением сукцессии мы подразумеваем участки (территории) с III стадией рекреационной дигрессии и выше.

Таблица 7.1 – Модель рекреационной трансформации флоры лесных фитоценозов при увеличении антропогенного влияния в Горном Крыму

Параметры	Дубовый фитоценоз (C ₁)	Буковый фитоценоз (D ₂)	Сосновый фитоценоз (C ₀)
1. Спектр гемеробии	Внедрение эугемеробов		Внедрение полигемеробов
2. Тип жизненной стратегии	Увеличение SR, CSR	Увеличение CSR	Увеличение CSR и R
3. Жизненные формы			
- гемикриптофиты	+	+	-
- терофиты	-	-	+
3. Экологическая толерантность	Уменьшение индекса толерантности фактора освещенности		
4. Основная биоморфа:			
- поликарпическая трава	-	+	-
- озимый однолетник	+	X	+
- многолетний или двулетний монокарпик	+	X	+
5. Структура корневой системы:			
- стержнекорневая	-	-	+
- кистекопневая	+	+	-
6. Глубина залегания корневой системы			
- короткая	+	X	+
- средняя	+	+	-
- глубокая	-	X	-
7. Отношение к водному режиму:			
мезоксерофит	+	+	X
мезофит	-	-	-
8. Отношение к световому режиму			
- гелиофит	+	+	+
- сциофит	-	-	-

Примечание – «+» – увеличение доли участия; «-» – уменьшение доли участия; «X» – изменения незначительные

Как видно из данных таблицы, каждый исследованный фитоценоз на антропогенное воздействие реагирует по-своему, лишь по экоморфам водного и светового режимов трансформация флоры этих фитоценозов сходна.

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 7.2).

Таблица 7.2 – Модифицированная оценочная шкала определения стадий рекреационной дигрессии лесных фитоценозов в Горном Крыму

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

Тип залегания корневой системы именно для скальnodубового фитоценоза мы включили модифицированную оценочную шкалу, поскольку именно для этого фитоценоза критерии идентичности типа залегания корневой системы (Приложение Г) являются достоверным.

При I стадии рекреационной дигрессии (общая вытоптаность со слабовыраженными тропами достигает 25 % или «хорошо выраженная тропа» с «ДТС или дороги» и «делювий» до 5 %; имеется площадь территории с лесным травяным ярусом в 80-100 %, виолентов в травяном ярусе более 50 %, видов травяного яруса с малой глубиной залегания корней менее 10 %) фитоценозы относятся к условно ненарушенным территориям.

При II и III стадиях территории относятся к слабо нарушенным.

Участки с IV стадией («хорошо выраженная тропа», «ДТС или дороги» и «делювий» до 30 %, отсутствуют или единичные экземпляры подроста, площадь лесных трав занимает 6-20 %, виолентов в травяном ярусе менее 30%) относятся к сильно нарушенным участкам.

Территория с V стадией рекреационной дигрессии («хорошо выраженная тропа», «ДТС или дороги» и «делювий» более 30 %, отсутствует подрост, лесных трав до 5 %, виолентов в травяном ярусе менее 30 %, видов травяного яруса с малой глубиной залегания корней более 30 %) считается очень сильно нарушенной и должна исключаться из рекреационного лесопользования.

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).

Подводя итог, можно констатировать, что рекреационное использование лесных массивов в Горном Крыму через 40 лет вызвало негативные, но не критические изменения состояния лесных фитоценозов:

а) в отдельных древостоях возникла необходимость в выборочной санитарной рубке;

б) на деревьях зафиксированы механические повреждения разной степени интенсивности, с преимуществом категории «слабонарушенные»;

в) общая картина лесовозобновления по лесообразующим видам не отличается стабильностью по годам, но степень устойчивости естественного возобновления различна. Наименее чувствительны к антропогенному воздействию оказались насаждения *Q. petraea*;

г) санитарное состояние территорий характеризуется относительной стабильностью;

д) на поверхности почвы сформировалась тропиная сеть, которая привела к куртинному размещению древесных видов и травяного яруса.

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.

Картосхемы стадий рекреационной дигрессии лесов по таксационным выделам могут предоставить информацию о распространении и размерах наиболее измененных лесных участков, а также позволят делать вывод о необходимом минимальном уровне благоустройства и требуемых лесохозяйственных мероприятий по восстановлению фитоценозов в Горном Крыму.

Все лесохозяйственные мероприятия должны базироваться на типологической основе и проводиться с учетом состояния фитоценоза, оценки индекса толерантности травяного яруса и функционального зонирования территории [83].

К лесохозяйственным мероприятиям следует отнести:

- Лесовосстановительные мероприятия

Лесовосстановительные мероприятия в рекреационных фитоценозах должны проводиться согласно Правилам ухода за лесами, утвержденными приказом Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 22.11.2017 № 626.

В местах, слабо посещаемых отдыхающими, должны создаваться лесные культуры. В лесопарковой части, особенно в зоне активного отдыха, необходимо создавать ландшафтные посадки по принципам:

- 1) максимального использования естественного лесовосстановления;

2) стремления к смешанному составу с введением хвойных видов в лиственные насаждения и наоборот;

3) пространственного расположения со сменой естественных и искусственных насаждений.

Ландшафтные посадки по цели их проведения делятся на восстановительные, защитные и декоративные.

Восстановительные посадки необходимы в смешанных фитоценозах при отсутствии достаточного количества жизнеспособного подроста главных или ценных сопутствующих видов. Особенно это касается спелых и перестойных низкополнотных насаждений.

В местах, где наблюдается повышенная рекреационная нагрузка, одновременно с введением под полог главных видов целесообразно проводить защитные посадки из густых кустарников (боярышник, барбарис, лещина, шиповник, жимолость), которые защищают посадки от вытаптывания.

Декоративные посадки могут проводиться с целью оформления ландшафта (изменения конфигурации лужаек и опушек, открытых пространств, создание декоративных групп, оформление и ограждение водохранилищ и стационарных мест отдыха, дорог, туристических маршрутов и т.д.) или маскировка неаттрактивных мест (овраги, балки, карьеры и т.д.).

Защитные посадки направлены на повышение стойкости насаждений (противопожарные куртины и полосы, оградительные полосы от вытаптывания, заездов автотранспорта) и изоляцию участков местопребывания представителей фауны и мест отдыха от неблагоприятных факторов.

- Мероприятия по улучшению почвенных условий

Для улучшения почвенных условий и усиления роста ландшафтных посадок и отдельных деревьев на деградированных участках фитоценоза целесообразно практиковать систематическое внесение удобрений, рыхление стратоподиума и почвы.

Внесение минеральных удобрений положительно сказывается на фитоценозах разного возраста, независимо от степени дигрессии и типа лесорастительных условий.

Дозы внесения удобрений определяются путём агрохимического анализа рекреационно-затронутых почв или анализа растительных тканей (как правило, используют листву или хвою растения).

Сроки внесения удобрений определяются конкретными условиями, которые зависят от типа почвы, вида удобрения и погодных условий.

- Создание эколого-познавательных маршрутов

Существенно повышает рекреационную ёмкость территории организация эколого-познавательных троп. Эколого-познавательные маршруты позволяют концентрировать на тропе до 95 % рекреантов, что существенным образом уменьшает допустимые рекреационные нагрузки на территорию и обеспечивает оптимальное объединение рекреации с охраной природных ресурсов.

Маршруты устраиваются с учётом привлекательности, доступности и информативности маршрута. Контрастность (нетронутые участки чередуются с участками, которые реорганизованы человеком и т.д.) и ритмичность (терренкуры) также имеют большое значение при выборе маршрута тропы.

- Регулирование допустимых рекреационных нагрузок

Определение допустимых нагрузок состоит не только в нормировании количества людей на единицу времени и площади, а и в рассмотрении всего комплекса воздействия. Сюда входят: сроки туристического сезона, категории посетителей, инфраструктура и виды рекреационных услуг, а также их экологические следствия и только потом – количество групп, и количество посетителей в каждой группе.

Основные принципы регулирования допустимых рекреационных нагрузок сводятся к следующему:

1. При определении допустимых рекреационных нагрузок на эколого-познавательный маршрут в расчёт принимать и зону притропья, примыкающей к нему по всей длине.

2. Определение экологических и физических факторов, которые лимитируют допустимую рекреационную нагрузку, проводить дифференцированно для каждого маршрута.

3. Вместе с экологическими и физическими факторами учитывать факторы психокомфортности (свести до минимума уровень зрительного или звукового контакта между рекреантами или отдельными группами так, чтобы ни одна из них, по возможности, не видела и не слышала другую на маршруте или обзорной площадке).

4. Фактическую нагрузку на маршрут не устанавливать сразу на уровне предельно допустимой, а повышать её постепенно, создавая терренкуры.

5. Не реже чем 2 раза в год (к туристическому сезону, в его середине или в конце), проводить мониторинг каждого маршрута.

6. В зависимости от состояния маршрута и конкретных социально-экономических условий проводить ежегодное корректирование допустимых нагрузок на маршруте.

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. Анализ распределения видов по фракциям с использованием диапазонных шкал показал, что виды исследуемых сообществ проявляют различные пределы толерантности к факторам-условий и факторам среды. В дубовом фитоценозе в условиях сухого сугрудка в Горном Крыму наибольшее экологическое разнообразие отмечено по шкалам освещенность – затенение (*Lc*) и содержание карбонатов (*Ca*). В буковом фитоценозе в условиях свежего гряда – по шкалам температурного режима (*Tm*), кислотности субстрата (*Rc*) и содержание азота (*Nt*). В сосновом фитоценозе в условиях очень сухого сугрудка – по шкалам освещенность – затенение (*Lc*) и континентальности климата (*Kn*). По этим шкалам зафиксированы переходы мезовалентных фракций в гемиэвривалентные или гемистеновалентные. Максимальный процент гемистеновалентных фракций по градиентам дает понимание о сравнительно узких адаптационных возможностях флоры рассматриваемых фитоценозов к различным изменениям эдафотопических и климатопических факторов.

4. 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 (виолентов) заметно снижается в количественном выражении.

5. В сложении всех фитоценозов наблюдается преобладание доли олигогемеробов и мезогемеробов. С увеличением антропогенного влияния в фитоценоз внедряются антропотолерантные виды. В сосновом лесу с повышением антропогенного воздействия, отрезок спектра включает эугемеробы.

6. 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.

7. 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.

8. 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.

9. 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.

10. 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.

11. 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.

12. 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.

Во избежание разрушительного воздействия на лесные территории необходимо определять допустимые рекреационные нагрузки для конкретного типа леса на научной основе, которая учитывает водорегулирующую функцию леса в горных условиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абатуров, А.В. Научное обоснование оптимизации лесов рекреационного назначения: тез. докл. на Всесоюзном совещании. Современные проблемы рекреационного лесопользования. – М.: 1985. – С. 146–147.
2. Агапонов, Н.Н. Лесная наука в Крыму. Результаты исследований Крымской ГЛНИС за 1952 – 2006 гг. и реферативный справочник / Н.Н. Агапонов, Ю.В. Плугатарь; под ред. В.Л. Мешковой. – Алушта, 2007. – 250 с.
3. Анучин, Н.П. Лесная таксация: учебник для вузов. – 5 -е изд., доп. – М.; Лесн.пром-сть, 1982. – 552 с.
4. Атрохин, В.Г., Михайлов, Л.Е. Использование лесов в рекреационных целях / В.Г. Атрохин, Л.Е. Михайлов // Лесн. хоз-во, 1974. – С. 91–94.
5. Алексанов, В.В. Методы изучения биологического разнообразия / В.В. Алексанов. – Калуга, 2017. – 70 с.
6. Бахтина, И.К. Оптимизация рекреационного лесопользования // Современные проблемы рекреационного лесопользования. – М., Гослесхоз СССР, 1985. – С. 151–152.
7. Белов, С.В. Оценка санитарно-гигиенической и рекреационной роли лесов зеленых зон / С.В. Белов, В.П. Прохоров // Лесоводство, лесные культуры и почвоведение. 1979. Вып. 8. – С. 29–34.
8. Белоусова, Н.А. К вопросу об устойчивости живого надпочвенного покрова к рекреационному воздействию // Материалы IV науч. кон-фер. мол. ученых Белорус. ин-та, 14-16 дек. 1982 Актуальные проблемы охраны рационализации и воспроизводства природ. ресурсов. – Минск, 1984. – С 10–18.
9. Бефани, А.Н. Теоретическое обоснование методов исследования и расчёта паводочного стока рек Дальнего Востока // Труды ДВНИГМИ, 1966. – Вып. 22. – С. 124–215.
10. Бобров, Р.В. Благоустройство лесов / Р.В. Бобров. М.: Лесная промышленность, 1977. – 192 с.

11. Бобров, Р.В. Лесная эстетика / Р.В. Бобров. М.: Агропромиздат, 1987. – 192 с.
12. Бондарук, М.А. Оцінка стійкості лісових екосистем до рекреаційних навантажень // Лісівництво і агролісомеліорація. 2006. Вип. 109. – Харків. – С. 89–96.
13. Бондарчук, Г.В. Факторы, влияющие на запас и удельную массу лесной подстилки в сосновых насаждениях различной степени рекреационной дигрессии // Современные проблемы рекреационного лесопользования: Тез. докл. М.: Гослесхоз СССР, 1985. – С. 76–77.
14. Бондарь, С.В. Леса зеленых зон и особенности хозяйства в них. - В кн.: Проблемы рационального использования и охраны природных ресурсов. 1975. – С. 143–160.
15. Бондарь, В.И. Влияние рекреации на широколиственные насаждения южной левобережной лесостепи УССР и пути повышения их устойчивости [Текст]: автореф. дисс... канд. с.-х. н. / В.И. Бондарь. – Харьков, 1982. – 16 с.
16. Вадюнина, А.Ф., Корчагина, З.А. Методы исследования физических свойств почв [Текст]: 3-е изд., перераб и доп. / А.Ф. Вадюнина, З.А. Корчагина. – М.: Агропромиздат, 1986 – 416 с.
17. Васильева, И.Н. Влияние вытаптывания на физические свойства почвы и корневые системы растений // Лесоводственные исследования в Серебряноборском лесничестве. – М.: Наука, 1973. – С. 35–44.
18. Вопросы рекреационного лесопользования в горных курортных районах [Текст]: тезисы докладов совещания (5 – 7 апреля 1989 года, г. Алушта). – Алушта, 1988. – 68 с.
19. Высоцкий, Г.Н. О гидроклиматическом и метеорологическом влиянии лесов [Текст]: – М.: Гостехиздат, 1938. – 18 с.
20. Гальперин, М.И. Динамика древостоев пригородных ландшафтов // Изв. вузов. Лесн. журн. 1980. № 3. – С. 16–20.

21. Гальперин, М.И. Ландшафтная таксация лесопарковых насаждений [Текст] / М. И. Гальперин, А. А. Николин ; М-во высш. и сред. спец. образования РСФСР. Уральск. лесотехн. ин-т. – Свердловск: [б. и.], 1971. – 89 с.
22. Гальцев, А.Ф. Влияние рекреации на травяно-кустарниковый ярус в буковых насаждениях // Лесное хоз-во, 1982. № 6 – С. 61–62.
23. Гербурт-Гейбович, А.А. Оценка климата для обеспечения благоприятных условий проживания человека [Текст] / А.А.Гербурт-Гейбович, Г. И. Кулиев. Погодообразующие факторы и их роль в биоклиматологии. – М., 1980. – С. 82–91.
24. Герасимов, И.П. Теоретические основы рекреационной географии – М., 1975. – 224 с.
25. Гиршевич, Е.И. Влияние рекреации на состояние горных лесов Узбекистана / Е.И. Гиршевич, С.Б. Каримов, Д.М. Жирин // Экология. – 1983. № 3. – С. 77–79.
26. Гладкова, И.Г. Моделирование рекреационных нагрузок и определение устойчивости биогеоценозов средней тайги / И.Г. Гладкова, В.П. Гладков // Экспериментальная биогеоценология и агроценозы. – М., 1979. – С. 43–44.
27. Голубев, В.Н. Эколого-геоботаническое изучение растительности и ландшафтов Южного берега Крыма в связи с охраной окружающей среды и усилением рекреационной нагрузки // Бюлл. Никитского ботсада, 1976. № 2 (30). – С. 5–8.
28. Голубев, В.Н. Антропогенные преобразования растительности в Южном Крыму / В.Н. Голубев, В.В. Корженевский // Антропогенные процессы в растительности. – Уфа: 1985. – С. 77–88.
29. Голубев, В.Н. Биологическая флора Крыма – Ялта: НБС-ННЦ, 1996. – 2-е изд. – 126 с.
30. Гольцев, А.Ф. Влияние рекреации на почвенный покров буковых лесов // Лесное хозяйство. 1982. № 2. – С. 57–58.
31. Горбачевская, Н.Л. Методика экспериментального определения устойчивости травяного и почвенного покрова к вытаптыванию /

Н.Л. Горбачевская, В. Г. Линник // Влияние массового туризма на биоценозы леса. МГУ. Москва, 1978. – С. 13–17.

32. Горшенин, Н.М. Экспериментальные исследования влияния рекреационной нагрузки на компоненты лесного биогеоценоза / Н.М.Горшенин, В.Д. Бондаренко, И.В. Делеган, Г.Т. Криницкий // Экспериментальная биогеоценология и агроценозы: тез. докл. Всесоюз. совещ. М., 1979. – С. 48–50.

33. Горышина, Т.К. Экология растений [Текст] – М.: Высш. школа, 1979. – 368 с.

34. Данилов, М.Д. За сохранность и улучшение лесных насаждений в зонах массового отдыха // Охрана родной природы. Йошкар-Ола, 1977. – С. 112–122.

35. Дыренков, С.А. Изменения лесных биогеоценозов под влиянием рекреационных нагрузок и возможности их регулирования // Рекреационное лесопользование в СССР. М.: Наука, 1983. – С. 20–34.

36. Дыренков, С.А. Выделение основной стадии рекреационной деградации пригородных лесов / С.А. Дыренков, С.Н. Савицкая // Тез. докл. к III Всесоюзной конференции по дендроклиматологии. – Архангельск: АЛТИ, 1978. – С. 163–164.

37. Ена, В.Г. В горах и на равнинах Крыма. – Симферополь: Таврида, 1973. – 230 с.

38. Ена, А.В. Природная флора Крымского полуострова [Текст] – Симферополь: 2011. – С. 36.

39. Жукова, Л.А. Новые аспекты эколого-ценотических групп лесных и экотонных сообществ // Седьмые Вавиловские чтения. Глобализация и проблемы национальной безопасности России в XXI в.: Сборник материалов. В 2-х ч. Ч.2. – Йошкар-Ола, 2003. – С.152–154.

40. Жукова, Л.А. Экологические шкалы и методы анализа экологического разнообразия растений: монография / Л.А. Жукова, Ю.А.Дорогова, Н.В. Турмухаметова [и др.]; под общ. ред. проф. Л.А. Жуковой. Йошкар-Ола: Изд-во Мар. гос. ун-та, 2010. – 368 с.

41. Животовский, Л.А. Популяционная биометрия / Л.А.Животовский // Наука, М, 1991. – 271 с.

42. Забросаев, Н.С. Влияние рекреационного использования леса на лесорастительные условия / Н. С. Забросаев, Л. П. Друшлякова, Т. А. Магера // Лесное хозяйство Молдавии. Кишинев: Штиинца, 1982. – С. 7–15.
43. Зайцева, Г.А. Влияние рекреационного использования леса на состояние древостоя / Г.А.Зайцева, К. Е. Михайлов // Влияние массового туризма на биоценозы леса. – М., 1979. – С. 48–54.
44. Зайдельман, Ф.Р. Методика исследования некоторых физических и водно-физических свойств каменистых почв // Почвоведение. – 1975. № 1. – С. 124–128.
45. Зеленский, Н.Н. Опыт определения основных стадий рекреационной дигрессии курортных лесов Прикарпатья // Экспериментальная биогеоценология и агроценозы: Тез. докл. – М., 1979. – С. 50-52.
46. Зеленский, Н.Н. Исследование рекреационной дигрессии курортных лесов Предкарпатья и природоохранные принципы организации и ведения хозяйства в них: Автореф. дис. канд. с.-х. наук / И.Н. Зеленский. Львов, 1979. – 20 с.
47. Зеленский, Н.Н. Изменение лесов Прикарпатья под влиянием рекреационных нагрузок / Н.Н. Зеленский, Н.П. Жижин // Повышение эффективности лесохозяйственного производства на основе достижений науки. – Ивано-Франковск, 1974. – С. 89–92.
48. Зеленский, Н.Н. Радиальный прирост древостоя как индикатор рекреационной нагрузки / Н.Н. Зеленский, Н.П. Жижин // Текущий прирост древостоев: Матер, конф. Минск: Изд-во «Ураджай», 1975. – С. 131–133.
49. Зеленский, Н.Н. Связь прироста древостоя с изменением плотности почвы в рекреационных лесах / Н.Н. Зеленский, Н.П. Жижин // Тез. докл. 3-й Всеросс. конф. По дендроклиматологии. – Архангельск, 1978. – С. 166.
50. Зеликов, В.Д. Влияние уплотнения почвы на насаждения в лесопарках / В.Д. Зеликов, В.Г. Пшоннова // Лесное хозяйство. – 1964. № 12. – С. 34–36.

51. Злобин, Ю.А. Популяции редких видов растений: теоретические основы и методика изучения: монография / Ю. А. Злобин, В. Г. Скляр, А. А. Клименко; [под общ. ред. Ю. А. Злобина]. – Суми: Університетська книга, 2013. – 439 с.

52. Иванов, В.С. Влияние рекреационных нагрузок на радиальный прирост сосны // Лесное хозяйство. – 1983. № 8. – С.45–47.

53. Изюмский, П.П. Таксация тонкомерного леса. Изд.: Лесная промышленность. – М., 1972. – 88 с.

54. Интродукция и селекция декоративных растений в Никитском ботаническом саду (современное состояние, перспективы развития и применение в ландшафтной архитектуре): Монография // Под общей ред. Ю.В. Плугатаря. – Симферополь: ИТ «Ариал», 2015. – С. 378–379.

55. Казанская, Н.С. Изучение рекреационной дигрессии естественных группировок растительности. – М., Изв. АН СССР. Сер. геогр. – 1972. № 1. – С. 46–60.

56. Казанская, Н.С. Современное состояние некоторых типов леса подмосковных лесопарков в связи с рекреационным использованием, пути их улучшения и преобразования // География Москвы и Подмосковья, – М., – 1973. – С. 113–123.

57. Казанская, Н.С. Изменения некоторых типов леса лесопаркового пояса г. Москвы под влиянием рекреационного использования / Н.С. Казанская, О.А. Каламкарлова // Сборник работ МЛТИ. М. – 1971. – Вып. 34. – С. 107–116.

58. Казанская, Н.С. Опыт изучения изменения лесов под влиянием рекреационного использования / Н. С. Казанская, О. А. Каламкарлова // Географические проблемы организации туризма и отдыха. М. – 1975. – Вып. 2. – С. 60–68.

59. Казанская, Н.С. Методика изучения влияния рекреационных нагрузок на древесные насаждения лесопаркового пояса г. Москвы в связи с вопросами организации территории массового отдыха и туризма / Н. С. Казанская, В. В. Ланина. М.: Ин-т геогр., 1975. – 65 с.

60. Казанская, Н.С. Рекреационные леса / Н.С. Казанская, В.В. Ланина, Н.Н. Марфенин. – М.: Лесная промышленность, 1977. – 96 с.
61. Каплюк, Л.Ф. К методике определения влажности почв, содержащих щебень влагоёмких пород // Почвоведение, 1968. № 9. – С. 136–140.
62. Каплюк, Л.Ф. Водно-физические свойства коричневых почв Алуштинского района, осваиваемых под облесение // Лесоведение и агролесомелиорация. – К.: Урожай, 1972. Вып. 31. – С. 103–112.
63. Ковальчук, Ю.Г. О воздействии вытаптывания на растительность и почвенный покров / Ю. Г. Ковальчук, Т. Г. Ларина // Бюл. Никит. ботан. сада, 1981. № 3/46. – С. 20–21.
64. Корженевский, В.В. Методические рекомендации по фитоиндикации современных экзогенных процессов / В.В. Корженевский, А.А. Ключкин // Изд-во Никитского ботанического сада. – Ялта, 1987. – 41 с.
65. Корженевский, В.В. Об одном простом способе интерпретации экологических шкал // Экология, 1990. № 6. – С. 60–63.
66. Корженевский, В.В. Новый способ графического выражения зависимости видового богатства и комплексных градиентов среды // Экология, 1999. № 3. – С. 216–219.
67. Корженевський, В.В. До питання про оцінку ємності місць зростання / В.В. Корженевський, О.А. Квітницька // Наукові праці Лісівничої академії наук України: збірник наукових праць. – Львів: РВВ НЛТУ України. – 2012. Вип. 10. – С. 73–75.
68. Крестьяшина, Л.В. Естественное возобновление в рекреационных лесах и пути его улучшения / Л.В. Крестьяшина, Г.И. Арно // Лесн. хоз-во. – 1983. № 8. – С. 54–56.
69. Криницкий, Г.Т. Об изменении жизненности сосны обыкновенной под влиянием рекреационной нагрузки: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Криницкий Григорий Томкович. – Брянск, 1983. – С. 39–41.
70. Кузьмина, Г.П. Влияние рекреации на сосновые леса зеленой зоны г. Красноярск / Г. П. Кузьмина науч. рук. В. В. Протопопов; Акад. наук СССР, Сиб.

отд-ние, Ин-т леса и древесины им. В. Н. Сукачева // Автореф. дисс.. канд. с-х. н. Красноярск, 1982. – 25 с.

71. Ланина, В.В. Роль биогрупп в сохранении и восстановлении лесонасаждений в местах массового отдыха лесопаркового защитного пояса г. Москвы // Науч. тр. МЛТИ. М., 1974. Вып. 51. – С. 50–54.

72. Ларина, Т.Г. Исследования рекреационного воздействия на травяной покров можжевельново-дубовых лесов южного берега Крыма / Т.Г.Ларина, Л. А. Багрова // Лесоведение, 1987. № 2. – С. 19–25.

73. Ларина, Т.Г. Процессы восстановления растительного покрова на тропах в можжевельново-дубовом лесу Южнобережья при введении заповедного режима / Т.Г. Ларина, Л.Н. Каменский // Бюл. Никит. ботан. сада, 1982. № 48. – С. 14–19.

74. Левчук, О.І. Типи лісу і нормативи рекреаційних навантажень гірських лісів південного Криму // Лісівництво і агролісомеліорація. – Харків: 2006. Вип. 109. – С. 146–151.

75. Лиєпа, И.Я. Оценка реакции древостоя как основного критерия антропогенного воздействия // Антропоотолерантность наземных биоценозов и прикладная экология. Таллин, 1977. – С. 114–166.

76. Лысыков, А.Б. О фитотоксических свойствах подстилки и почвы ельников // Лесоведение. 1989. № 3. – С. 31–36.

77. Мазина, И.Г. Особенности формирования лесной подстилки в рекреационных лесах южного берега Крыма. [Рукопись]: дис. канд. экол. Наук / Мазина Ирина Григорьевна. – Ялта. 1993. – 223 с.

78. Мазина, И.Г. Лесная подстилка как индикатор эффективности ухода за лесными культурами в условиях сухих субтропиков // Охран лесных экосистем и рациональное использование лесных ресурсов: Тез, докл. Воесоюз. науч.-техн. конф. 15-17 окт. 1991 г. – М., 1991. – С 92–93.

79. Малышева, Т.В. Реакция мохового покрова на возрастание рекреационной нагрузки в лесах Подмосквья // Пути повышения эффективности сельскохозяйственного производства Московской области. – М., 1975. – С. 128–130.

80. Машинский, Л.О. Некоторые исследования устойчивости лесных насаждений в условиях Подмосковья к рекреационным нагрузкам// Географ, проблемы организации туризма и отдыха. М.: ЦРИБ Турист, 1975. Вып.2. – С. 72–77.
81. Молчанов, А.А. Гидрологическая роль леса. – Москва.: Изд. АН СССР, 1960. – 488 с.
82. Методические рекомендации по геоботаническому изучению и классификации растительности Крыма. ГНБС: Сост. В.Н. Голубев, В.В. Корженевский. – Ялта, 1985. – 48 с.
83. Методические рекомендации «Екологічна оптимізація рекреаційного використання гірських лісів Криму» / О.І. Фурдичко, Ю.В. Пługатар, О.Ф. Поляков, В.В. Папельбу, А.Г. Рудь, В.В. Лавров, О.І. Блінкова. – К.: ДІА, 2010. – 22 с.
84. Михайлов, Л.Е. VIII Мировой лесной конгресс / Л.Е. Михайлов, Н.А. Моисеев //Лесное хозяйство. – 1979. № 5. – С.72–75.
85. Мигунова Е.С. Лесная типология Г.Ф. Морозова – А.А. Крюденера – П.С. Погребняка – теоретическая основа лесоводства // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2017. – Т. 21. № 5. – С. 52–63. DOI: 10.18698/2542-1468-2017-5-52-63.
86. Надеждина, Е.С. Рекреационная дигрессия лесных биогеоценозов // Влияние массового туризма на биогеоценозы леса. – М., 1978. – С. 35–44.
87. Никитин, С.А. Некоторые особенности биологии и произрастания лесных растений в лесопарковых условиях в Серебряноборского лесничества // Леса Подмосковья. М: Наука, 1965. – С. 169–201.
88. Николин, А.А. К методике оценки рекреационной дигрессии пригородных лесов // Леса Урала и хозяйство в них: сб. науч. тр. - Свердловск, 1977. – Вып. 10. – С. 109–115.
89. Нормативно-справочные материалы для таксации лесов Украины и Молдавии, под ред. Швиденко А. З., Строчинский А. А., Савич Ю. Н. и др. – К.: Урожай, 1987. – 559 с.

90. Некоторые вопросы рекреационной оценки природно-территориальных комплексов Покутско-Буковинских Карпат. – Физ. геогр.и геоморфол.,1982. – № 28. – С. 70–78.
91. Одум, Ю. Основы экологии. / Ю. Одум. – М.: Мир. 1986. – 248 с.
92. 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.
93. Папельбу, В.В. Зміна параметрів насаджень залежно від стадії рекреаційної дигресії // Лісівництво і агролісомеліорація. – Харків: 2010. – Вип. 117. – С. 94–97.
94. Поляков, А.Ф. Водорегулирующая роль горных лесов Карпат и Крыма и пути оптимизации при антропогенном воздействии. – Симферополь, 2003. – 164 с.
95. Поляков, А.Ф., Савич, Е.И., Рудь, А.Г. Способ определения рекреационных нагрузок в горных условиях. Авторское свидетельство СССР № 1531919. Бюл. № 48. – 14 с.
96. Поляков, А.Ф., Плугатарь, Ю.В. Лесные формации Крыма и их экологическая роль. – Харьков: Новое слово, 2009. – 326 с.
97. Поляков, А.Ф. Экологическая роль горных лесов Крыма / А.Ф.°Поляков, Ю.В.Плугатарь, А.Г. Рудь // Наукові праці Лісівничої академії наук України: збірник наукових праць. – Львів: РВВ НЛТУ України, 2008. – Вип. 6. – С. 143–148.
98. Полякова, Г.А. Антропогенная трансформация и разнообразие естественных и искусственных рекреационных насаждений московского региона [Рукопись]: дисс. в виде научного доклада. докт. биол. наук. / Полягова Галина Андреевна. – М.: МГУ имени М.В. Ломоносова, 2005. – 52 с.
99. Подгородецкий, П.Д. Опыт выявления рекреационной емкости геосистем (на примере туристских стоянок в горном Крыму) / П.Д. Подгородецкий, Л.А. Багрова // Физ. География и геоморфология. – Киев, 1980. Вып. 23. – С. 41–48.

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

101. Плугатар, Ю.В. Особливості рекреаційного лісокористування у гірському Криму / Ю.В. Плугатар, О.Ф. Поляков, А.Г. Рудь. // Наукові праці Лісівничої академії наук України: Вип. 4. – Львів: Вид. НЛТУ України «Львівська політехніка», 2005. – С. 110–118.

102. Плугатарь, Ю.В. Динамика состояния лесов горного Крыма по водорегулирующей роли и КНЭР // Ліс, наука, суспільство: Матеріали міжнародної ювілейної наукової конференції, присвяченої 75-річчю із дня заснування УкрНДІЛГА (30-31 березня 2005 р.). – Харків: 2005. – С. 79–80.

103. Плугатарь, Ю.В. Влияние рекреации на состояние лесных насаждений по туристическим маршрутам горного Крыма / Ю.В. Плугатарь, С.В. Курпас // Лісівництво і агролісомеліорація. – 2007. Вип. 111. – С. 222–234.

104. 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.

105. Плугатарь, Ю.В. Влияние рекреации на горные леса Крыма / Ю.В. Плугатарь, А.Г. Рудь // Матеріали другої міжнародної науково-практичної конференції «Моніторинг навколишнього середовища: науково-методичне, нормативне, технічне, програмне забезпечення» (24 – 28 вересня 2007 р., м. Коктебель, АР Крим). – К.: НПП «Екологія Наука Техніка», 2007. – С. 52–54.

106. Плугатарь, Ю.В. Влияние рекреационных нагрузок на водно-физические свойства почв в лесах горного Крыма / Ю.В. Плугатарь, Л.А.Селиванова // Лісова типологія в Україні: сучасний стан, перспективи розвитку: Матеріали XI Погребняківських читань (10 – 12 жовтня 2007 р., м. Харків). – Харків: 2007. – С. 219–220.

107. Плугатар, Ю.В. Из лісів Криму. Монографія. – Х.: Нове слово, 2008. – 462 с.

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

109. Плугатарь, Ю.В. Направления и методы мониторинговых наблюдений в лесах горного Крыма / Ю.В. Плугатарь, В.В. Папельбу, А.Г.Рудь // Матеріали третьої науково-практичної конференції «Моніторинг навколишнього середовища: науково-методичне, нормативне, технічне, програмне забезпечення» (22-26 вересня 2008 р., м. Коктебель, АР Крим). – К.: НПЦ «Екологія Наука Техніка», 2008. – С. 72–75.

110. 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.

111. Плугатар, Ю.В. Влияние рекреации на отдельные компоненты лесных биогеоценозов / Ю.В. Плугатар, 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.

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

113. Плугатарь, Ю.В. Леса Крыма: монография. – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2015. – 368 с.

114. Плугатар, Ю.В., Папельбу, В.В. Еколого-просвітницька діяльність в природно-заповідному фонді. Перспективи розвитку лісового та садово-паркового господарства. Тези наукової конференції / Редкол.: А.Ф. Головчук (відп. ред.) та ін. – Умань, 2010. – С. 108–109.

115. Прокушкин, С.Г. Фитотоксические свойства сосновых подстилок и их роль в возобновительных процессах / С. Г. Прокушкин, Л.Н. Каверзина // Сибирский экологический журнал. – 2000. № 6. – С. 699–703.

116. Приступа, Г.К. Влияние рекреационной дигрессии на продуктивность лесов зоны Кременчугского водохранилища // Лесоводство и агролесомелиорация. Киев: Урожай, 1977. Вып. 49. – С. 68–73.
117. Прикладовская, Т.Д. Изменение основных компонентов буковых геоценозов зеленой зоны г. Львова в результате рекреационного воздействия. Автореферат дис. канд. с.-х. наук. Харьков, 1986. – 15 с.
118. Раменский, Л.Г. Избранные работы. Проблемы и методы изучения растительного покрова. Л.: Наука, 1971. – 335 с.
119. Раменский, Л.Г. О принципиальных установках, основных понятиях и терминах производственной типологии земель // Современная ботаника. 1935. – № 4. – С. 25–42.
120. Роде, А.А. Основы учения о почвенной влаге. Т. 2. Методы изучения водного режима. – Л.: Гидрометеиздат, 1969. – 287 с.
121. Родичкин, И.Д. Территориальная организация рекреационной деятельности в системе расселения / И.Д. Родичкин, О.И. Родичкина, Г.А. Фильваров // Изв. АН СССР, Сер. геог., 1981. № I. – С. 28–40.
122. Рогова, Т.В. О влиянии вытаптывания на растительность ценозов лесного луга и сосняка. // «Экология». – 1976, № 4. – С. 21–25.
123. Романов, В.С. О рекреационных лесах / В. С. Романов, Л.Н. Рожков // Лесное хозяйство. – 1975. № 9. – С. 27–30.
124. Репшас, Э.А. Оптимизация рекреационного лесопользования (на примере Литвы). – М.: Наука. 1994. – 240 с.
125. Репшас, Э.А. Рекреационное лесопользование в Литовской ССР. -// Лесное хозяйство. – 1985. – С. 31–34.
126. Рысин, Л. Н. Пригородные леса и проблемы их рационального использования // Лесное хозяйство. – 1976. № 4. – С. 65–67.
127. Рысин, Л.П. Рекреационные леса в связи с проблемой рационального природопользования. // Проблемы рекреационного использования лесов Белоруссии: Тез. докл. научно-технической конференции. – Минск, 1980. – С. 10–13.

128. Рысин, Л.П. Рекреационные леса и проблема оптимизации рекреационного лесопользования / Л. П. Рысин. – М.: Наука, 1983. – 127 с.
129. Савицкая, С.Н. О рекреационной деградации природных лесов // Ботанический журнал, 1978. № 12. – С. 1710–1720.
130. Савицкая, С.Н. Влияние высоких рекреационных нагрузок на растительность зеленой зоны Ленинграда [Рукопись]: Автореф. дис. канд. с.-х. наук / Савицкая Светлана Николаевна – Ленинград, 1978. – 28 с.
131. Сапожников, А.П. Рекреационное лесопользование в восточной части зоны БАМ // Рекреационное лесопользование в СССР. – М.: Наука, 1983. – С. 112–124.
132. Смаглюк, К.К. Исследование рекреационного лесопользования в Карпатах / К.К. Смаглюк, В.И. Середин, А.И. Питикин, В.И. Парпан // Рекреационное лесопользование в СССР. – М.: Наука, 1983. – С. 81–95.
133. Соколов, Л.А. Изменение физических свойств почв и роста насаждений под влиянием рекреационных нагрузок в парках и лесопарках Подмосковья: Автореф. дис. канд. биол. наук. М., 1983. – 25 с.
134. Спиридонов, В.Н. Устойчивость естественных насаждений в условиях высокой антропогенной нагрузки: Автореф. дис. канд. биол. наук / В.Н. Спиридонов. - Свердловск, 1974. – 22 с.
135. Спиридонов, В.Н. Влияние уплотнения почвы на прирост деревьев в лесопарках Новосибирского научного центра // Изв. СО АН СССР. Сер. биол. наук. 1975. – № 10. Вып. 2. – С. 3–8.
136. Справочная информация о количестве туристов, посетивших Республику Крым за январь-ноябрь 2019 года – Режим доступа: https://mtur.rk.gov.ru/uploads/txteditor/mtur/attachments//d4/1d/8c/d98f00b204e9800998ecf8427e/phpkXyYle_1.pdf.
137. Сукачев, В.Н. Дендрология с основами лесной геоботаники. – Л.: Гостехлесиздат, 1938. – 574 с.
138. Сукачев, В.Н. Основы лесной биогеоценологии. – М.: Наука, 1964. – 575 с.

139. Сукачев, В.Н. Динамика лесных биогеоценозов // Основы лесной биогеоценологии. – М.: Наука, 1964. – С. 458–486.
140. Таран, И.В. Рекреационные леса Западной Сибири. Новосибирск: Наука, 1985. – 230 с.
141. Таран, И.В. Устойчивость рекреационных лесов / И.В. Таран, В.Н. Спиридонов. – Новосибирск: Наука, 1977. – 179 с.
142. Тарасов, А.И. Экономика рекреационного лесопользования. - М.: Наука, 1980. – 136 с.
143. Тягнирядно, В.В. Оценка рекреационной нарушенности травяного покрова высокоможжевеловых лесов западной части Южного берега Крыма / В.В. Тягнирядно // Бюл. Никит. ботан. сада. – 2008. – Вып. 96. – С. 29–35.
144. Фатерыга, В.В. Рекреационная нарушенность травяного покрова высокоможжевеловых лесов восточной части Южного берега Крыма / В.В. Фатерыга, Е.С. Крайнюк // Экосистемы Крыма, их оптимизация и охрана. – Симферополь, 2009. – Вып. 19. – С. 24–32.
145. Фатерыга, В. В. Эколого-биологическая структура флоры высокоможжевеловых лесов Южного берега Крыма в условиях рекреационного воздействия / В. В. Фатерыга // Экосистемы, их оптимизация и охрана. – 2010. – № 3 (22). – С. 21–26.
146. Цыганов, Д.Н. Экоморфы и экологические свиты // Бюл. МОИП. Отд. биол. – 1974. Т. 79. (2). – С. 128-141.
147. Чижова, В.П. Применение системного подхода к изучению рекреационной дигрессии природных территориальных комплексов // Вестник Московского университета. Серия 5: География, издательство Изд-во Моск. ун-та (М.), 1974. № 1. – С. 88–90.
148. Чижова, В.П. Рекреационные нагрузки в зонах отдыха. – М.: Лесн. пром-сть, 1977. – 49 с.
149. Шмидт, В.М. Статистические методы в сравнительной флористике. Л.: Изд-во ЛГУ, 1980. – 175 с.

150. Швидченко, Л.Г. Некоторые аспекты индикационных исследований при рекреационной оценке территории // Биogeографические основы индикации природных процессов. – М., 1975. – С. 88–90.
151. Эмсис, И.В. Рекреационное использование лесов Латвийской ССР. – Рига: Зинатне, 1989. – 133 с.
152. Barhtouse, L., Sute, R. G. Risk assessment – ecology // Mech. eng. – 1984. – 106. – № 11. – P. 36–39.
153. Bennet, G. The Pan-European Ecological Network. – Amsterdam, 1998. – 28 p.
154. Bokhari, M.N. A new record of Cupressus from S. W. Iran // Not. R.B. Gard. – Edinb. – V. 33. – № 3. – 1974. – P. 445–447.
155. Buksha, I., Pasternak, V. Scenarios on forest management in the Czech Republic, Hungary, Poland and Ukraine. – Ukraine. – Brill – Leiden – Boston, 2004. – P. 63–76.
156. Conserving Biological diversity in Bulgaria. The National Biological Diversity Conservation Strategy. – Washington, DC: BSP, 1994. – 116 p.
157. Costanza, R., Daly, H.E. Natural Capital and Sustainable Development // Conservation Biology. – 1992. – Vol. 6. - № 1 – P. 37–46.
158. Daly, H., Farley, J. Ecological Economics. Principles and applications. – Washington: Island Press, 2004. – 454 p.
159. EPA. US Environmental Protection Agency. Guidelines for Ecological Risk Assessment (in review, expected publication 1997). – 1997. – 142 p.
160. Epiney, A. Europäisches Umweltrecht und die Schweiz: Neuere Entwicklungen und ihre Implikationen / A. Epiney, H. Pfenninger, R. Gruber – Stämpfli Verlag AG Bern 1999. – 406 p.
161. Farjon, A. Word Checklist and Bibliography of Conifers. Richmond, Surrey, UK: Royal Botanic Gardens, Kew, 2001. – 316 p.
162. Food and Agriculture Organization (FAO). State of the World's Forests. – Rome, Italy, 1997. – 200 p.

163. Frank, D., Klotz, S. Biologisch-oecologisch Daten zur Flora der DDR. Halle, Wissenschaft. Beitrage-Martin-Luter Univ. 1990. – Vol. 32. – 167 p.
164. Grime, J.P. Plant strategies and vegetation processes. – N.Y., 1979. – 222 p.
165. Heywood, V.N., Watson, R.T. Global Biodiversity Assessment. – Cambridge: University Press, 1997. – 155 p.
166. IUFRO International Guidelines for Forest Monitoring, IUFRO World Series. – 1994. – Vol. 5. – 42 p.
167. Linder, M. Tools for the Sustainable Use of Europe's Forests // EFI News. – November, 2003. – Vol. 11. – № 1-2. – P. 12–13.
168. Mayer, P. Impulses for Research – Living Forest Summit in Vienna // EFI News. – November, 2003. – Vol. 11. - № 1-2. – P. 105–107.
169. Ministerial Conference on the Protection of the Forests in Europe (16-17 June 1993 in Helsinki). – 1993. – 20 p.
170. Muller, R., Suss, W. Grundwissen Umweltrecht. B. G. Teubner Stuttgart. – Leipzig, 1998. – 227 p.
171. O'Neil, E. Human Economics, the Land Ethics, and Sustainable Development / E. O'Neil, A. S. Pandian, S. V. Rhodes-Convey, A.H. Bornbusch // Conservation Biology. – 1995. – Vol. 9. – № 1. – P. 217–220.
172. Opshoor, H., Straten, J. Sustainable Development: an Institutional Approach // Ecological Ekonomiks. – 1993. – № 7. – P. 203–222.
173. Pegou, A. The Economiks of Welfare (Fourth edition). – London-Univ. of Cambridge, McMillan And Co., 1952. – P. 876.
174. Rustad, L.E. Element loss and retention during litter decey in a red spruce stand in main / L.E. Rustad, C.S. Croman // Can. J. Forest Res. – 1988. – Vol. 18. – № 7. – P. 947–953.
175. Raunkiaer, K. Types biologiques pour la geographiy botanique // Forhandl. Kgl. Dansk. Vidensk. Selskab. V. 5. 1905. P. 347–437.
176. Westhoff V., Maarel E. van der. The Braun-Blanquet approach // Classification of plant communities. The Hague. – 1978. – P. 287-399.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А
Схемы размещения модельных стационаров

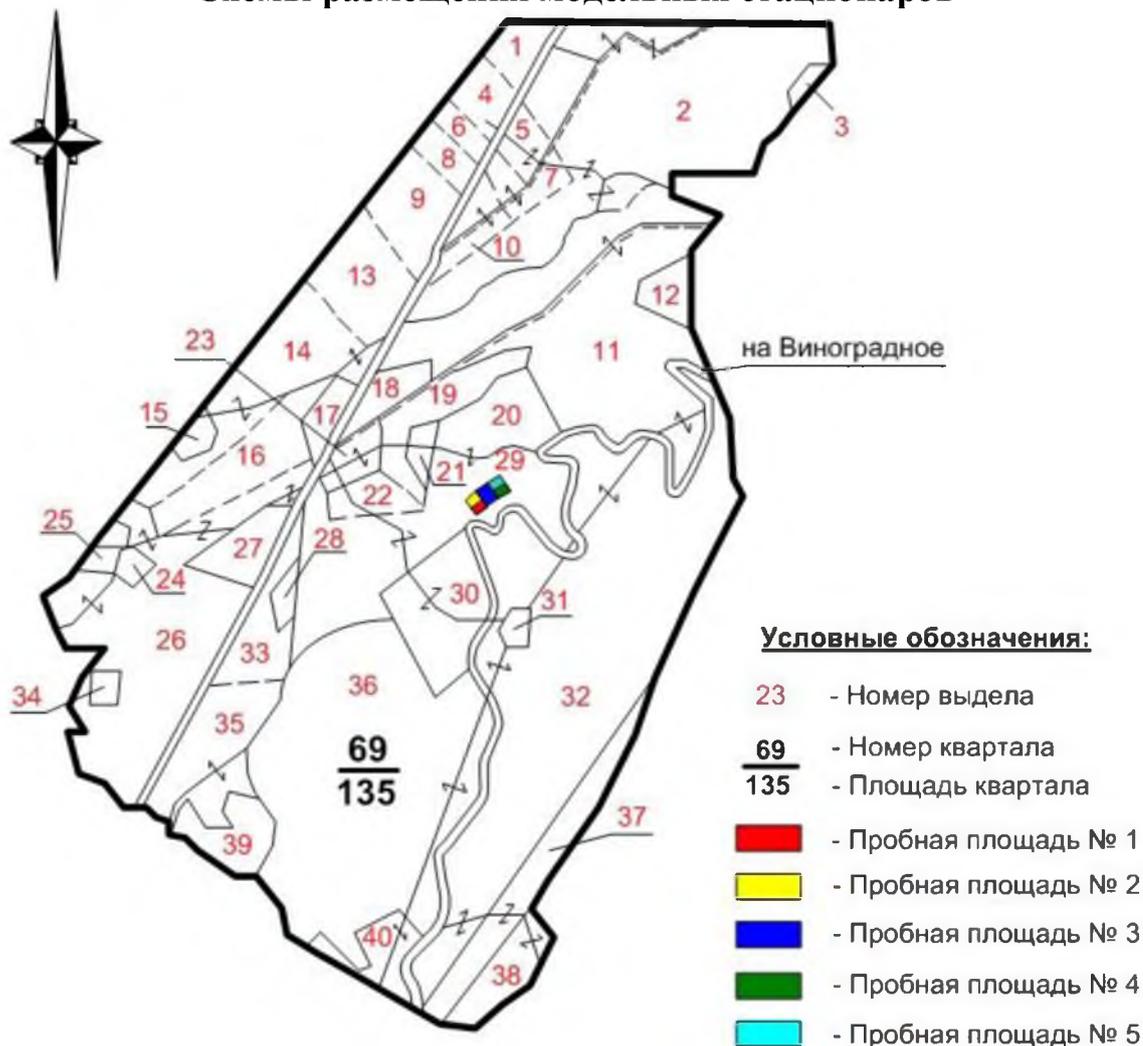


Рисунок А.1 – Схема размещения пробных площадей на стационаре «Алушта»

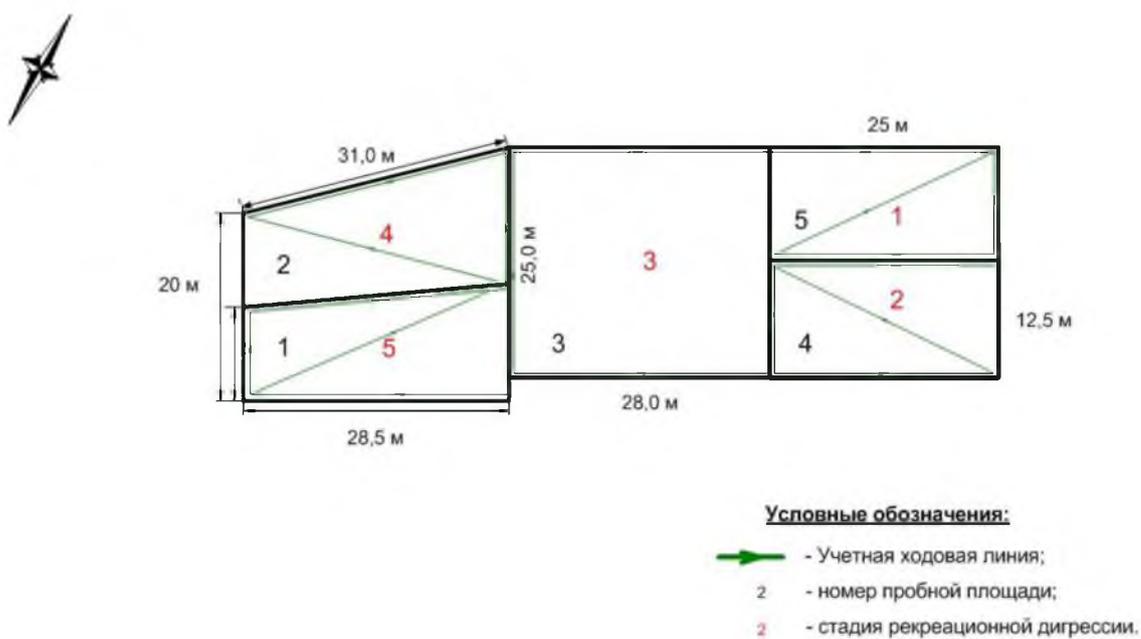


Рисунок А.2 – Схема расположения секций на пробной площади «Алушта»

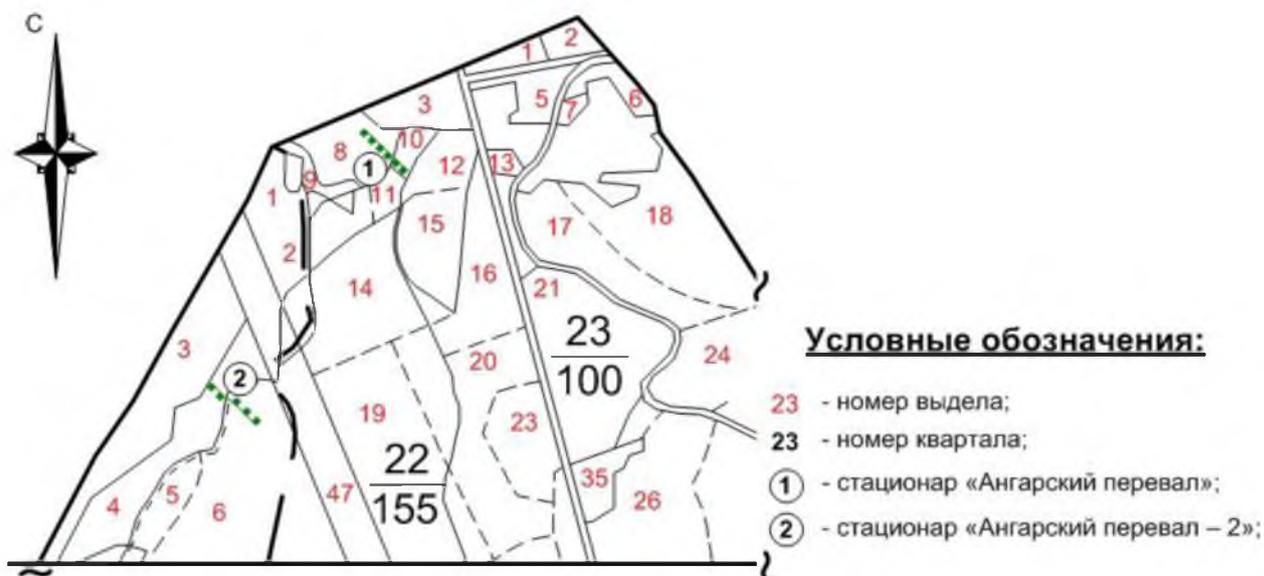


Рисунок А.5 – Схема размещения стационаров «Ангарский перевал»

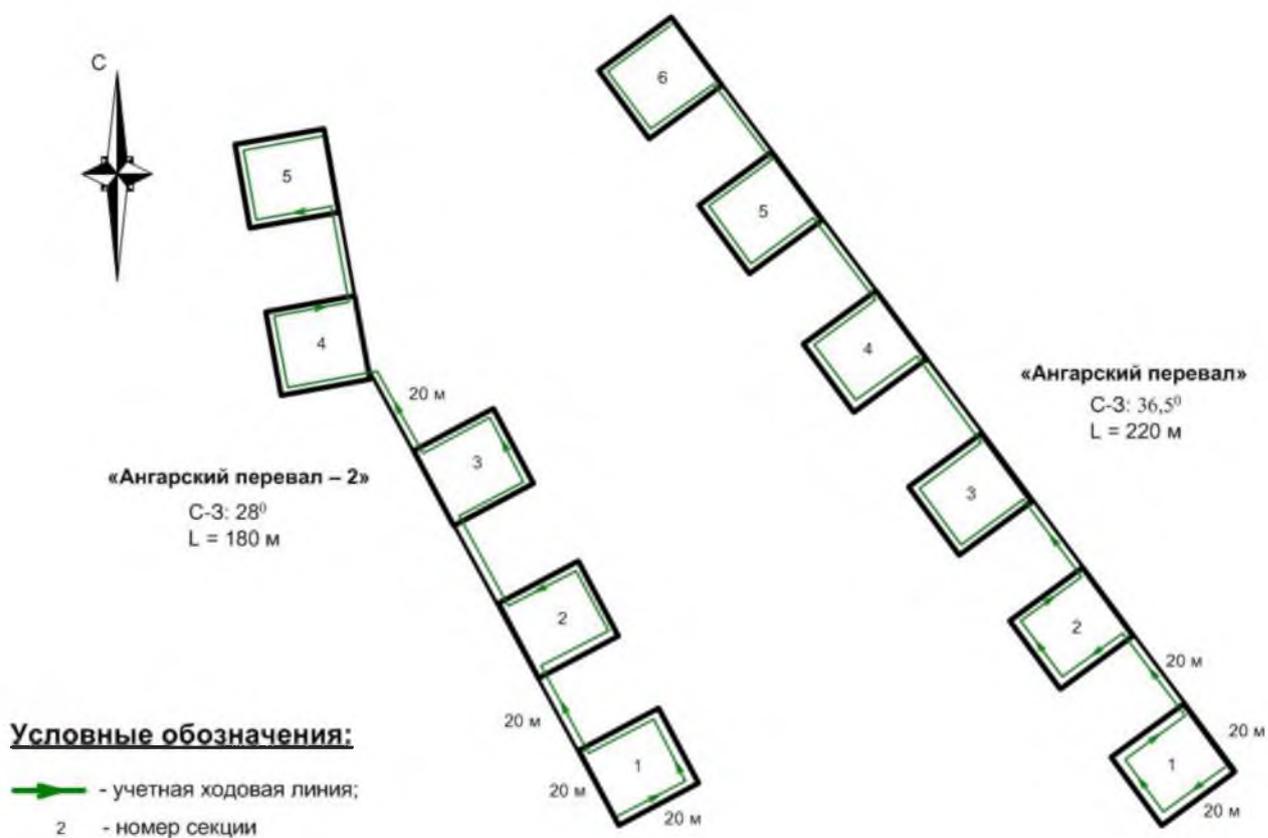


Рисунок А.6 – Схема расположения трансектов на стационарах «Ангарский перевал»

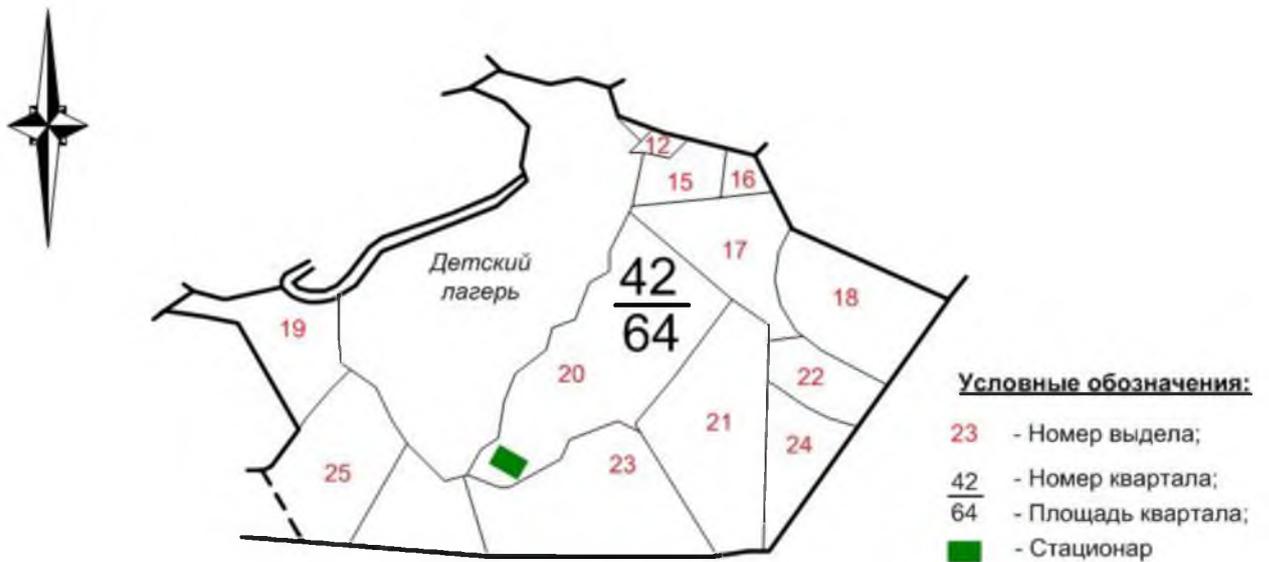


Рисунок А.7 – Схема размещения стационара «Тюзлер»

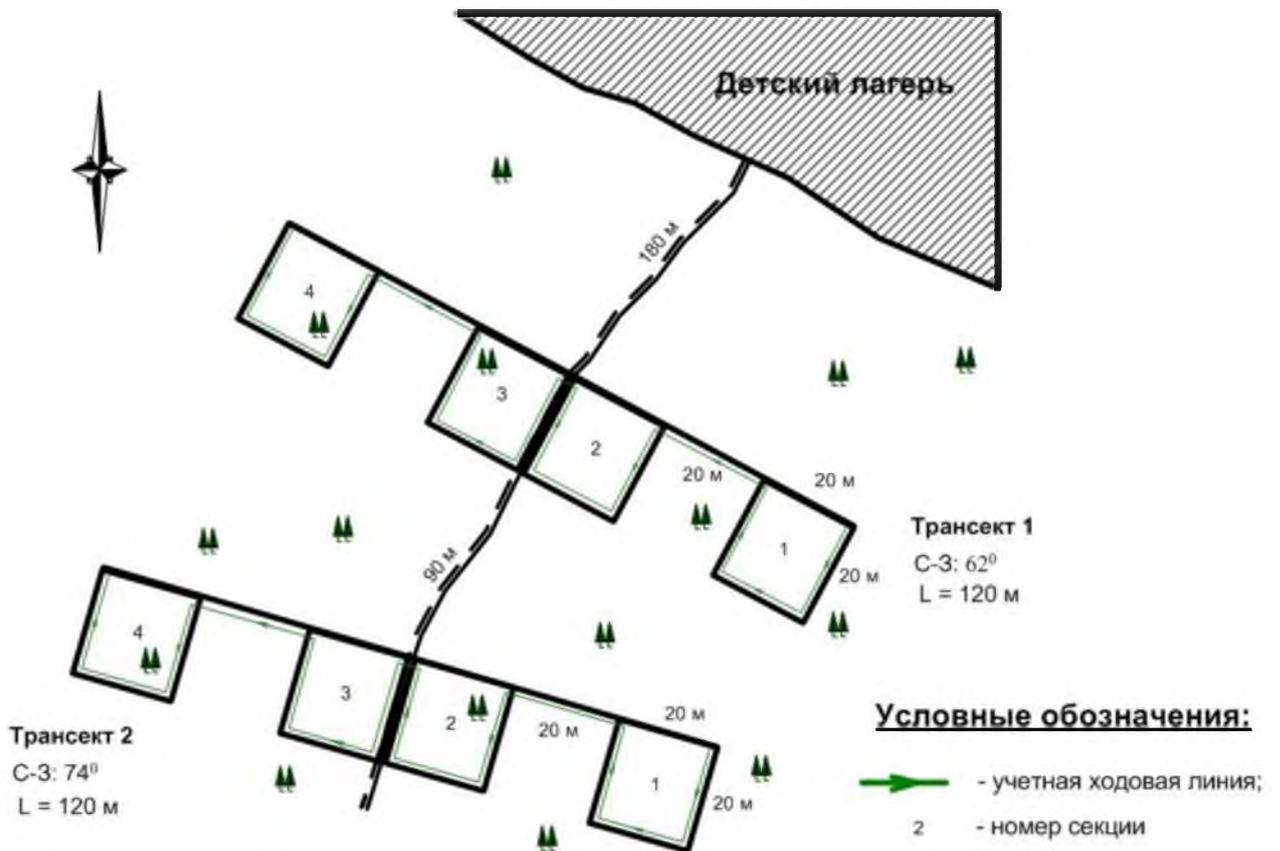


Рисунок А.8 – Схема расположения трансектов на стационаре «Тюзлер»

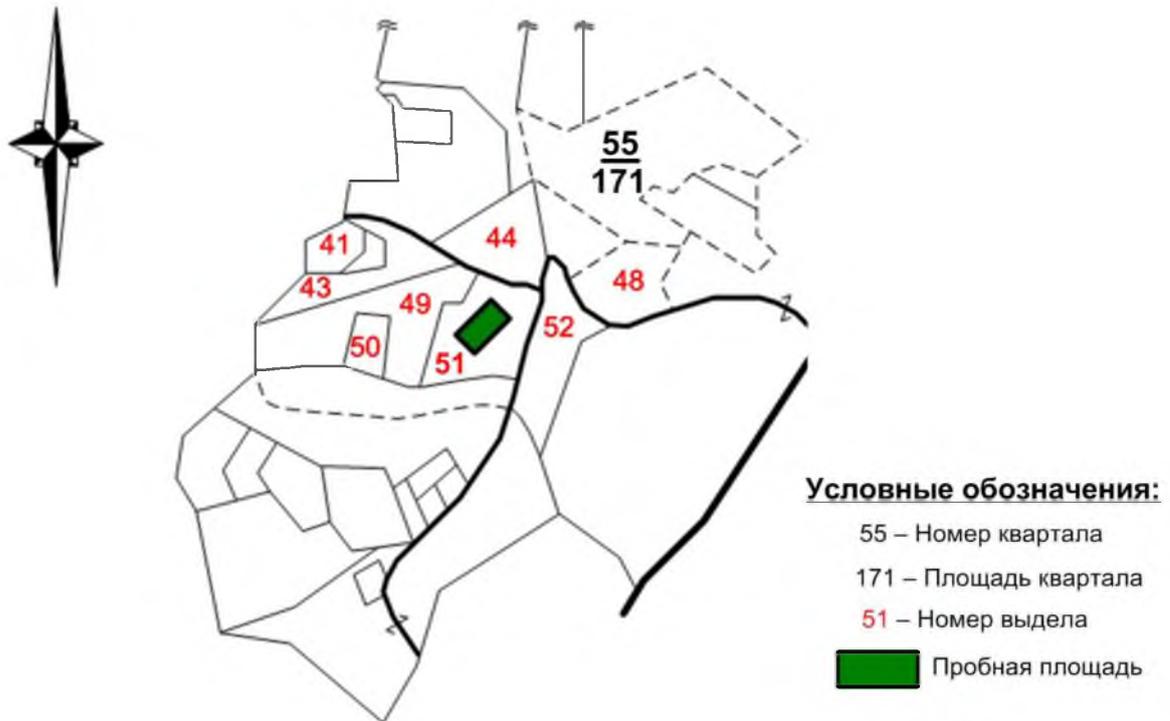


Рисунок А.9 – Схема размещения стационара «Городское»

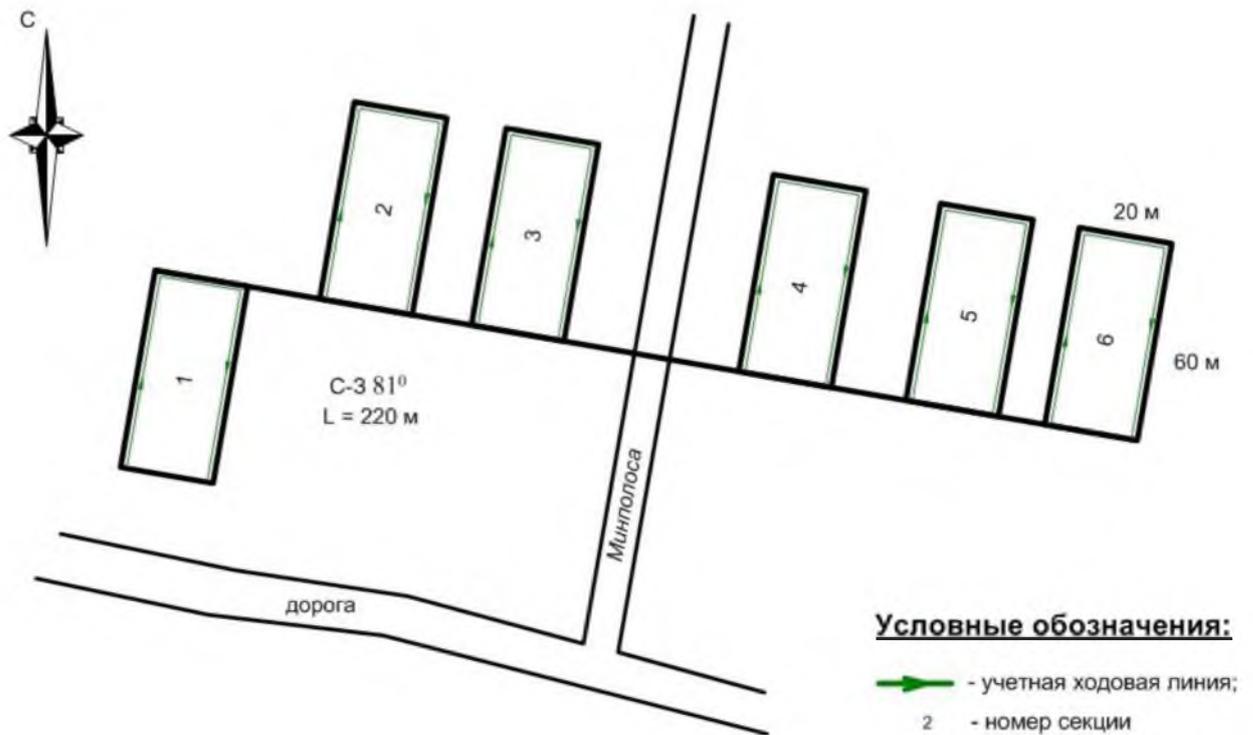


Рисунок А.10 – Схема расположения секций на стационаре «Городское»

Приложение Б

Определение объёмного веса почвы по методике Ф.Р. Зайдельмана



1. Общий вид поляны, на которой определялся объёмный вес почвы



2. Выборка почвы из лунки в горизонте 0 - 10 см. в трехкратной повторности.



3. Определение объема лунки с использованием песка



4. Подготовка поверхности для выборки почвы с горизонта 10 - 30 см.



5. Выборка почвы из лунки в горизонте 10 - 30 см.



6. Определение объема лунки с использованием песка в горизонте 10 - 30 см.

Приложение В

Таблица В.1 – Естественное возобновление основных лесообразующих видов

Стационар	Номер трансекта	Год учета	Вид, тыс. шт./га						Σ
			<i>Q. petraea</i>	<i>P. pallasiana</i>	<i>Fagus × taurica</i> Popl.	<i>Carpinus orientalis</i> Mill.	<i>Fraxinus excelsior</i> L.	Другие виды	
«Горное озеро»	1	1978	39,1	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0	40,6
		2008	154,7	0,0	0,0	3,8	0,7	0,0	159,2
		2018	165,5	0,0	0,0	4,9	0,4	0,0	170,8
	2	1978	6,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,9
		2008	35,9	0,0	0,2	4,5	7,2	0,0	47,8
		2018	37,1	0,0	0,5	4,2	9,0	0,0	50,8
	3	1978	10,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,4
		2008	46,7	0,0	0,0	0,8	1,9	0,0	49,4
		2018	45,3	0,0	0,0	1,1	2,0	0,0	48,4
«Ангарский перевал»		1978	0,4	0,0	1,6	0,9	0,0	8,6	10,6
		2008	0,5	0,0	0,8	0,5	0,0	1,7	3,5
		2018	0,8	0,0	0,5	0,4	0,9	1,2	3,8
«Ангарский перевал – 2»		1978	0,0	0,0	5,8	1,1	0,0	0,9	6,3
		2008	0,0	0,0	4,7	0,4	0,5	0,8	6,4
		2018	0,0	0,0	4,1	0,1	0,7	1,3	6,2
«Тюзлер»	1	1978	1,5	13,5	0,0	0,0	0,0	5,4	20,4
		2008	0,5	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5
		2018	0,2	0,7	0,0	0,0	0,0	0,1	1,0
	2	1978	7,7	32,2	0,0	0,0	0,0	1,2	41,1
		2008	0,5	3,0	0,0	0,0	0,0	0,5	4,0
		2018	0,7	2,2	0,0	0,0	0,0	0,3	3,2
«Городское»	1	1978	1,9*	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5
		2008	5,7*	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	5,8
		2018	6,0*	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	6,2

Примечание – * – *Q. pubescens*

Приложение Г

Таблица Г.1 – Показатели сходства и критерии индетичности флористического состава на участках с разной стадией рекреационной дигрессии

Состав флоры	Показатели сходства ($r \pm S_r$) / значения критерия идентичности (I)									
	I-II	I-III	I-IV	I-V	II-III	II-IV	II-V	III-IV	III-V	IV-V
	Скальнодубовый фитоценоз (стационар «Алушта»)									
Основная биоморфа	0,97±0,04 / 2,40	0,82±0,07 / 6,28	0,87±0,08 / 3,95	0,73±0,08 / 9,53	0,90±0,06 / 3,34	0,96±0,05 / 0,94	0,80±0,08 / 4,67	0,92±0,07 / 1,85	0,95±0,05 / 3,76	0,83±0,09 / 3,88
Структура надземных побегов	0,99±0,01 / 0,18	0,93±0,05 / 4,09	0,98±0,03 / 0,97	0,94±0,06 / 3,41	0,94±0,06 / 3,44	0,97±0,04 / 0,98	0,95±0,06 / 2,89	0,98±0,03 / 0,59	0,99±0,004 / 0,01	0,99±0,03 / 0,42
Структура корневой системы	0,96±0,04 / 2,50	0,97±0,04 / 1,95	1±0 / 0	0,97±0,03 / 1,39	0,99±0,00 / 3 / 0,009	0,96±0,05 / 1,57	0,99±0,009 / 0,07	0,97±0,05 / 1,27	0,99±0,006 / 0,03	0,97±0,04 / 0,91
Глубина залегания корневой системы	0,96±0,04 / 2,50	0,76±0,11 / 16,24*	0,82±0,11 / 8,61	0,72±0,12 / 17,89	0,89±0,08 / 6,19	0,94±0,07 / 2,81	0,87±0,09 / 7,49	0,99±0,03 / 0,49	0,99±0,01 / 0,11	0,98±0,04 / 0,72
Водный режим	0,99±0,007 / 0,07	0,98±0,02 / 0,69	0,99±0,02 / 0,37	0,98±0,03 / 1,13	0,99±0,02 / 0,31	0,99±0,02 / 0,29	0,99±0,03 / 0,62	0,98±0,04 / 0,65	0,99±0,008 / 0,05	0,98±0,04 / 0,92
Световой режим	0,98±0,03 / 1,63	0,93±0,06 / 4,57	0,92±0,08 / 4,05	0,88±0,08 / 7,56	0,98±0,03 / 1,16	0,95±0,06 / 2,17	0,94±0,06 / 3,19	0,97±0,05 / 1,17	0,98±0,04 / 1,03	0,99±0,03 / 0,46
	Буковый фитоценоз (стационар «Анграсский перевал»)									
Основная биоморфа	0,83±0,10 / 3,67	0,81±0,11 / 6,14	0,90±0,08 / 3,84	0,85±0,09 / 4,89	0,90±0,06 / 5,24	0,91±0,07 / 6,18	0,69±0,09 / 12,44	0,94±0,03 / 4,28	0,85±0,06 / 9,55	0,90±0,06 / 4,81
Структура надземных побегов	0,98±0,04 / 0,76	0,98±0,03 / 0,93	0,94±0,06 / 2,74	0,88±0,09 / 5,05	0,82±0,09 / 12,55	0,92±0,06 / 5,47	0,86±0,09 / 8,35	0,98±0,02 / 1,50	0,95±0,04 / 4,18	0,98±0,02 / 0,94
Структура корневой системы	0,98±0,04 / 0,76	0,99±0,01 / 0,16	0,99±0,007 / 0,03	0,99±0,005 / 0,01	0,99±0,01 / 0,49	0,97±0,03 / 1,92	0,97±0,03 / 1,53	0,99±0,01 / 0,08	0,99±0,01 / 0,54	0,99±0,00 / 1 / 0,004

Продолжение таблицы Г.1

Состав флоры	Показатели сходства ($r \pm S_r$) / значения критерия идентичности (I)									
	I-II	I-III	I-IV	I-V	II-III	II-IV	II-V	III-IV	III-V	IV-V
Глубина залегания корневой системы	0,96±0,06 / 1,45	0,99±0,02 / 0,43	0,98±0,03 / 0,78	0,99±0,02 / 0,20	0,99±0,02 / 0,43	0,96±0,05 / 3,01	0,95±0,05 / 2,90	0,98±0,02 / 2,10	0,98±0,02 / 1,35	0,99±0,01 / 0,34
Водный режим	0,99±0,004 / 0,009	0,99±0,08 / 0,05	0,98±0,04 / 0,95	0,99±0,01 / 0,12	0,99±0,01 / 0,16	0,97±0,03 / 1,45	0,99±0,01 / 0,28	0,98±0,08 / 2,08	0,99±0,004 / 0,03	0,98±0,02 / 1,61
Световой режим	0,91±0,08 / 3,24	0,84±0,10 / 8,08	0,94±0,06 / 2,67	0,92±0,08 / 3,39	0,82±0,09 / 13,36	0,94±0,05 / 3,92	0,92±0,06 / 4,55	0,88±0,06 / 13,06	0,89±0,06 / 10,22	0,99±0,01 / 0,28
Сосновый фитоценоз (стационар «Городское»)										
Основная биоморфа	0,83±0,06 / 10,74	0,83±0,06 / 10,74	0,83±0,05 / 14,68	0,79±0,06 / 7,80	1±0 / 0	0,93±0,05 / 6,05	0,98±0,03 / 1,34	0,93±0,05 / 6,05	0,98±0,03 / 1,34	0,96±0,03 / 3,01
Структура надземных побегов	0,98±0,02 / 1,47	0,98±0,02 / 1,21	0,90±0,04 / 14,60	0,96±0,03 / 3,80	0,99±0,01 / 0,41	0,93±0,04 / 6,41	0,99±0,01 / 0,47	0,93±0,04 / 7,22	0,99±0,02 / 0,74	0,94±0,04 / 6,18
Структура корневой системы	0,95±0,04 / 4,11	0,98±0,02 / 1,44	0,98±0,01 / 2,20	0,97±0,03 / 2,55	0,99±0,01 / 0,54	0,99±0,01 / 0,78	0,99±0,01 / 0,21	0,99±0,0003 / 0,002	0,99±0,007 / 0,09	0,99±0,006 / 0,14
Глубина залегания корневой системы	0,99±0,01 / 0,35	0,99±0,01 / 0,35	0,97±0,02 / 3,06	0,96±0,03 / 3,63	0,99±0,009 / 0,13	0,98±0,01 / 1,10	0,98±0,02 / 1,27	0,99±0,01 / 0,71	0,97±0,03 / 1,69	0,98±0,02 / 1,47
Водный режим	0,93±0,04 / 5,98	0,95±0,04 / 4,16	0,93±0,04 / 9,88	0,92±0,05 / 8,42	0,99±0,02 / 0,56	0,98±0,02 / 1,40	0,98±0,02 / 0,96	0,97±0,02 / 2,43	0,98±0,02 / 0,91	0,96±0,03 / 4,02
Световой режим	0,98±0,02 / 1,66	0,98±0,02 / 1,02	0,95±0,03 / 7,10	0,95±0,04 / 4,76	0,99±0,01 / 0,15	0,97±0,03 / 2,82	0,96±0,03 / 2,58	0,97±0,03 / 3,14	0,96±0,03 / 2,62	0,99±0,006 / 0,13

Примечания

1 В числителе – показатель сходства фитоценозов, г;

2 В знаменателе – критерий идентичности (I) Животовского выборок из двух фитоценозов;

3 Полужирным шрифтом выделены значения критерия идентичности, превышающие табличные значения χ^2 ($p = 0,05$) [51].

Приложение Д

Таблица Д.1 – Динамика состояния поверхности почвы на стационарах

Стационар	Номер трансекта (секции)	Год учета	Распределение поверхности почвы по категориям состояния, %						Стадия дигрессии
			1	2	3	4	5	6	
			не нарушена	слабо выраженная тропа, проективное покрытие стратоподу- мума 10-50 %	средне выраженная тропа, проективное покрытие стратоподу- мума 5-10 %	хорошо выраженная тропа, проективное покрытие стратоподу- мума до 5 %	ДТС или дороги	делювий	
«Горное озеро»	1	1978	58,0	7,0	4,0	6,0	18,0	7,0	III
		2008	78,0	5,0	6,0	2,0	4,0	5,0	II
		2018	76,0	5,0	7,0	2,0	2,0	3,0	II
	2	1978	36,0	16,0	3,0	39,0	3,0	3,0	III
		2008	59,0	7,0	10,0	10,0	13,0	1,0	III
		2018	62,0	5,0	11,0	10,0	12,0	0,0	III
	3	1978	38,0	22,0	15,0	14,0	10,0	1,0	III
		2008	50,2	12,3	10,0	19,5	9,0	0,0	III
		2018	52,0	10,0	9,0	20,0	9,0	0,0	III
«Ангарский перевал»		1978	30,0	40,0	14,0	7,0	9,0	0,0	III
		2008	59,0	17,0	8,0	2,0	12,0	2,0	III
		2018	57,8	18,6	8,1	1,7	11,6	2,2	III
«Ангарский перевал – 2»		1978	89,0	5,0	4,0	1,0	1,0	0,0	II
		2008	75,0	14,0	4,0	3,0	1,0	3,0	II
		2018	71,6	16,8	4,4	3,8	0,3	3,1	II
«Тюзлер»	1	1978	83,0	8,0	3,0	5,0	1,0	0,0	II
		2008	83,0	12,0	3,0	1,0	1,0	0,0	II
		2018	83,0	13,9	2,7	0,4	0,0	0,0	II
	2	1978	71,0	17,0	7,0	0,0	0,0	5,0	II
		2008	56,0	12,0	21,0	9,0	1,0	1,0	III
		2018	55,0	10,7	22,4	9,5	2,4	0,0	III
«Городское»		1978	92,0	6,0	1,0	1,0	0,0	0,0	I
		2008	82,0	10,0	8,0	0,0	0,0	0,0	II
		2018	80,0	12,0	8,0	0,0	0,0	0,0	II

АКТ
про результати проведення виробничої перевірки методичних рекомендацій
«Екологічна оптимізація рекреаційного використання гірських лісів Криму»

7 червня 2010 р.

Ми, що нижче підписалися, склали цей акт про те, що Державним підприємством "Куйбишевське ЛГ" Держкомлісгоспу України здійснено виробничу перевірку методичних рекомендацій «Екологічна оптимізація рекреаційного використання гірських лісів Криму» (2010 р.), розроблених в ІА УААН колективом авторів: д.е.н., проф., академік УААН О.І. Фурдичко (керівник розробки); Кримська ГЛНДС: к.с.-г.н., с.н.с., член-кореспондент ЛАНУ Ю.В. Плугатар, д.с.-г.н., академік ЛАНУ О.Ф. Поляков, н.с. В.В. Папельбу, с.н.с. А.Г. Рудь; ІА УААН: д.с.-г.н., с.н.с. В.В. Лавров, н.с. О.І. Блінкова (упорядник Ю.В. Плугатар).

Апробація методичних рекомендацій здійснена в ДП "Куйбишевське ЛГ" на площі 300 га. Встановлено, що зазначені нормативно-методичні пропозиції є ефективним поєднанням ландшафтно-екологічних принципів управління лісовими ресурсами та практичного досвіду з удосконалення системи ведення лісового господарства на лісотипологічних засадах. Запропонована у рекомендаціях система цільових напрямів господарювання у гірських лісах Криму рекреаційно-оздоровчого призначення з урахуванням їхніх коефіцієнтів водорегулювання є перспективною. Вона дає змогу удосконалити систему лісогосподарських та ландшафтно-екологічних заходів, направлених на збереження та підвищення водорегулюючої, ґрунтозахисної ролі гірських лісів, їхньої рекреаційної ємності та біологічної стійкості до рекреаційних навантажень.

Отже запропоновані методичні рекомендації доцільно застосовувати в усіх підприємствах лісового господарства гірських районів Криму з урахуванням місцевих умов, структури та стану лісового покриву, його відповідності цільовому призначенню та завдань щодо підвищення використання екологічної ролі лісів залежно від антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище та відповідно до чинних законодавчо-нормативних вимог у певному районі.

Директор ДП "Куйбишевське ЛГ"



Ю.Ф. Трач



Інститут агроекології УААН
Директор, академік УААН, д.е.н.

О.І. Фурдичко
Завідувач відділу економіки
природокористування,
д.с.-г.н., с.н.с.

В.В. Лавров

Заступник директора НБС-ННЦ
УААН

к.с.-г.н., с.н.с.

Ю.В. Плугатар

АКТ
про результати проведення виробничої перевірки
методичних рекомендацій «Екологічна оптимізація рекреаційного
використання гірських лісів Криму»

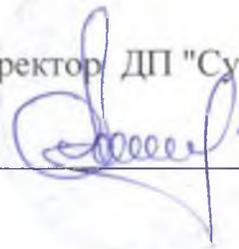
7 червня 2010 р.

Ми, що нижче підписалися, склали цей акт про те, що Державним підприємством "Судацьке ЛМГ" Держкомлісгоспу України здійснено виробничу перевірку методичних рекомендацій «Екологічна оптимізація рекреаційного використання гірських лісів Криму» (2010 р.), розроблених в ІА УААН колективом авторів: д.е.н., проф., академік УААН О.І.Фурдичко (керівник розробки); Кримська ГЛНДС: к.с.-г.н., с.н.с., член-кореспондент ЛАНУ Ю.В.Плугатар, д.с.-г.н., академік ЛАНУ О.Ф.Поляков, н.с. В.В.Папельбу, с.н.с. А.Г.Рудь; ІА УААН: д.с.-г.н., с.н.с. В.В.Лавров, н.с. О.І. Блінкова (упорядник Ю.В.Плугатар).

Апробація методичних рекомендацій здійснена в ДП "Судацьке ЛМГ" на площі 3187 га. Встановлено, що зазначені нормативно-методичні пропозиції можуть бути використані для оцінки екологічних загроз об'єктам природно-заповідного фонду Південного берегу Криму, підвищення спеціально розробленими лісгосподарськими заходами екологічної ролі лісів у гірських водозборах. Вони сприятимуть оптимізації рекреаційного використання гірських лісів на ландшафтно-екологічних засадах.

Тому використання розроблених методичних рекомендацій доцільно поширити на усі підприємства лісового господарства Гірського Криму, які задовольняють потреби суспільства у рекреації.

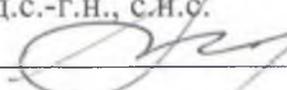
Директор ДП "Судацьке ЛМГ"

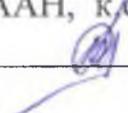

_____ Ензель А.В.



Інститут агроєкології УААН
Директор, академік УААН, д.е.н.


_____ О.І. Фурдичко
Завідувач відділу економіки
природокористування,
д.с.-г.н., с.н.с.


_____ В.В. Лавров
Заступник директора НБС-ННЦ
УААН, к.с.-г.н., с.н.с.


_____ Ю.В. Плугатар

АКТ
про результати проведення виробничої перевірки
методичних рекомендацій «Екологічна оптимізація рекреаційного
використання гірських лісів Криму»

7 червня 2010 р.

Ми, що нижче підписалися, склали цей акт про те, що державним підприємством "Севастопольське досвідне лісомисливське господарство" Держкомлісгоспу України здійснено виробничу перевірку методичних рекомендацій «Екологічна оптимізація рекреаційного використання гірських лісів Криму» (2010 р.), розроблених в ІА УААН колективом авторів: д.е.н., проф., академік УААН О.І.Фурдичко (керівник розробки); Кримська ГЛНДС: к.с.-г.н., с.н.с., член-кореспондент ЛАНУ Ю.В.Плугатар, д.с.-г.н., академік ЛАНУ О.Ф.Поляков, н.с. В.В.Папельбу, с.н.с. А.Г.Рудь; ІА УААН: д.с.-г.н., с.н.с. В.В.Лавров, н.с. О.І. Блінкова (упорядник Ю.В.Плугатар).

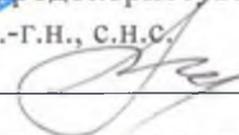
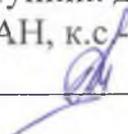
У результаті апробації методичних рекомендацій на площі 250 га встановлено, що вони дають змогу коректно встановити стадію рекреаційної дигресії лісового насадження. Розроблені на лісотипологічній основі нормативи допустимих рекреаційних навантажень на гірські ліси сприяють врегулюванню рекреаційного їх використання.

Отже запропоновані методичні рекомендації є перспективними для застосування у Гірському Криму, в лісах рекреаційно-оздоровчого призначення.

Директор ДП "Севастопольське ДЛМГ"

В.О.Нефедов

Інститут агроекології УААН
Директор, академік УААН, д.е.н.

О.І. Фурдичко
Завідувач відділу економіки
природокористування,
д.с.-г.н., с.н.с.

В.В. Лавров
Заступник директора НБС-ННЦ
УААН, к.с.-г.н., с.н.с.

Ю.В. Плугатар

АКТ
про результати проведення виробничої перевірки
методичних рекомендації «Екологічна оптимізація рекреаційного
використання гірських лісів Криму»

7 червня 2010 р.

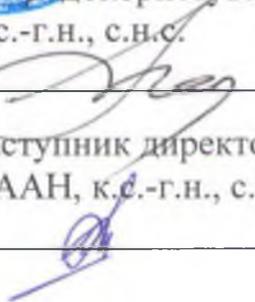
Ми, що нижче підписалися, склали цей акт про те, що Державним підприємством "Старокримське ЛМГ" Держкомлісгоспу України здійснено виробничу перевірку методичних рекомендацій «Екологічна оптимізація рекреаційного використання гірських лісів Криму» (2010 р.), розроблених в ІА УААН колективом авторів: д.е.н., проф., академік УААН О.І.Фурдичко (керівник розробки); Кримська ГЛНДС: к.с.-г.н., с.н.с., член-кореспондент ЛАНУ Ю.В.Плугатар, д.с.-г.н., академік ЛАНУ О.Ф.Поляков, н.с. В.В.Папельбу, с.н.с. А.Г.Рудь; ІА УААН: д.с.-г.н., с.н.с. В.В.Лавров, н.с. О.І. Бліикова (упорядник Ю.В.Плугатар).

Апробація методичних рекомендацій здійснена у ДП "Старокримське ЛМГ" на площі 40 га. Встановлено, що запропонована авторами система цільових напрямів господарювання у гірських лісах Криму рекреаційно-оздоровчого призначення сприяє удосконаленню систем ведення лісового господарства. Завдяки застосованому ландшафтно-екологічному підходу з урахуванням розрахованих нормативів рекреаційних навантажень певних типів лісу лісогосподарські підприємства можуть значно покращити збереження та підвищення водорегулюючої, ґрунтозахисної ролі гірських лісів, їхньої рекреаційної ємності та біологічної стійкості до рекреаційних навантажень. Цей досвід заслуговує поширення у Гірському Криму.

Директор ДП "Старокримське ЛМГ"

П.М. Котюк


Інститут агроекології УААН
Директор, академік УААН, д.е.н.

О.І. Фурдичко
Завідувач відділу економіки
природокористування,
д.с.-г.н., с.н.с.
В.В. Лавров
Заступник директора НБС-ННЦ
УААН, к.с.-г.н., с.н.с.
Ю.В. Плугатар


АКТ

про впровадження у практику методичних рекомендацій «Екологічна оптимізація рекреаційного використання гірських лісів Криму»

27 липня 2010 р.

Ми, що нижче підписалися, склали цей акт про те, що Державним підприємством "Куйбишевське ЛГ" Держкомлісгоспу України прийнято до впровадження у практику методичні рекомендації «Екологічна оптимізація рекреаційного використання гірських лісів Криму» (2010 р.), розроблені в ІА УААН колективом авторів: д.е.н., проф., академік УААН О.І. Фурдичко (керівник розробки); Кримська ГЛНДС: к.с.-г.н., с.н.с., член-кореспондент ЛАНУ Ю.В. Плугатар, д.с.-г.н., академік ЛАНУ О.Ф. Поляков, н.с. В.В. Папельбу, с.н.с. А.Г. Рудь; ІА УААН: д.с.-г.н., с.н.с. В.В. Лавров, н.с. О.І. Блінкова (упорядник Ю.В.Плугатар).

У результаті виробничої перевірки науково-методичних рекомендацій, здійсненої в ДП "Куйбишевське ЛГ" на площі 300 га, встановлено, що зазначені пропозиції сприяють ефективному впровадженню у практику ландшафтно-екологічних принципів управління лісовими ресурсами та удосконаленню системи ведення лісового господарства у гірських лісах Криму рекреаційно-оздоровчого призначення на лісотипологічних засадах з урахуванням їхніх коефіцієнтів водорегулювання певних типів лісу. Впровадження у діяльність підприємства пропозицій забезпечує підвищення водорегулюючої, ґрунтозахисної ролі гірських лісів, збільшення їхньої рекреаційної ємності та біологічної стійкості до рекреаційних навантажень, збереження гірських ландшафтів. Завдяки застосування запропонованої системи методів екологічної оптимізації рекреаційного використання гірських лісів вдається зекономити на 21,3% видатки на покриття збитків від водної ерозії ґрунтів на схилах та рекреаційної дигресії лісових насаджень

Отже запропоновані методичні рекомендації доцільно застосовувати в інших підприємствах лісового господарства гірських районів Криму з урахуванням місцевих умов, характеристики лісового покриву та рекреаційного впливу.

Директор ДП "Куйбишевське ЛГ"



Ю.Ф. Трач



Інститут агроєкології УААН

Директор, академік УААН, д.е.н.

О.І. Фурдичко

Завідувач відділу економіки природокористування,

д.с.-г.н., с.н.с.

В.В. Лавров

Заступник директора НБС-ННЦ
УААН

к.с.-г.н., с.н.с.

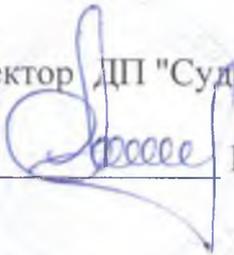
Ю.В. Плугатар

АКТ
про впровадження у практику
методичних рекомендацій «Екологічна оптимізація рекреаційного
використання гірських лісів Криму»

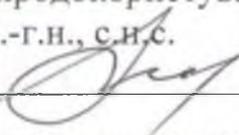
27 липня 2010 р.

Ми, що нижче підписалися, склали цей акт про те, що Державним підприємством "Судацьке ЛМГ" Держкомлісгоспу України прийнято до впровадження у практику методичні рекомендації «Екологічна оптимізація рекреаційного використання гірських лісів Криму» (2010 р.), розроблені в ІА УААН колективом авторів: д.е.н., проф., академік УААН О.І. Фурдичко (керівник розробки); Кримська ГЛНДС: к.с.-г.н., с.н.с., член-кореспондент ЛАНУ Ю.В. Плугатар, д.с.-г.н., академік ЛАНУ О.Ф. Поляков, н.с. В.В. Папельбу, с.н.с. А.Г. Рудь; ІА УААН: д.с.-г.н., с.н.с. В.В. Лавров, н.с. О.І. Блінкова (упорядник Ю.В.Плугатар).

В результаті апробації методичних рекомендацій встановлено, що зазначені нормативно-методичні пропозиції забезпечують ефективну оцінку екологічних загроз об'єктам природно-заповідного фонду Південного берегу Криму та сприяють підвищенню екологічної ролі лісів у гірських водозборах. Завдяки оптимізації рекреаційного використання гірських лісів на погоджених ландшафтно-екологічних та лісотипологічних засадах можна отримати економічний ефект у розмірі 28,5 тис. грн.

Директор ДП "Судацьке ЛМГ"

Ензель А.В.


Інститут агроекології УААН
Директор, академік УААН, д.е.н.

О.І. Фурдичко
Завідувач відділу економіки
природокористування,
д.с.-г.н., с.н.с.

В.В. Лавров
Заступник директора НБС-ННЦ
УААН, к.с.-г.н., с.н.с.

Ю.В. Плугатар

АКТ
про впровадження у практику
методичних рекомендацій «Екологічна оптимізація рекреаційного
використання гірських лісів Криму»

27 липня 2010 р.

Ми, що нижче підписалися, склали цей акт про те, що Державним підприємством "Севастопольське досвідне лісомисливське господарство" Держкомлісгоспу України прийнято до впровадження у практику на площі 300 га методичні рекомендації «Екологічна оптимізація рекреаційного використання гірських лісів Криму» (2010 р.), розроблені в ІА УААН колективом авторів: д.е.н., проф., академік УААН О.І.Фурдичко (керівник розробки); Кримська ГЛНДС: к.с.-г.н., с.н.с., член-кореспондент ЛАНУ Ю.В.Плугатар, д.с.-г.н., академік ЛАНУ О.Ф.Поляков, н.с. В.В. Папельбу, с.н.с. А.Г.Рудь; ІА УААН: д.с.-г.н., с.н.с. В.В.Лавров, н.с. О.І.Блінкова (упорядник Ю.В.Плугатар).

Встановлено, що зменшення рекреаційної дигресії лісового насадження завдяки застосування зазначених рекомендацій зумовлює збереження гірських ландшафтів та економію коштів, необхідних для відновлення деградованих лісових територій, у розмірі 18,3%.

Отже запропоновані методичні рекомендації доцільно застосовувати на підприємствах лісового господарства гірських районів Криму з урахуванням типів деревостанів та тинів лісу, характеристики лісового покриву та рекреаційного впливу.


Директор ДП "Севастопольське ДЛМГ"
В.О.Нефедов


Інститут агроекології УААН
Директор, академік УААН, д.е.н.
О.І. Фурдичко
Завідувач відділу економіки
природокористування,
д.с.-г.н., с.н.с.
В.В. Лавров
Заступник директора НБС-ННЦ
УААН, к.с.-г.н., с.н.с.
Ю.В. Плугатар

АКТ
про впровадження у практику
методичних рекомендацій «Екологічна оптимізація рекреаційного
використання гірських лісів Криму»

27 липня 2010 р.

Ми, що нижче підписалися, склали цей акт про те, що Державним підприємством "Старокримське ЛМГ" Держкомлісгоспу України прийнято до впровадження у практику методичні рекомендації «Екологічна оптимізація рекреаційного використання гірських лісів Криму» (2010 р.), розроблені в ІА УААН колективом авторів: д.е.н., проф., академік УААН О.І.Фурдичко (керівник розробки); Кримська ГЛНДС: к.с.-г.н., с.н.с., член-кореспондент ЛАНУ Ю.В.Плугатар, д.с.-г.н., академік ЛАНУ О.Ф.Поляков, н.с. В.В. Папельбу, с.н.с. А.Г.Рудь; ІА УААН: д.с.-г.н., с.н.с. В.В.Лавров, н.с. О.І.Блінкова (упорядник Ю.В.Плугатар).

Впровадження методичних рекомендацій у гірських лісах рекреаційно-оздоровчого призначення "Старокримського ЛМГ" на площі 40 га сприяє економії видатків у розмірі 15% завдяки введенням системи цільових напрямів господарювання на ландшафтно-екологічних засадах з урахуванням коефіцієнтів водорегулювання певних типів лісу. Це забезпечує збереження гірських ґрунтів від ерозії, збільшує рекреаційну ємність лісів, їх стійкість до рекреаційних навантажень. Цей досвід заслуговує поширення на Південному макросхилі Кримських гір.

Директор ДП "Старокримське ЛМГ"



П.М. Котюк

Інститут агроекології УААН
Директор, академік УААН, д.е.н.
О.І. Фурдичко
Завідувач відділу економіки
природокористування,
д.с.-г.н., с.н.с.

В.В. Лавров

Заступник директора НБС-ІНЦ
УААН, к.с.-г.н., с.н.с.

Ю.В. Плугатар