

Санкт-Петербургский государственный университет

БЕССОНОВА Анна Михайловна

Выпускная квалификационная работа

***Оценка состояния компонентов природной среды в районе основных
экологических троп Ялтинского горно-лесного заповедника***

Уровень образования:

Направление *05.03.06 «Экология и природопользование»*

Основная образовательная программа *СВ.5024 «Экология и природопользование»*

Научный руководитель:

доцент, кафедра геоэкологии,

к.г.-м.н., Зеленковский Павел Сергеевич

Рецензент:

научный сотрудник, государственное бюджетное
учреждение «Национальный парк «Себежский»,

Хохряков Владимир Рафаэлевич

Санкт-Петербург

2023

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА I. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР	7
1.1 ООПТ И ОСОБЕННОСТИ ВЫДЕЛЕНИЯ ИХ ГРАНИЦ	7
1.2 РАСТИТЕЛЬНОЕ СООБЩЕСТВО КАК ИНДИКАТОР АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ	9
1.3 ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ КАК ИНДИКАТОР АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ	11
1.4 РЕКРЕАЦИОННАЯ НАГРУЗКА НА ООПТ	12
ГЛАВА II. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ	15
2.1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОБЪЕКТЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	15
2.2 КЛИМАТ	16
2.3 ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ.....	18
2.4 РЕЛЬЕФ.....	19
2.5 ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ	19
2.6 ГИДРОГРАФИЯ	20
2.7 РАСТИТЕЛЬНЫЙ МИР	21
2.8 ЖИВОТНЫЙ МИР	21
ГЛАВА III. МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ	22
3.1 МЕТОДЫ ПОЛЕВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	22
3.2 ЛАБОРАТОРНЫЙ АНАЛИЗ ПРОБ.....	26
3.3 КАМЕРАЛЬНАЯ ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ	27
ГЛАВА IV. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ	30
4.1 ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПРИРОДНО-ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ...32	
4.2 ОЦЕНКА РЕКРЕАЦИОННОЙ НАГРУЗКИ И СТЕПЕНИ ДИГРЕССИИ	41
4.3 ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ	45
ВЫВОДЫ	53
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	54
БЛАГОДАРНОСТИ	55
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	56
ПРИЛОЖЕНИЯ	63

ВВЕДЕНИЕ

Особо охраняемые природные территории (далее – ООПТ) создаются с целью сохранения естественных природных комплексов. Необходимо проводить регулярный мониторинг состояния компонентов природной среды заповедной территории с целью оценки их состояния и принятия необходимых мер для снижения нагрузки, если таковая имеется.

Объектом исследования является территория Ялтинского горно-лесного заповедника в районе его основных экологических троп. Выбранная для изучения территория заповедника характеризуется повышенной антропогенной нагрузкой вследствие высокого туристического потока, особенно в летний период, и близким расположением к заповеднику урбанизированных территорий (крупные автомобильные дороги и населённые пункты). Это обуславливает необходимость оценки состояния компонентов природной среды.

Цель работы: оценка состояния компонентов природной среды в районе основных экологических троп Ялтинского горно-лесного заповедника.

В рамках данной цели были сформулированы следующие **задачи**:

1. Произвести литературный обзор по теме исследования;
2. Разработать сеть точек наблюдения (далее – т.н.) и отобрать пробы почвы, выполнить геоботанические описания природно-территориальных комплексов (далее – ПТК), биоиндикационную оценку, оценку рекреационной нагрузки;
3. Осуществить пробоподготовку и произвести лабораторные анализы с пробами почвы (анализ проб на содержание тяжёлых металлов (далее – ТМ) и кислотность);
4. Выделить основные типы сообществ на изучаемой территории, согласно составленным геоботаническим описаниям, произвести анализ видового состава сообществ;
5. Оценить степень рекреационной нагрузки на территорию с использованием трамплеометрической методики и степень рекреационной дигрессии с использованием интегральной методики оценки нарушенности ПТК и методики оценки рекреационной дигрессии Н.С. Казанской;
6. Рассчитать суммарный показатель загрязнения почв и оценить закономерности распределения тяжелых металлов в почвах исследуемой территории;
7. Произвести комплексную оценку состояния компонентов природной среды изучаемой территории заповедника.

Научная новизна данной работы заключается в комплексном исследовании компонентов природной среды Ялтинского горно-лесного природного заповедника с

применением методов анализа почв на содержание тяжелых металлов, оценки рекреационной нагрузки и дигрессии и оценки состояния ПТК.

Актуальность исследования заключается в том, что для данной территории характерен высокий туристический поток, так как Ялтинский горно-лесной природный заповедник является одним из самых посещаемых в Республике Крым (Шляхова, Матушенко, 2018). Кроме того, вокруг заповедника практически отсутствует буферная зона, позволяющая снизить уровень антропогенного воздействия на территорию ООПТ. Небольшая по площади часть территории заповедника подвержена антропогенному влиянию и изменена (селитебные территории, дороги и т.п.) (Кобечинская и др., 2010). Можно выделить несколько антропогенных факторов, которые влияют на состояние природных систем заповедника.

Факторы, нарушающие стабильность экосистем заповедника:

- Близость урбанизированных ландшафтов;
 - населенные пункты,
 - сеть автомобильных дорог общего пользования,
 - прилегающие сельскохозяйственные территории.
- Рост рекреационных нагрузок;
- Раздробленность территории и сложность выделенных границ заповедника.

Высокое воздействие данных факторов на устойчивость экосистем объясняется, прежде всего, специфичностью местоположения заповедника. Заповедник расположен на южном берегу Крымского полуострова, на территории крупного туристического центра Крыма, вблизи г. Ялта. Кроме того, существует проблема с определением точных границ заповедной территории.

Следует выделить 3 основные проблемы, без решения которых трудно говорить о дальнейшем стабильном существовании заповедника (Кобечинская и др., 2010):

- отсутствие четкого выделения границ территории заповедника;
- усиливающаяся с каждым годом рекреационная нагрузка в результате эколого-просветительной деятельности;
- воздействие антропогенного фактора на леса.

Первые две проблемы из перечисленных выше имеют непосредственное отношение к данному исследованию, так как некачественное управление и охрана заповедными территориями приводит к нарушению естественных экосистем.

Для комплексной оценки состояния природных комплексов были выбраны следующие компоненты природной среды: почвы и растительные сообщества. Данный

выбор обусловлен тем, что почвы являются отражением актуального и накопленного вреда экосистеме, а растительный мир тонко реагирует на изменение условий окружающей среды изменением морфологических характеристик растений и видового состава сообществ.

Почвенный покров является одним из важнейших компонентов наземных экосистем. Почва является депонирующим компонентом окружающей среды, отражающим загрязнение атмосферного воздуха на территории за длительный период времени (Korotchenko, 2021). В свою очередь, с помощью биоиндикации растительного покрова можно произвести оценку, как абиотических факторов, так и биотических факторов среды, анализируя, таким образом, условия обитания организмов наиболее комплексно (Mendybaev, Moldekova, 2020).

Объектом изучения в почвах является содержание тяжелых металлов. Концентрация тяжёлых металлов в различных средах – это один из геохимических маркеров процессов, происходящих в природной среде, а также маркер антропогенной деятельности (Терехова и др., 2017; Кононова и др., 2016). Тяжёлые металлы - это элементы с атомной массой от 50 до 238, от ванадия до урана (Водяницкий, 2008). В целях оценки состояния растительности территории исследования было проведено изучение видового состава растительных сообществ. Это позволяет оценить состояние экосистемы и наличие антропогенного воздействия на ее компоненты.

В силу специфики использования изучаемой территории, в работе был сделан акцент на рекреационное воздействие. Единственным разрешенным на данной территории видом деятельности является туристическая деятельность. Повышенная рекреационная нагрузка приводит к снижению устойчивости природно-территориальных комплексов. В результате использования территории в рекреационных целях в сообществе проходит смена характерных состояний, что дает возможность выделить отдельные стадии рекреационной дигрессии. Превышение рекреационной нагрузки на ООПТ может привести к уплотнению и эрозии почвы, угнетению травяного покрова, а затем и остальных ярусов растительности, к обеднению животного мира (Шарф, Лукьянова, 2020).

Актуальным является вопрос о возможном переходе Ялтинского горно-лесного природного заповедника в статус национального парка, вследствие высокой и слабо контролируемой рекреационной нагрузки на территорию ООПТ. Кроме того, возможная необходимость перехода заповедника в другой статус обусловлена близостью урбанизированных ландшафтов к заповедным территориям. Статус национального парка позволит разделить территорию заповедника на функциональные зоны с различным

уровнем разрешенной хозяйственной и иной антропогенной деятельности, что в перспективе может решить проблему с отсутствием зон особой охраны, предупреждающих антропогенное воздействие на заповедные территории ООПТ.

Примером такого перехода служит национальный парк «Красноярские столбы», который в 2019 году изменил статус заповедника на статус национального парка, в результате чего территория ООПТ была разделена на рекреационную зону, заповедную зону и зону особой охраны, разделяющую их. Данная мера позволила регламентировать свободное посещение экологических троп, а также обеспечить заповедные территории дополнительной защитой. Подобное изменение статуса ООПТ служит примером сочетания сохранения естественных природных систем с доступностью экологического туризма.

Таким образом, в данной работе будет рассмотрено антропогенное влияние на территорию Ялтинского горно-лесного заповедника в районе его основных экологических троп с использованием сочетания методов, которые позволяют комплексно оценить следы воздействия человека.

Апробация работы. Основные положения работы обсуждались на следующих конференциях:

1. Актуальные проблемы биологии и экологии, 20-24 марта 2023 г., г. Сыктывкар, ИБ КомиНЦ УрО РАН – Доклад на тему: «Оценка рекреационной нарушенности природно-территориальных комплексов в районе основных троп Ялтинского горно-лесного заповедника»;
2. Geological International Student Summit, 6-10 апреля 2023 г., г. Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный университет – Доклад на тему: «Оценка состояния почв в районе основных экологических троп Ялтинского горно-лесного заповедника»;
3. Международная научная студенческая конференция, 17-26 апреля 2023 г., г. Новосибирск, Новосибирский государственный университет – Доклад на тему: «Оценка рекреационной дигрессии в районе некоторых экологических троп заповедника «Ялтинский горно-лесной»;
4. Система управления экологической безопасностью, 19 мая 2023 г., г. Екатеринбург, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина – Доклад на тему: «Оценка видового разнообразия растительных сообществ в районе основных экологических троп Ялтинского горно-лесного заповедника».

ГЛАВА I. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

1.1 ООПТ И ОСОБЕННОСТИ ВЫДЕЛЕНИЯ ИХ ГРАНИЦ

В Федеральном законе «Об особо охраняемых природных территориях» приводится следующее определение ООПТ (ФЗ РФ №33, 1995 г.):

Особо охраняемые природные территории - участки земли, водной поверхности и воздушного пространства над ними, где располагаются природные комплексы и объекты, которые имеют особое природоохранное, научное, культурное, эстетическое, рекреационное и оздоровительное значение, которые изъяты решениями органов государственной власти полностью или частично из хозяйственного использования и для которых установлен режим особой охраны.

В Законодательстве Российской Федерации предусмотрено деление ООПТ с учетом особенностей их режима на следующие категории (ФЗ РФ №33, 1995 г.):

1. Государственные природные заповедники (в том числе биосферные);
2. Национальные парки;
3. Природные парки;
4. Государственные природные заказники;
5. Памятники природы;
6. Дендрологические парки и ботанические сады.

Государственные природные заповедники относятся к особо охраняемым природным территориям федерального значения. В границах государственных природных заповедников природная среда сохраняется в естественном состоянии и полностью запрещается экономическая и иная деятельность (ФЗ РФ №33, 1995 г.).

На государственные природные заповедники возлагаются следующие задачи (ФЗ РФ №33, 1995 г.):

- а. осуществление охраны природных территорий в целях сохранения биологического разнообразия и поддержания в естественном состоянии охраняемых природных комплексов и объектов;
- б. организация и проведение научных исследований;
- в. осуществление государственного экологического мониторинга (государственного мониторинга окружающей среды);
- г. экологическое просвещение и развитие познавательного туризма;
- д. содействие в подготовке научных кадров и специалистов в области охраны окружающей среды.

Национальные парки относятся к особо охраняемым природным территориям федерального значения. В границах национальных парков выделяются зоны, в которых

природная среда сохраняется в естественном состоянии и запрещается осуществление любой не предусмотренной настоящим Федеральным законом деятельности, и зоны, в которых ограничивается экономическая и иная деятельность в целях сохранения объектов природного и культурного наследия и их использования в рекреационных целях (ФЗ РФ №33, 1995 г.).

В целях установления режима национального парка осуществляется зонирование его территории с выделением (ФЗ РФ №33, 1995 г.):

а) заповедной зоны, которая предназначена для сохранения природной среды в естественном состоянии и в границах которой запрещается осуществление любой экономической деятельности;

б) особо охраняемой зоны, которая предназначена для сохранения природной среды в естественном состоянии и в границах которой допускаются проведение экскурсий, посещение такой зоны в целях познавательного туризма;

в) рекреационной зоны, которая предназначена для обеспечения и осуществления рекреационной деятельности, развития физической культуры и спорта, а также размещения объектов туристской индустрии, музеев и информационных центров;

г) зоны охраны объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации, которая предназначена для сохранения указанных объектов и в границах которой допускается осуществление необходимой для их сохранения деятельности, а также рекреационной деятельности;

д) зоны хозяйственного назначения, в границах которой допускается осуществление деятельности, направленной на обеспечение функционирования федерального государственного бюджетного учреждения, осуществляющего управление национальным парком, и жизнедеятельности граждан, проживающих на территории национального парка;

е) зоны традиционного экстенсивного природопользования, которая предназначена для обеспечения жизнедеятельности коренных малочисленных народов Российской Федерации и в границах которой допускается осуществление традиционной хозяйственной деятельности и связанных с ней видов неистощительного природопользования.

Важным является вопрос об установлении границ ООПТ. При установлении границ особо охраняемых природных территорий необходимо учитывать особенности природопользования на данной территории и расположение природных комплексов, которые нуждаются в охране.

На рисунке 1 представлена карта-схема границ Ялтинского горно-лесного природного заповедника согласно данным, представленным на официальном сайте ФГБУ «Заповедный Крым» (Заповедный Крым, эл. ресурс).



Рис.1. Карта-схема границ Ялтинского горно-лесного природного заповедника

Территория заповедника характеризуется кластерностью. С целью соблюдения режима особой охраны территории ООПТ из его границ были исключены автомобильные дороги, а также населенные пункты. В результате такого разделения большая площадь заповедника оказалась в непосредственной близости от урбанизированных территорий, которые могут оказывать воздействие на прилегающие охраняемые природные ландшафты. Таким образом, несмотря на соответствие выделенных границ законодательным нормам, установленным ФЗ РФ № 33, фактически подобное разграничение территорий не отвечает поставленным перед ООПТ задачам.

1.2 РАСТИТЕЛЬНОЕ СООБЩЕСТВО КАК ИНДИКАТОР АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Для оценки состояния качества окружающей среды в экологическом мониторинге применяется метод биоиндикации, который позволяет оценить состояние природных компонентов с использованием реакций живых систем различного уровня организации.

Биоиндикация – оценка качества среды обитания и ее отдельных характеристик по состоянию биоты в природных условиях. Соответствующий подбор организмов позволяет обнаруживать кратковременное или длительное воздействие загрязнителей. Индикационными свойствами помимо отдельных видов обладают и фитоценотические характеристики растительных сообществ в целом (Рассади́на, 2007).

Живым системам свойственна способность к саморегуляции, самоочищению, адаптации. Однако человеческое воздействие приводит к нарушению их гомеостаза и изменению характеристик популяций и сообществ. Возможность устойчивого существования живой системы обуславливается соответствующим ее потребностям качеством среды.

Преимуществом метода биондикации является то, что производится комплексная оценка состояния живых систем, учитывающая целый спектр различных абиотических и биотических факторов. Загрязнение природной среды носит комплексный характер. Интегральное влияние загрязнения есть возможность оценить только по реакции живых систем (организмов, популяций, сообществ).

Согласно Р. Шуберту выделяется шесть уровней биоиндикации (Опекунова, 2016):

- 1) биохимические и физиологические реакции;
- 2) анатомические, морфологические, биоритмические и поведенческие отклонения;
- 3) флористические, фаунистические и хорологические изменения;
- 4) ценотические изменения;
- 5) биогеоценотические изменения;
- 6) изменения ландшафтов.

Одним из уровней биоиндикационных исследований является флористический уровень. Негативное антропогенное воздействие на природные экосистемы проявляется в изменении их видового состава. Присутствие любого вида в составе сообщества носит случайно-детерминированный характер. Присутствие вида, его обилие, морфологические особенности и процессы жизнедеятельности зависят от того, насколько условия биотопа отвечают тем требованиям, которые он предъявляет к условиям существования. Обладая определенной устойчивостью к негативным воздействиям, виды формируют сообщества, отличающиеся биоразнообразием, которое может быть использовано для индикационных целей (Опекунова, 2016).

Показательными признаками данного уровня биоиндикации являются (Опекунова, 2016):

- 1) видовой состав, видовое разнообразие;
- 2) характер распространения вида;
- 3) популяционный анализ (определение продуктивности, плотности, динамики ареала, возрастной структуры, смертности, внутривидовой дифференциации и формирования различных популяций).

Проведение интегральной оценки качества среды необходимо для определения состояния биоресурсов, разработки стратегии рационального использования региона, расчета допустимых нагрузок на экосистемы (Жукова, 2014).

Информация, полученная при помощи методов биоиндикации, дополняет сведения о природной среде, полученные с использованием химических методов анализа. Совместное использование данных подходов позволяет оценить качество окружающей среды наиболее полно и комплексно, а также выявить взаимосвязь между содержанием загрязнителя и состоянием живых систем.

1.3 ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ КАК ИНДИКАТОР АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Оценка содержания тех или иных загрязнителей в компонентах природной среды позволяет оценить уровень антропогенного воздействия. Тяжелые металлы являются одним из наиболее репрезентативных индикаторов воздействия человека на природные комплексы (Терехова и др., 2017; Кононова и др., 2016).

Тяжелые металлы относят к одним из наиболее токсичных загрязняющих веществ (Alengebawu et al, 2021). Тяжелые металлы в почве представляют большую угрозу как для экосистем, так и для здоровья человека. Развитие индустриализации создало серьезную опасность загрязнения почвы тяжелыми металлами (Liu et al, 2022).

Тяжелые металлы - элементы с атомной массой больше 50 (Орлов, 1985). Выделяют следующий список элементов, которые относятся к тяжелым металлам: Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Ge, Mo, Cd, Sn, Sb, Te, W, Hg, Tl, Pb, Bi (Орлов и др., 2002).

Тяжелые металлы, как особая группа элементов, в химии почв выделяются из-за токсического действия, оказываемого на растения при высокой их концентрации. Валовое содержание тяжелых металлов до настоящего времени остается одним из основных показателей химического состава почв, а также является отправной точкой для определения степени ее загрязнения, как для сравнения с фоновыми уровнями содержания элементов или ПДК, так и для определения доли каких-либо форм соединений металлов (Водяницкий, 2012).

Загрязняющие вещества по опасности делятся на классы (СанПиН 2.1.7.1287-03, 2004):

- I класс (высоко опасные) – As, Cd, Hg, Se, **Pb**, F, бенз(а)пирен, **Zn**;
- II класс (умеренно опасные) – B, Co, **Ni**, Mo, **Cu**, Sb, **Cr**;
- III класс (мало опасные) – Ba, V, W, Mn, Sr, ацетофенон.

По пространственному распределению содержания тяжелых металлов в почвах можно определить наличие и характер источника антропогенного воздействия. Автомобильный транспорт обуславливает интенсивное поступление в почвы Zn, Cu, Pb (Касимов и др., 2014).

Вследствие того, что почва обладает способностью аккумулировать загрязняющие вещества, в ней целесообразно изучать содержание тяжелых металлов. Аккумуляция основной части загрязняющих веществ наблюдается преимущественно в гумусово-аккумулятивном почвенном горизонте, где они связываются алюмосиликатами, несиликатными минералами, органическими веществами за счет различных реакций взаимодействия (Джувеликян и др., 2009).

Для оценки уровня воздействия на территорию необходимо знать фоновые значения изучаемых элементов, то есть значения, которые характерны для территорий, не подверженных влиянию человека. В качестве таких территорий могут использоваться территории со схожими физико-географическими условиями с низким уровнем антропогенного воздействия.

Для оценки воздействия на здоровье человека в рамках экологической токсикологии для ряда химических элементов разработаны ОДК (ориентировочно допустимые концентрации) этих элементов для почв, различающихся по кислотности и гранулометрическому составу.

В связи с тем, что основным потенциальным видом воздействия на территорию исследования является воздействие автотранспорта, в настоящей работе были изучены следующие ТМ: Zn, Cu, Pb, Ni, Cr.

1.4 РЕКРЕАЦИОННАЯ НАГРУЗКА НА ООПТ

Оценка уровня рекреационной нагрузки на территорию особенно важна для ООПТ, на которых развита туристическая деятельность. Сохранение природных систем заповедных территорий невозможно без определения рекреационных нагрузок и установления пределов допустимого воздействия.

Рекреационная нагрузка – это количество отдыхающих, проходящих по единице площади на территории отдыха за единицу времени. Если рекреационная нагрузка перерастает в чрезмерную, то следует говорить о рекреационной дигрессии.

Рекреационная дигрессия – это изменение в природных комплексах под влиянием их интенсивного использования для отдыха населения (Борисова, 2017).

Одним из методов предупреждения дигрессии в рекреационных зонах является поддержание рекреационной нагрузки на природные комплексы на допустимом уровне. Не всякая нагрузка опасна для развития природного комплекса, а лишь сравнительно высокая, превышающая определенный критический предел (Солнцев, 1962).

Основным видом антропогенной деятельности, оказывающим воздействие на территорию ООПТ, является экологический туризм.

На данный момент отсутствуют общие стандарты и подходы для управления и мониторинга рекреационной деятельности на ООПТ (Mancini et al, 2022).

Экологический туризм на особо охраняемых природных территориях является перспективным и представляет большой потенциал для их развития. Экологический туризм и его принципы отражают концепцию устойчивого развития: сохранение этнографического статуса рекреационной территории; повышение экологической культуры участников экотуристической деятельности; сохранение биологического разнообразия рекреационных природных территорий; повышение уровня экономической устойчивости регионов (Бармин и др., 2017).

Данный вид туризма имеет важное значение для прибрежных территорий, как особых эколого-экономических систем, соединяющих сушу и морскую акваторию. Некорректное использование туристских ресурсов и непропорциональное развитие самой отрасли способно уничтожить экосистему прибрежных территорий, которые богаты разнообразными природными ландшафтами, уникальными климатическими факторами и богатой историей, что делает их высоко привлекательными для туристов (Беляева, 2018).

Актуальность развития экотуризма на прибрежных территориях Крыма обусловлена рядом имеющихся экологических проблем (Цимбал, Одаренко, 2016):

- неразумно проводится использование имеющегося природно-ресурсного потенциала;
- не разработана система природоохранных мер по сохранению окружающей среды полуострова;
- разрушение береговой линии, особенно в прибрежной рекреационной зоне;
- значительное антропогенное загрязнение атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод и почвы;
- накопление большого количества токсичных промышленных, сельскохозяйственных и бытовых отходов в населенных пунктах и рекреационных зонах;

— значительная рекреационная и экологическая перегрузка традиционных курортов на фоне существенных проблем в освоении новых перспективных курортных зон.

Решить обозначенные проблемы возможно только на основе комплексного подхода к развитию экологически-ориентированного туризма, вследствие чего в рамках данной работы проведена оценка рекреационной нагрузки и рекреационной дигрессии, сочетающая несколько различных методов, включающих: трамплеометрический метод, метод оценки рекреационной дигрессии Н.С. Казанской и интегральная методика оценки нарушенности ПТК (Арестова и др., 2022).

ГЛАВА II. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

2.1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОБЪЕКТЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Государственный природный заповедник «Ялтинский горно-лесной» расположен на территории Республики Крым, занимает южный склон Главной гряды Крымских гор, вытянутых с запада на восток.

Ялтинский горно-лесной природный заповедник создан постановлением правительства Российской Федерации от 13.09.2018 года № 1091 «О создании особо охраняемых природных территорий федерального значения на территории Республики Крым» и находится в управлении ФГБУ «Объединенная дирекция ООПТ «Заповедный Крым». Особый природоохранный статус территория получила в 1973 году (Бондаренко, Багрикова, 2021).

Общая площадь заповедника составляет 14 176 га (Заповедный Крым, эл. ресурс). Территория заповедника вытянута вдоль побережья Черного моря на 40 км. Максимальная абсолютная отметка заповедника – 1320 м. На рисунке 2 представлена карта, отражающая расположение заповедника в Республике Крым.

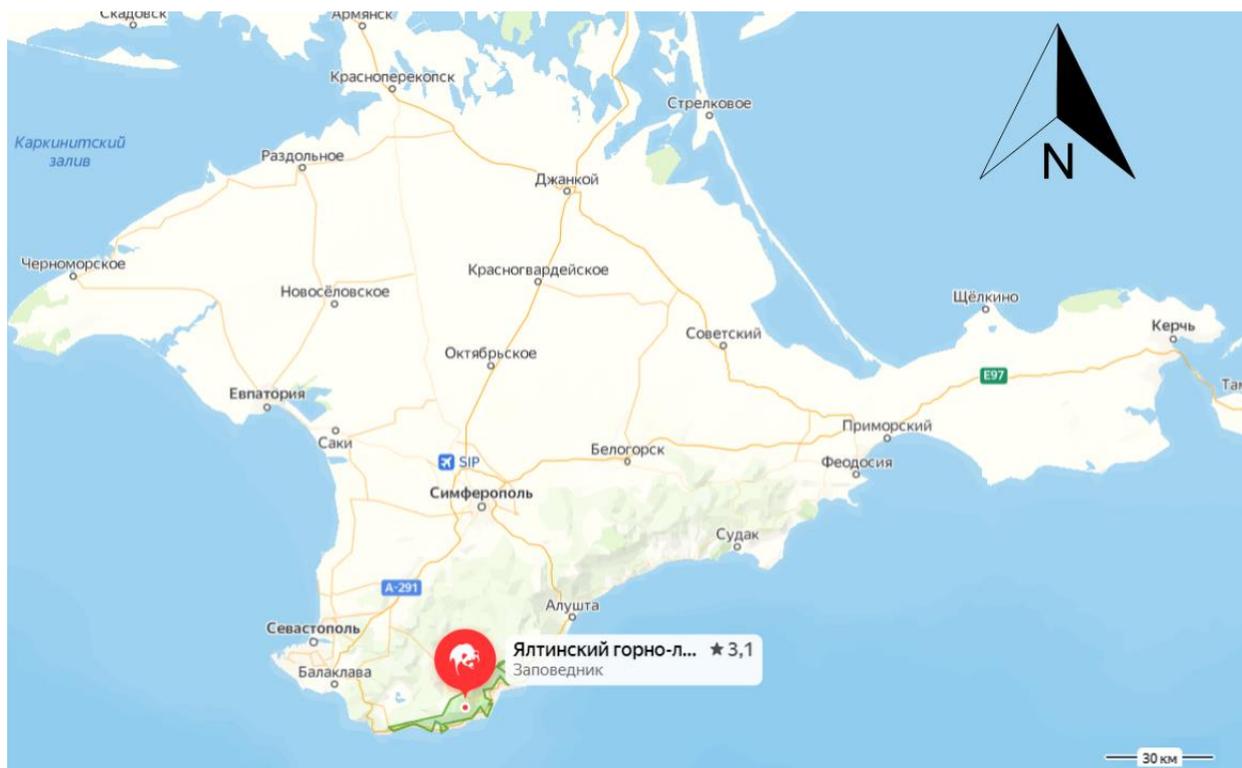


Рис.2. Карта территориального расположения Ялтинского горно-лесного природного заповедника в Республике Крым

Заповедник организован с целью сохранения в естественном состоянии типичных и уникальных природных комплексов горного Крыма, для улучшения почвозащитных, водоохраных, бальнеологических и эстетических свойств горных лесов, изучения в них

естественного течения природных процессов и явлений, а также обеспечения их охраны (ООПТ России, эл. ресурс).

Полевые работы были проведены на территории заповедника, прилегающей непосредственно к городу Ялта. Именно в данной области заповедника расположены самые туристически-нагруженные экологические тропы и проходят крупные автомобильные дороги: Бахчисарайское шоссе (связывает город Ялту и город Бахчисарай) и Южнобережное шоссе (проходит по Южному берегу Крыма от города Алушта до города Форос).

В настоящее время на территории ООПТ действует режим особой охраны, любые виды природопользования, кроме рекреационного, находятся под запретом.

2.2 КЛИМАТ

Климат заповедника в нижней части близок к средиземноморскому, в верхней части заповедника климат умеренный, влажный. Среднегодовая температура — $+13^{\circ}\text{C}$, средняя температура января — $+3,5^{\circ}\text{C}$, июля — $+24^{\circ}\text{C}$. Безморозный период длится 247 дней, среднее количество дней со снеговым покровом — 11. Среднегодовое количество осадков — 550-560 мм. На яйлах климат умеренно прохладный горный: среднегодовая температура $+5,7^{\circ}\text{C}$, средняя температура января — -4°C , июля — $+15,4^{\circ}\text{C}$. Безморозный период имеет продолжительность 150-160 дней, снежный покров держится 110 дней, среднегодовое количество осадков 960-1050 мм (Заповедники и национальные парки мира, эл. ресурс).

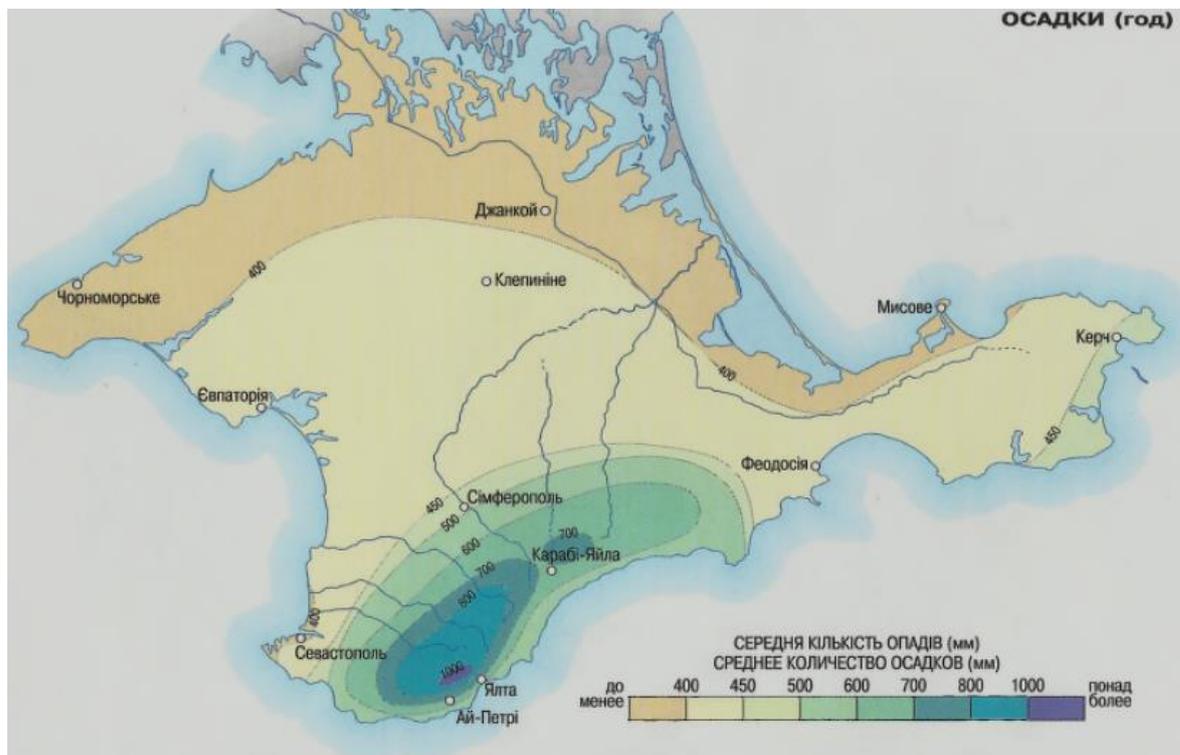


Рис.3. Карта осадков в течение года Республики Крым (Багров, Руденко, 2003)

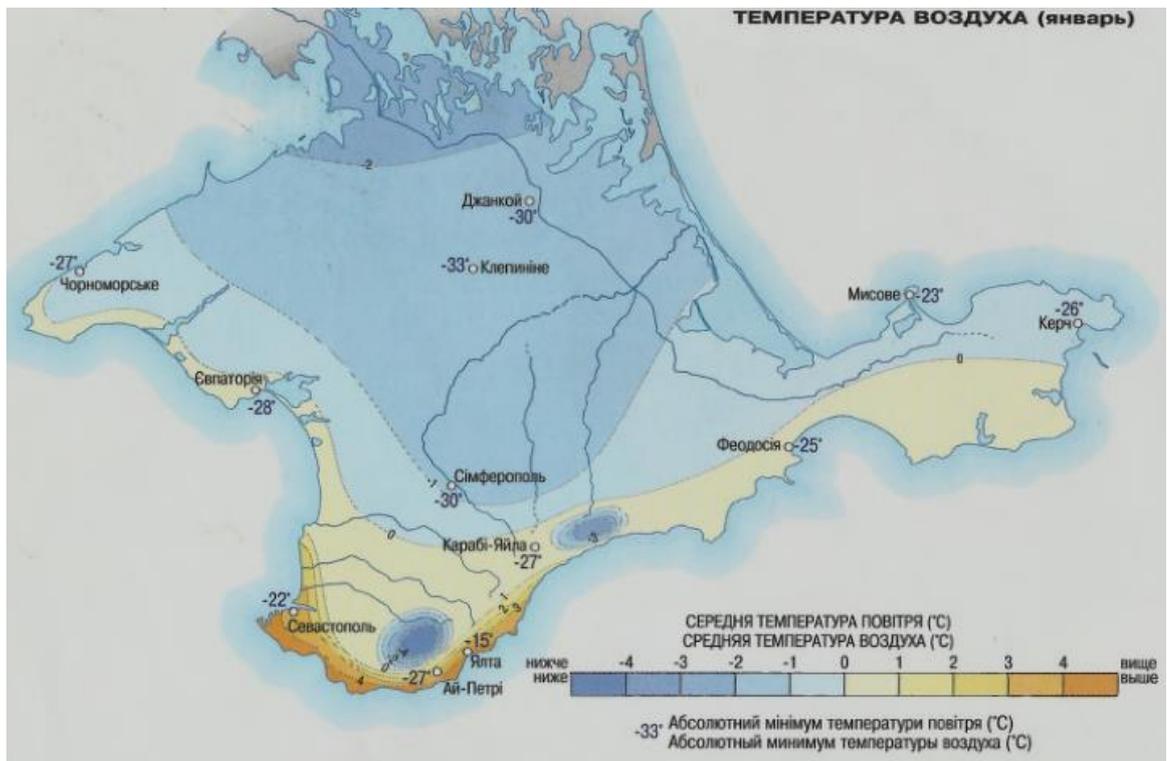


Рис.4. Карта средних температур воздуха за январь Республики Крым (Багров, Руденко, 2003)

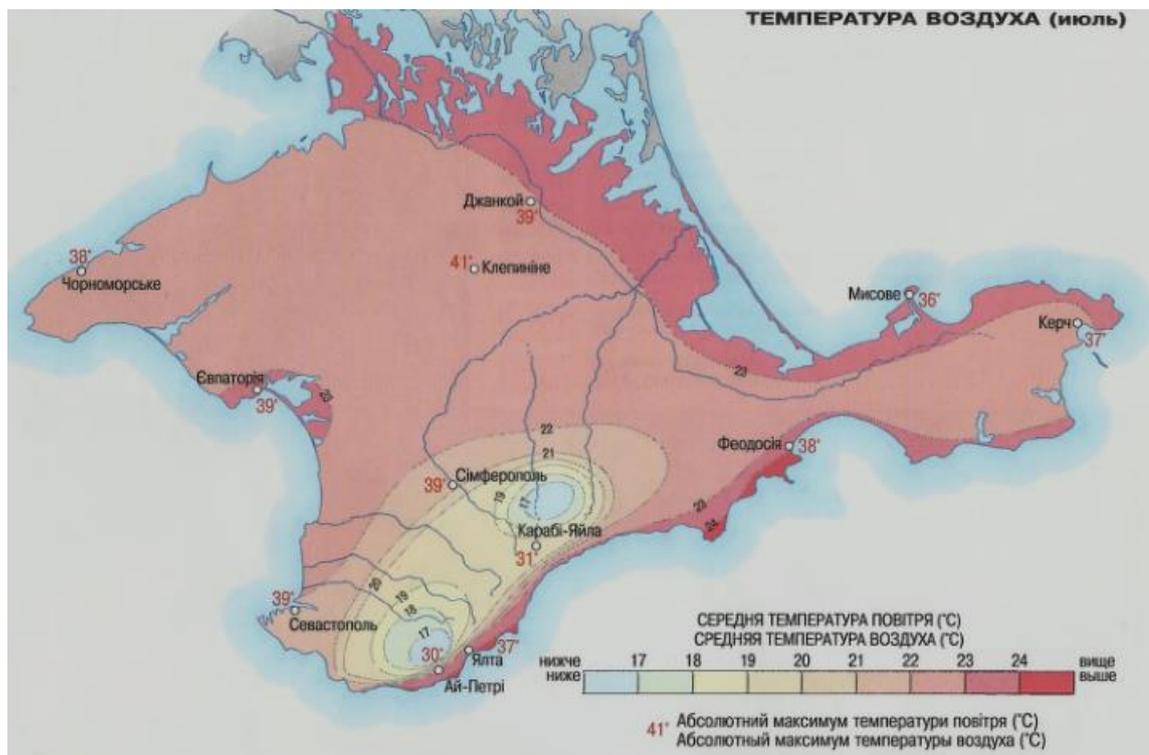


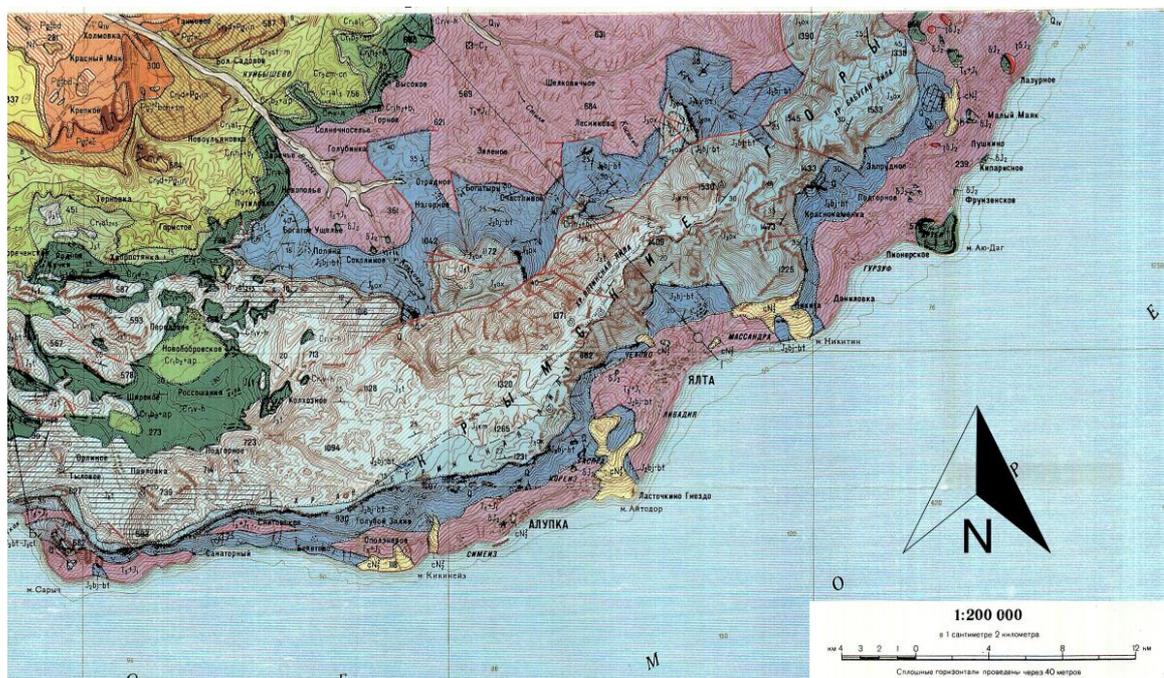
Рис.5. Карта средних температур воздуха за июль Республики Крым (Багров, Руденко, 2003)

2.3 ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ

Заповедник занимает южный склон Главной гряды гор, простирающихся с юго-запада на северо-восток и сложенных породами разных возрастов (Заповедный Крым, эл. ресурс).

Наиболее древние из них образуют основание гряды и представляют собой триасовые темно-серые, коричневые и черные аргиллиты, чередующиеся с алевролитами и пластами песчаника иногда с включением конгломератов (Заповедный Крым, эл. ресурс).

Вместе с триасовыми эти отложения относятся к Таврической свите и образуют нижнюю часть Главной гряды до высоты 400 м над уровнем моря, обнажаясь в виде пологих и крутых темно серых глинистых осыпей или известняковых скал. Выше пород Таврической свиты в районе заповедника вся Главная гряда сложена серыми верхнеюрскими известняками (Заповедный Крым, эл. ресурс).



	Титовский ярус: а-известняки слоистые и брекчиевидные, б-глины с прослоями известняков, песчаников и сидеритов, в-конгломераты и песчаники
	Кимериджский ярус. Известняки
	Оксфордский ярус: а-известняки слоистые и рифовые, б-конгломераты и песчаники
	Средний отдел, батский ярус-верхний отдел, келловейский ярус. Глины с сидеритами
	Баяосский-батский ярусы: а-туфо-лавовая толща, б-глины с сидеритами, песчано-глинистый флиш, песчаники
	Триасовая система, верхний отдел и юрская система, нижний отдел, Таврическая серия. Песчано-глинистый флиш, глины с сидеритами

Рис.6. Фрагмент геологической карты СССР, включающий территорию исследования (Геологическая библиотека, эл. ресурс)

В районе работ наблюдаются следующие породы: песчано-глинистые флишевые отложения, песчаники, глины и известняки.

2.4 РЕЛЬЕФ

Рельеф территории заповедника гористый, сильно изрезанный многочисленными глубокими оврагами, каньонообразными долинами небольших рек. В нижней части гряды преобладают склоны крутизной около 10° и выровненные участки; в средней и верхней частях гряды – более крутые склоны – $30-40^\circ$, часто обрывистые (Потапова и др., 2019).

На территории Ялтинского горно-лесного природного заповедника представлен широкий спектр опасных экзогенных геоморфологических процессов. К основным факторам, определяющим развитие геоморфологических процессов на данной территории, можно отнести структурно-тектоническое положение, геологическое и гидрогеологическое строение территории, климатические условия, современный рельеф и особенности антропогенного освоения. На изученной территории можно выделить следующие активно развивающиеся опасные процессы, которые представляют значительную угрозу для рекреационной деятельности: карст и суффозия, флювиальные, склоновые, а именно оползневые, обвальноосыпные и лавины (Кедич и др., 2019).

2.5 ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ

Почвенный покров территории заповедника характеризуется спецификой горного почвообразования, что обусловлено особенностями геоморфологических, литологических и биоклиматических факторов при изменяющемся градиенте высот (Драган, 2009).

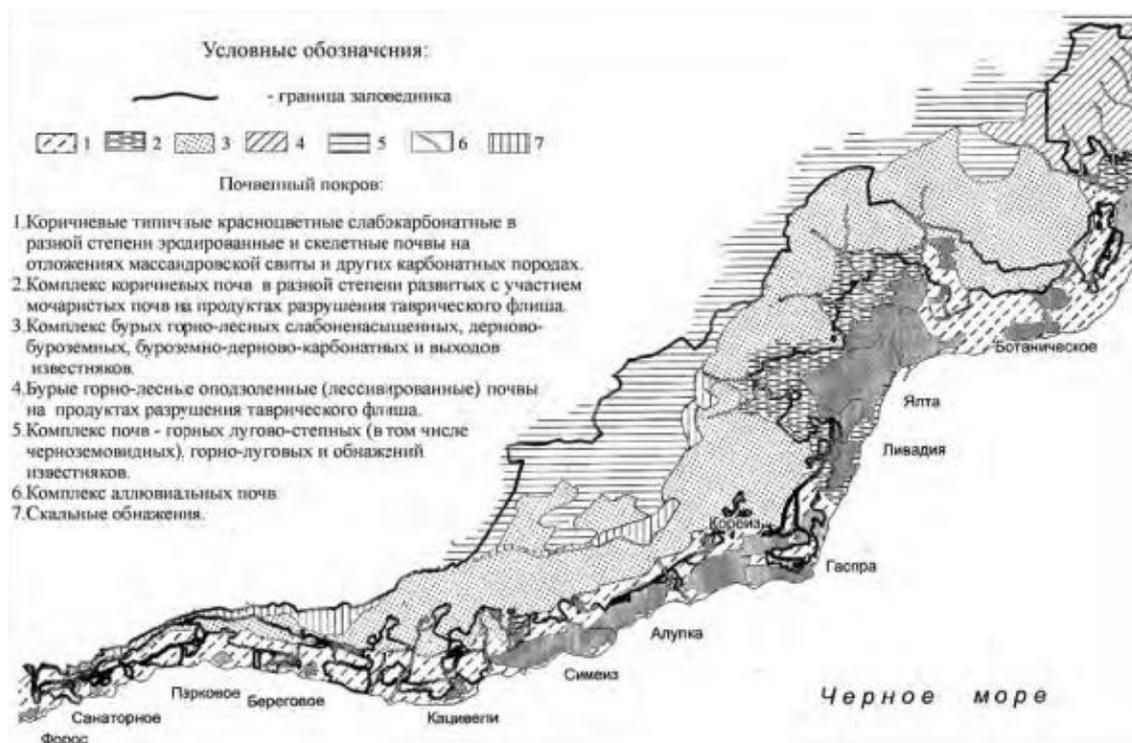


Рис.7. Почвенная карта Ялтинского горно-лесного заповедника (Драган, 2009)

Почвенный покров представлен высотной сменой зональных и сопутствующих им интразональных почв. Высотнопоясное их распределение обусловлено биоклиматическими факторами. Внутризональная пространственная дифференциация почв определяется влиянием форм мезо- и микрорельефа и распределением почвообразующих пород. Мезо- и микроструктура почвенного покрова характеризуется мозаичностью (Драган, 2009).

В зоне горных лесов под дубовыми и буковыми лесами развиваются бурые горно-лесные почвы, а под сосняками – горно-лесные почвы. На яйлах, т. е. в зоне горных степей и лугов, распространены горно-степные выщелоченные черноземы, перегнойно-карбонатные и горно-луговые черноземовидные почвы, которые отличаются плодородием. Пестрая картина состава почв наблюдается в приморской зоне южного склона Главной гряды Крымских гор. Однако наибольшее распространение здесь имеют коричневые, коричнево-солонцеватые и бурые остепненные виды почвы на глинистых сланцах, а также коричневые, бурые остепненные, коричневые солонцеватые и солончаковые почвы. Встречаются также и бурые горно-лесные типы почвы (Государственный доклад, 2013).

Ландшафтные уровни	Природные зоны	Высота над у. моря, м	Средние многолетние показатели климата			Почвы
			Сумма $t^{\circ}C > 10^{\circ}$	Осадки за год, мм	Ку*	
Предгорный южного макросклона	Полусубтропические леса	0-400	3655-3940	400–550	0,6	Коричневые ксерофитных субтропических лесов
Среднегорный южного макросклона	Широколиственные и сосновые леса	400-1300	2675-2700	560–675	0,6–1,1	Бурые горные лесные слабо-насыщенные и лессивированные
Среднегорный водораздельный (яйлинский)	Горные степи и лесостепи	600-1000	2000	720	1,0	Горные лугово-степные
	Горные луга лесостепи	1000-1500	1800	960	1,8	Горно-луговые

Рис.8. Классификация почв Ялтинского горно-лесного заповедника (Драган, 2009)

В районе исследования наблюдаются в основном коричневые почвы, которые при увеличении высоты над уровнем моря переходят в бурые горно-лесные почвы.

2.6 ГИДРОГРАФИЯ

Заповедник беден поверхностными водами, однако практически все реки Крыма берут начало в горной его части. Речная сеть наиболее развита на высотах 600–1000 м над

уровнем моря, где находятся большинство источников, образующих начало ручьев и рек, густота речной сети в горах составляет 0,70–1,0 км/км² (Заповедный Крым, эл. ресурс).

Все реки заповедника из-за их небольших бассейнов, незначительной длины и малой водности относятся к рекам горного типа. Водоупорные глинистые сланцы, слагающие склоны приморской части заповедника, почти всю влагу выпадающих на них осадков отдают в поверхностный сток (Заповедный Крым, эл. ресурс).

Наиболее крупные реки заповедника: Хастобаш, Учан-Су, Дерекойка, Авуендаю. Они текут по западной части заповедника. Длина каждой из них составляет 7-10 км.

На яйле выпадает самое большое количество атмосферных осадков - около 980-1050 мм. Но вследствие своеобразности геологического строения и рельефа самой яйлы большое количество осадков не задерживается на поверхности. Гидрологический режим яйлы в случае отсутствия водозадерживающего горизонта связан в основном с подземным стоком. Во время ливней или интенсивного таяния снега реки переполняются, а в засушливые года мелеют и высыхают (Заповедный Крым, эл. ресурс).

2.7 РАСТИТЕЛЬНЫЙ МИР

На территории заповедника выявлено около 1400 видов сосудистых растений, что составляет 49% от всей флоры Крыма, свыше 180 видов мхов, более 330 лишайников и 230 видов грибов. Значительная их часть имеет высокий природоохранный статус (Бондаренко, 2019).

143 вида растений заповедника занесены в «Европейский Красный список животных и растений, находящихся под угрозой уничтожения в мировом масштабе», 49 видов растений находятся в Красной книге Российской Федерации (2008, 2017), 150 видов растений занесено в Красную книгу Республики Крым (2015) (Бондаренко, 2019).

2.8 ЖИВОТНЫЙ МИР

Современное животное царство заповедника сравнительно бедно. В Ялтинском горно-лесном заповеднике выявлено 36 видов млекопитающих, 96 видов птиц, 11 видов пресмыкающихся, 4 вида земноводных, 19 видов моллюсков, 135 видов пауков и свыше 430 видов насекомых (Заповедный Крым, эл. ресурс).

На территории заповедника отмечено 142 вида фауны, занесенных в «Европейский Красный список животных и растений, находящихся под угрозой уничтожения в мировом масштабе», 38 видов фауны, охраняемых Красной книгой Российской Федерации (2008, 2017), 75 видов фауны занесено в Красную книгу Республики Крым (2015). Высоким уровнем эндемизма – 44% эндемов Крыма подтверждается роль заповедника, как биогенетического резервата (Бондаренко, 2019).

ГЛАВА III. МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

В данном исследовании были использованы следующие полевые методы: отбор проб почвы, применение методов оценки рекреационной нагрузки на особо охраняемых природных территориях (трамплеометрический метод, методика оценки рекреационной нагрузки Казанской, интегральная методика оценки нарушенности ПТК), применение методов описания растительных сообществ и определения видов растений, отобранных в гербарий.

В рамках лабораторного этапа работ был произведен анализ отобранных образцов почв на кислотность и на содержание в них тяжелых металлов.

3.1 МЕТОДЫ ПОЛЕВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Полевые работы проводились на территории заповедника «Ялтинский горно-лесной» в период с 16 по 22 июля 2022 года.

Координаты точек наблюдения регистрировались при помощи GPS-навигатора Garmin GPSmap 62stc. В течение полевого этапа исследований велся полевой дневник. На рисунке 9 изображена карта-схема границ заповедника и район полевых работ.



Рис.9. Карта границ Ялтинского горно-лесного заповедника

Точки наблюдения располагались на экологических тропах Боткинская, Штангеевская и Ставрикайская, которые являются одними из наиболее посещаемых троп

в данном заповеднике в силу близкого расположения к крупному туристическому центру Южного берега Крыма – городу Ялте. Для оценки антропогенного воздействия на лесные комплексы заповедника были проложены два профиля, перпендикулярных Бахчисарайскому шоссе, пересекающего территорию заповедника. На рисунке 10 представлена карта-схема точек наблюдения на территории заповедника с указанием методик полевых работ, которые были проведены на данных точках.

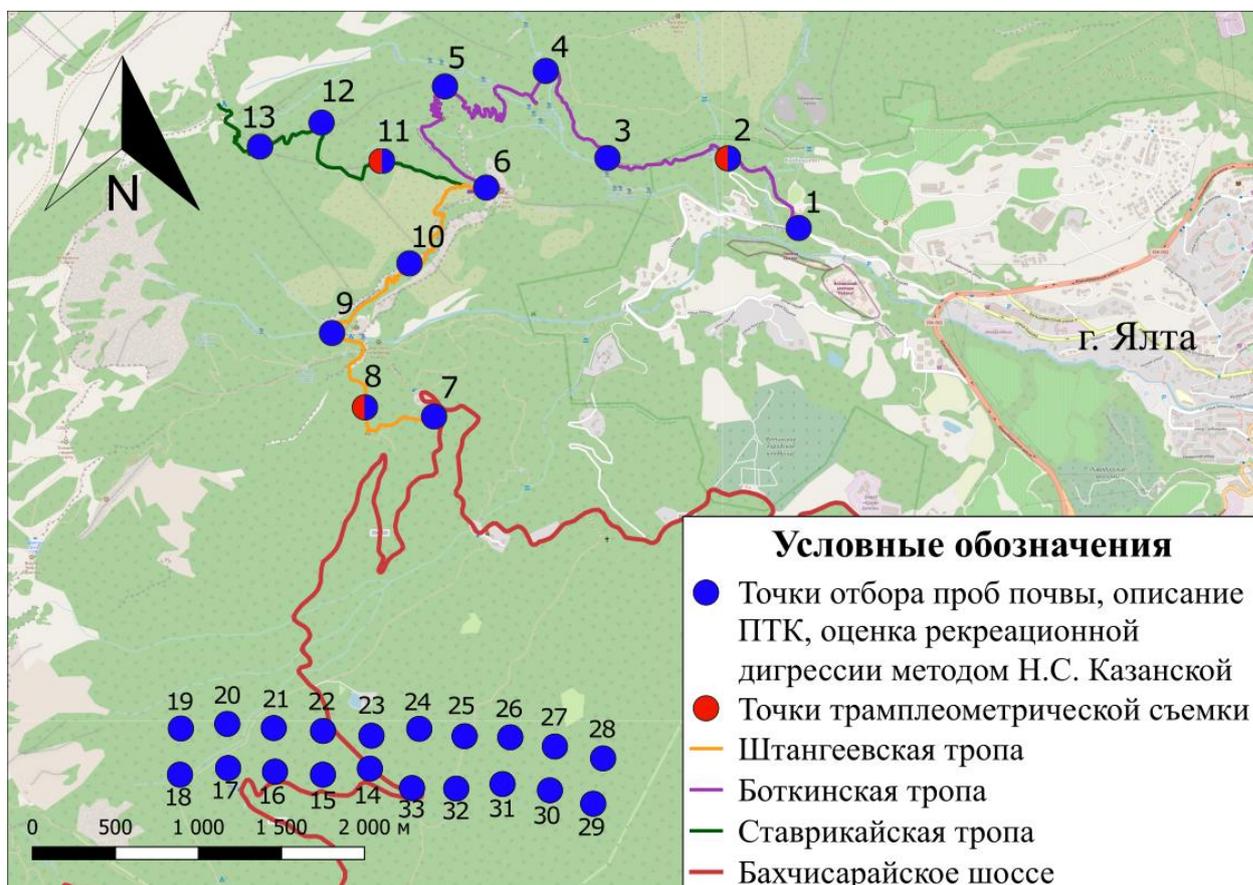


Рис.10. Карта-схема фактического материала

Отбор проб почвы

Отбор проб почвы производился методом конверта согласно ГОСТ 17.4.3.01-2017. Точечные пробы были взяты с глубины 0-20 см в полиэтиленовый герметичный пакет. Проба в обязательном порядке подписывалась с указанием даты пробоотбора, номера точки наблюдения и фамилии отбирающего пробу.

Составление бланков геоботанических описаний

На каждой точке наблюдения производилось описание фитоценоза соответствующей местности по бланку описания (Сенькин и др., 2000). Составление геоботанического описания производилось на выделенной площадке 20*20 м. В бланке описания оценивались различные характеристики растительности, учитывалось

положение в рельефе, характерные признаки антропогенного и техногенного воздействия, миграционные потоки и другое.

Был произведен отбор видов растений для составления гербария.

Методики оценки рекреационной нагрузки

В рамках полевого этапа проводилась оценка рекреационной нагрузки с использованием трамплеометрического метода и рекреационной дигрессии с использованием шкалы Н.С. Казанской и интегральной методики оценки нарушенности ПТК.

Трамплеометрический метод заключается в следующем: в почву через равные интервалы втыкаются тонкие малозаметные кусочки проволоки длиной около 5 см. Расстояние между проволочками находится в прямой зависимости от интенсивности вытаптывания и в обратной – от размеров всего исследуемого участка рекреационного ландшафта. Через некоторое время определяется число проволочек, погнутых посетителями заповедника (Серова, Кулагин, 2017).



Рис.11. Внешний вид проволоч, которые используются при проведении трамплеометрического метода

По экспериментальным данным автора методики, А.С. Сорокина, зависимость числа погнутых проволочек (y) от нагрузки (x), определяемой количеством человек в 1 час на 1 га площади, выражается рядом величин, представленных в таблице 1.

Таблица 1. Экспериментальные данные автора методики, А.С. Сорокина (Серова, Кулагин, 2017)

Число погнутых проволоч, у	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15
Количество человек, х	4	8	12	16	21	26	31	37	43	50	100

Для оценки рекреационной дигрессии также использовалась методика Н.С. Казанской, согласно которой выделяется 5 стадий дигрессии (Казанская, 1977). Для определения стадии дигрессии используются следующие показатели: мощность и стадия разложения подстилки, состояние подроста, развитие тропинойной сети.

Первая стадия дигрессии характеризуется ненарушенной, пружинящей под ногами подстилкой, полным набором характерных для данного типа леса травянистых видов, многочисленным разновозрастным подростом. В елово-широколиственных и широколиственных лесах на этой стадии дигрессии присутствуют эфемероиды.

На **второй стадии** дигрессии намечаются тропинки, которые занимают еще не более 5% площади. Начинается вытаптывание подстилки и проникновение опушечных видов под полог леса.

На **третьей стадии** дигрессии выбитые участки занимают до 10—15% всей площади. Мощность подстилки значительно уменьшена. Последнее обстоятельство вместе с увеличением освещенности, связанным с начавшимся изреживанием верхнего полога, подроста и подлеска приводит к внедрению луговых и сорных видов под полог леса. Сохранившийся подрост мало дифференцирован, почти нет всходов ценообразующих пород.

На **четвертой стадии** дигрессии лесной биогеоценоз приобретает своеобразную структуру, заключающуюся в чередовании куртин подроста и подлеска, отграниченных полянами и тропинками. На полянах полностью разрушается подстилка, разрастаются луговые травы, происходит задернение почвы. Подрост остается только под защитой куртин; жизненность его очень низка. Выбитые участки занимают 15—20% площади.

На **пятой стадии** дигрессии выбитая площадь увеличивается до 60—100% территории. Значительная часть площади лишена растительности, сохраняются лишь пятна, фрагменты сорняков и однолетников. Подрост почти полностью отсутствует. Разно увеличена освещенность под пологом. Все сохранившиеся взрослые деревья — больные или с механическими повреждениями, у значительной их части (Казанская, 1977).

Также проводилась оценка нарушенности ПТК по 5-ти балльной шкале, которая предусматривает анализ состояния различных компонентов (Арестова и др., 2022):

1. Характеристика растительного покрова (общее проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса; количество видов сосудистых растений; соотношение коренных и синантропных видов; состояние подроста; жизненность растений);

2. Характеристика почвенного покрова (мощность подстилки, степень разложения и состояние подстилки);

3. Степень обустроенности территории (наличие дорожной сети, виды дорог; густота тропинойной сети, степень вытоптанности; наличие инфраструктуры, замусоренность, характер жилой застройки).

Каждый компонент оценивается с помощью системы баллов от 1 до 5, после чего производится расчет среднего арифметического значения, характеризующего степень деградации ПТК. В зависимости от значения среднего арифметического природному комплексу присваивается соответствующая стадия дигрессии (Арестова и др., 2022). Составленные для оценки стадий нарушенности ПТК шкалы приведены в Приложении. Данная методика была разработана для территории Южно-Курильских островов.

В рамках работы было проведено сравнение полученных значений стадий дигрессии по двум различным методикам. Это позволяет более корректно оценить стадии дигрессии сообществ.

3.2 ЛАБОРАТОРНЫЙ АНАЛИЗ ПРОБ

Первичная подготовка проб почв осуществлялась на базе лаборатории пробоподготовки и пробообработки отдела по направлениям география, геология, геоэкология и почвоведение Института наук о Земле Санкт-Петербургского государственного университета. Все пробы были доведены до воздушно-сухого состояния, а затем измельчены до пылеватого, тонкозернистого состояния для равномерного распределения по дну рабочего контейнера, помещаемого в анализатор. Измельчение проб производилось с помощью фарфоровых пестика и ступки.

Анализ проб почвы на содержание тяжелых металлов

Анализ проб почв проводился рентгенофлуоресцентным методом с помощью рентгеновского анализатора AP-104 (далее – анализатор) на базе лаборатории пробоподготовки и пробообработки отдела по направлениям география, геология, геоэкология и почвоведение Института наук о Земле Санкт-Петербургского государственного университета. Анализатор предназначен для экспрессного одновременного определения массовой доли четырех химических элементов с атомными номерами от 22 до 42 и от 73 до 83 в измельченных пробах, с крупностью зерен до 3 мм

(Грабовский, 1991). В таблице 2 представлены погрешности и пороги обнаружения для рассматриваемых в данной работе элементов.

Таблица 2. Результаты расчёта погрешности и порога обнаружения для изучаемых тяжёлых металлов

	Ni ppm	Cr ppm	Pb ppm	Zn ppm	Cu ppm
Погрешность	4	5	2	4	5
Порог обнаружения	15	13	7	35	13

В результате обработки данных, полученных в ходе анализирования проб, было определено содержание тяжелых металлов и металлоидов (Ni, Cr, Pb, Zn, Cu, As) в почвах исследуемой территории. Содержание мышьяка во всех пробах оказалось ниже порога обнаружения анализатора (менее 5 ppm). Выбор данных элементов обоснован тем, что они являются главными индикаторами антропогенного воздействия на среду (Терехова и др., 2017; Кононова и др., 2016).

Анализ проб почвы на кислотность

Кислотность почв определялась на базе учебной лаборатории физико-химического анализа Отдела по направлениям география, геология, геоэкология и почвоведение Управления технического обеспечения образовательных программ Института наук о Земле Санкт-Петербургского государственного университета.

Определение pH почвы осуществлялось с помощью иономера «Эксперт-001». При определении pH в водной вытяжке или суспензии определяется активная кислотность почвы, а при определении pH в солевой вытяжке или суспензии — потенциальная кислотность (Опекунова и др., 2014).

3.3 КАМЕРАЛЬНАЯ ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ

Камеральный этап заключался в обработке полученных результатов, создании карт-схем распределения тяжёлых металлов в почвах, расчёте суммарного показателя загрязнения почв, построении гистограмм распределения металлов в почвах и оформлении гербария.

В рамках камерального этапа исследования было произведено определение отобранных видов растений при помощи литературы. Для определения растений использовались определители высших растений Крыма (Рубцов и др., 1972; Вахрушева, Воробьева, 2021; Вахрушева, Воробьева, 2022), а также международная база данных видов растений «Euro-Med Plantbase» (The Euro+Med PlantBase, эл. ресурс).

Также были проведены консультационные занятия с кандидатом биологических наук, доцентом, заведующим кафедрой геоботаники Мириным Денисом Моисеевичем, в ходе которых происходило уточнение видовых названий гербарных растений и

определение тех видов, которые не были определены в рамках полевого этапа работ. Формирование корректных представлений о видовом составе растительности на изучаемой площади позволяет провести фитоиндикационные работы по получившимся бланкам геоботанических описаний.

Для выявления закономерностей распространения тяжелых металлов производился расчёт суммарного показателя загрязнения почв по формуле, которая представляет собой аддитивную сумму превышений коэффициентов концентрации K_c над фоновыми значениями, характерными для исследуемой территории (Саэт и др., 1990):

$$Z_c = (\sum_{i=1}^n K_{ci}) - (n - 1), \text{ где}$$

где K_{ci} - коэффициент концентрации, n – число элементов в ассоциации с $K_c > 1$.

Коэффициент концентрации K_{ci} рассчитывается по формуле:

$$K_{ci} = \frac{C_i}{C_\phi},$$

где C_i - фактическое содержание определяемого i -го элемента, C_ϕ – фоновое содержание элемента.

В таблице 3 представлена ориентировочная оценочная шкала опасности загрязнения почв по суммарному показателю загрязнения, утвержденной в МУ 2.1.7.730-99.

Таблица 3. Уровни загрязнения почвенного покрова по суммарному загрязнению тяжелыми металлами (МУ 2.1.7.730-99, 1999)

Уровень загрязнения	Суммарный показатель загрязнения почв (Z_c)	Воздействие на здоровье человека
Низкий	8–16	Наиболее низкие показатели заболеваемости детей, частота встречаемости функциональных отклонений минимальна
Средний	16–32	Повышение уровня общей заболеваемости населения
Высокий	32–128	Высокий уровень общей заболеваемости, рост числа часто болеющих детей, детей с хроническими заболеваниями, нарушениями функционального состояния сердечно-сосудистой системы

Очень высокий	>128	Высокий уровень заболеваемости детей, нарушение репродуктивной функции женщин (увеличение токсикоза беременности, преждевременных родов, мертворождаемости, гипотрофии новорожденных)
---------------	------	---

Производилось сравнение полученных концентраций элементов с ОДК (СанПиН 1.2.3685-21, 2021) в почвах (для близких к нейтральным и нейтральным почвам суглинистого и глинистого состава): ОДК Cu – 132 ppm, Zn – 220 ppm, Pb – 130 ppm, Ni – 80 ppm.

Кроме того, для наглядного представления пространственного размещения точек отбора проб и иллюстрирования изменения содержаний тяжелых металлов в зависимости от удалённости от потенциальных источников воздействия были построены карты-схемы распределения содержания Zn, Cu, Pb, Ni и Cr в почвах по отношению к значениям ОДК данных элементов, а также карта-схема суммарного показателя загрязнения почв данной территории. Для построения карт-схем использовалась программа QGIS 3.20.3. Для создания карт, в первую очередь, создаются базы данных с координатами точек пробоотбора и данных о содержаниях изучаемых тяжелых металлов на данных точках, полученные в результате анализа. Анализ полученных карт позволяет выявлять места наибольшей концентрации тяжелых металлов в почвах.

Была проведена статистическая обработка полученных результатов. Установление характера распределения было выполнено с помощью теста Харке-Бера (ХБ), который устанавливает соответствие эксцесса и асимметрии нормальному и логнормальному распределению по следующей формуле:

$$ХБ = \left(\frac{n}{6}\right) * \left(S^2 + \frac{C^2}{4}\right),$$

где n – количество наблюдений в выборке, S – асимметрия выборки, C – эксцесс выборки.

При нулевой гипотезе нормальности и логнормальности тестовая статистика ХБ следует распределению хи-квадрат с 2 степенями свободы (параметр P). Если значение P больше уровня значимости (0,05), то выборка подчиняется нормальному или логнормальному распределению.

ГЛАВА IV. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате проведенных исследований на территории Ялтинского горно-лесного заповедника было описано 33 площадки, 13 из которых располагались на экологических тропах, а 20 в лесном массиве заповедника. На каждой точке наблюдения были отобраны пробы почвы для исследования на содержание в них тяжёлых металлов, а также на каждой точке производилось описание растительного сообщества согласно бланку описания. Кроме того, на каждой точке наблюдения производилась оценка рекреационной нагрузки на местность методом Н.С. Казанской.

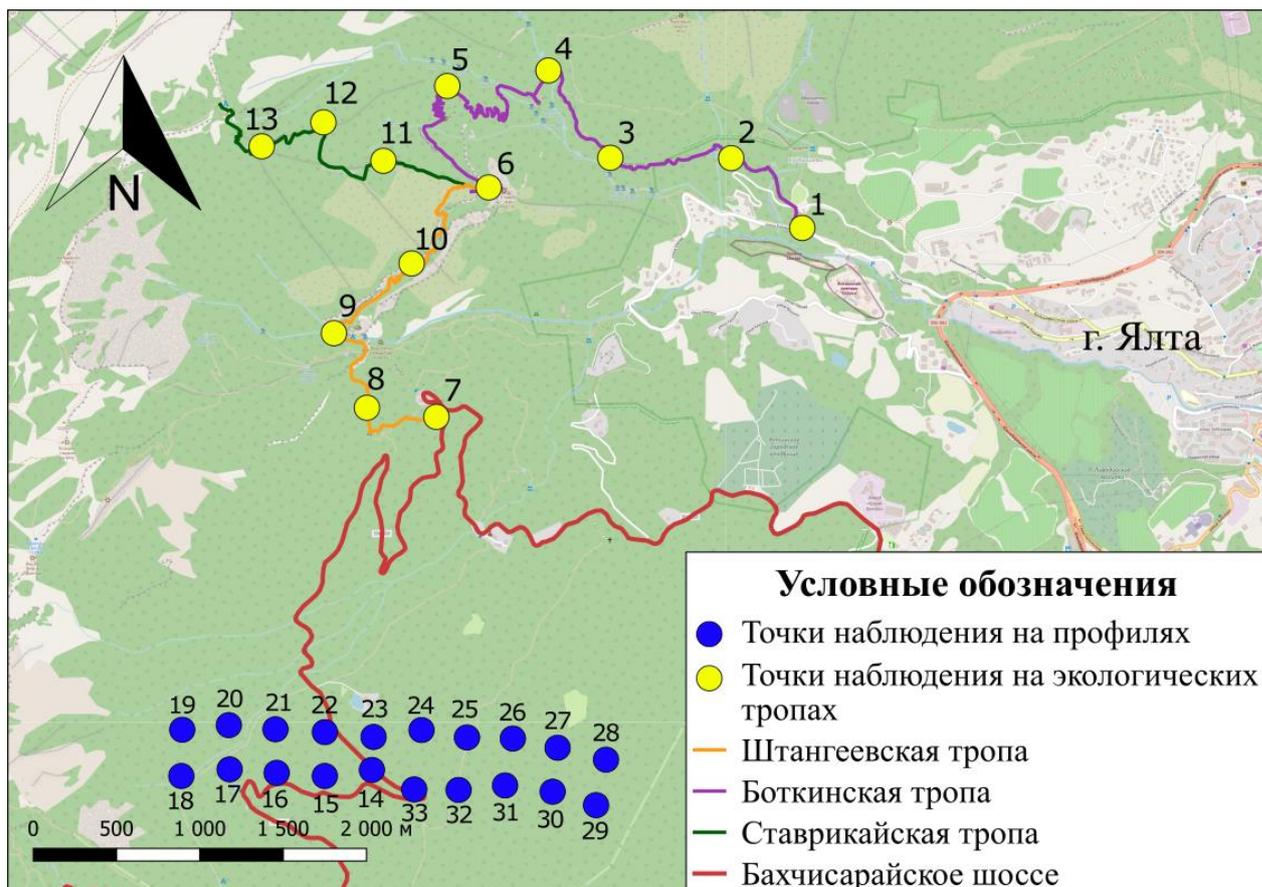


Рис.12. Карта-схема территориального расположения точек наблюдения

В точках наблюдения 2, 8 и 11 был проведен анализ рекреационной нагрузки на экосистему методом трамплеометрии. Данные точки расположены на разных экологических тропах, различающихся по туристической нагрузке. Кроме того, дополнительное наблюдение было проведено на т.н. 2-2, расположенной на расстоянии 200 м от т.н. 2, на несанкционированном ответвлении от основной оборудованной экологической тропы.



Рис.13. Карта-схема территориального расположения точек проведения трапцеометрического метода

4.1 ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПРИРОДНО-ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ

В рамках исследования были охарактеризованы ПТК (виды-доминанты древесного, травяно-кустарничкового ярусов растительности, тип почвы, расположение в мезорельефе) на каждой точке наблюдения, данные представлены в таблице 4.

Таблица 4. Названия ПТК и их абсолютные высоты

№ т.н.	Название ПТК	Абсолютная высота
1	Ясеневое просвирниково-ясноткоевое сообщество на коричневых почвах на каменистом склоне южной экспозиции	149
2	Сосновое вязелево-плющевое сообщество на коричневых почвах на каменистом склоне южной экспозиции	202
3	Кленово-сосновое игличное сообщество на коричневых почвах на каменистом склоне южной экспозиции	301
4	Сосновое плющевое-малочайное сообщество на коричневых почвах на каменистом склоне южной экспозиции	370
5	Сосновое вздутосемянниково-пролесниково-бедренецее сообщество на коричневых почвах на каменистом склоне северной экспозиции	537
6	Сосновое девясилово-пузырниковое сообщество на бурых горно-лесных почвах на каменистом склоне восточной экспозиции (вершина)	645
7	Кленово-сосновое подмаренниково-фиалково-молочайно-плющевое зеленомошное сообщество на бурых горно-лесных почвах на каменистом склоне северо-восточной экспозиции	386
8	Кленово-дубовое ландышево-подмаренниковое сообщество на коричневых почвах на каменистом склоне восточной экспозиции	529
9	Кленово-сосновое подмаренниково-золотарниково-вязелево-плющевое сообщество на бурых горно-лесных почвах на каменистом склоне южной экспозиции	566
10	Дубово-можжевельниковое скердово-ежово-осотово-вязелевое сообщество на бурых горно-лесных почвах на каменистом склоне южной экспозиции	598
11	Сосновое девясилово-ястребинково-эгонихово-первоцветное сообщество на бурых горно-лесных почвах на каменистом склоне восточной экспозиции	797
12	Сосновое мордовниково-бедренецее-пролесниковое сообщество на бурых горно-лесных почвах на каменистом склоне северо-восточной экспозиции	961
13	Кленово-сосновое фиалково-купеновое сообщество на бурых горно-лесных почвах на каменистом склоне южной экспозиции	1070
14	Сосново-кленовое фиалково-плющевое сообщество на бурых горно-лесных почвах на каменистом склоне северо-восточной экспозиции	571
15	Кленово-ясеневое первоцветное сообщество на бурых горно-лесных почвах на каменистом склоне северо-восточной экспозиции	591
16	Буково-тисовое эгонихово-купеновое зеленомошное сообщество на бурых горно-лесных почвах на каменистом склоне северной экспозиции	634

№ т.н.	Название ПТК	Абсолютная высота
17	Кленово-сосновое ландышево-эгонихоновое сообщество на бурых горно-лесных почвах на каменистом склоне северо-восточной экспозиции	645
18	Кленово-сосновое первоцветно-кульбабово-орляковое зеленомошное сообщество на бурых горно-лесных почвах на каменистом склоне северо-восточной экспозиции	689
19	Липово-сосновое малочайно-пионовое зеленомошное сообщество на бурых горно-лесных почвах на каменистом склоне северо-восточной экспозиции	683
20	Кленово-буковое пионовое сообщество на бурых горно-лесных почвах на каменистом склоне северо-восточной экспозиции	618
21	Ясене-тисовое ландышево-первоцветно-эгонихоновое зеленомошное сообщество на бурых горно-лесных почвах на каменистом склоне восточной экспозиции	595
22	Липово-сосновое ландышевое сообщество на бурых горно-лесных почвах на каменистом склоне северо-восточной экспозиции	590
23	Кленово-ясеневое пионово-малочайное зеленомошное сообщество на бурых горно-лесных почвах на каменистом склоне западной экспозиции	538
24	Ясене-кленовое пионово-ястребинковое сообщество на бурых горно-лесных почвах на каменистом склоне северо-восточной экспозиции	517
25	Дубово-сосновое горошково-мятlikовое зеленомошное сообщество на бурых горно-лесных почвах на каменистом склоне северо-восточной экспозиции	527
26	Сосново-дубовое мятlikовое зеленомошное сообщество на бурых горно-лесных почвах на каменистом склоне северной экспозиции	498
27	Дубовое чиново-мятlikовое зеленомошное сообщество на бурых горно-лесных почвах в овраге	488
28	Кленовое фиалково-плющевое-вздутосемянниковое сообщество на бурых горно-лесных почвах на каменистом склоне северной экспозиции	518
29	Дубово-сосновое горошково-мятlikовое сообщество на бурых горно-лесных почвах на каменистом склоне северной экспозиции	550
30	Дубово-сосновое пионовое зеленомошное сообщество на бурых горно-лесных почвах на каменистом склоне северо-восточной экспозиции	527
31	Дубово-сосновое молочайно-пионовое сообщество на бурых горно-лесных почвах на каменистом склоне северо-восточной экспозиции	542
32	Дубово-сосновое ландышево-молочайное сообщество на бурых горно-лесных почвах на каменистом склоне северной экспозиции	567
33	Сосново-кленовое плющевое-молочайное сообщество на бурых горно-лесных почвах на каменистом склоне северо-восточной экспозиции	578

Согласно полученным данным, можно выделить четыре вида различных растительных сообществ, которые представлены на территории исследования.

Выделяются три сообщества, приуроченные к высотной поясности и нарушенное сообщество.

В пределах исследуемой территории были выделены следующие пояса растительности по высоте: 1 пояс - от 140 до 500 м над уровнем моря, 2 пояс – от 500 до 700 м и 3 пояс – от 700 до 1070 м (Бессонова, 2023).

Нижний пояс растительности представлен сосновыми (т.н. 2, 4), сосново-дубовыми (т.н. 26), дубовыми (т.н. 27), кленово-сосновыми (т.н. 3, 7) сообществами (Бессонова, 2023).

Наблюдается сухостой (т.н. 3) и пни антропогенного происхождения (т.н. 3). Примером соснового сообщества является сосновое плющево-малочайное сообщество (т.н. 4). Доминирующие виды:

Euphorbia amygdaloides;

Hedera taurica;

Tamus communis;

Polygonatum odoratum.

Кроме того, встречаются сорные виды *Clematis vitalba*.

Представителем кленово-сосновых сообществ является кленово-сосновое игличное сообщество (т.н. 3), доминирующие виды которого представлены:

Ruscus ponticus;

Dactylis glomerata.

В пределах исследуемой территории присутствует только одно дубовое чиново-мятликовое зеленомошное сообщество на т.н. 27. Доминирующими видами в данном сообществе являются:

Poa nemoralis;

Lathyrus aureus;

Hedera taurica.

Примером сосново-дубового сообщества сосново-дубовое мятликовое зеленомошное сообщество на т.н. 26. Доминирующие виды:

Poa nemoralis;

Ruscus hypoglossum.

Для данного яруса характерны сорные виды, встречающиеся на нескольких исследуемых площадках. К таким видам относятся:

Malva erecta;

Clematis vitalba (Голубев, 1996).

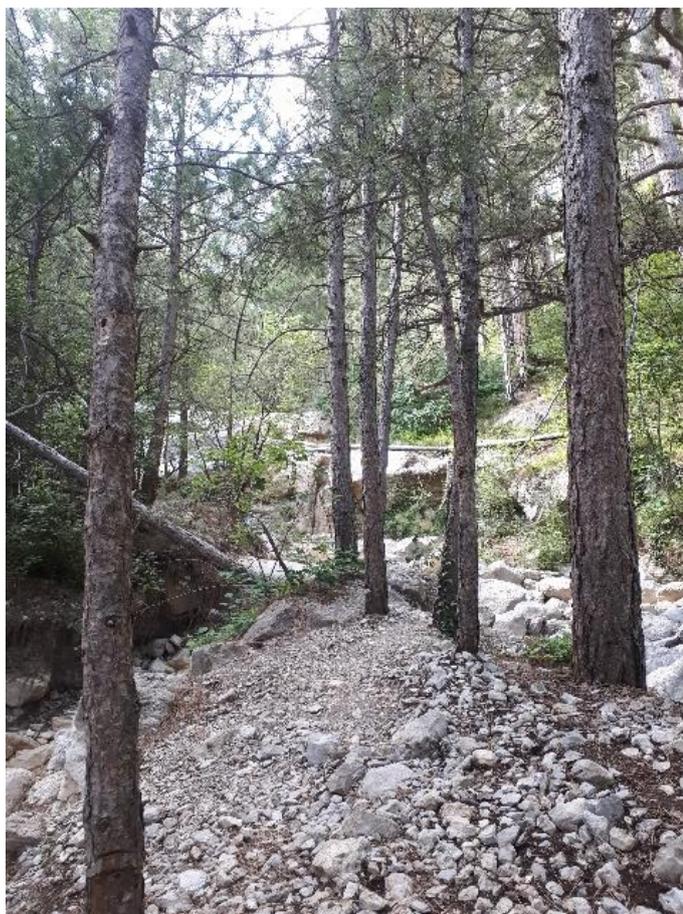


Рис.14. Пример сообщества нижнего пояса на т.н. 4

Средний пояс растительности, расположенный на высоте от 500 до 700 м, представлен сосновыми, кленово-сосновыми, кленово-дубовыми, дубово-можжевельниковыми, сосново-кленовыми, кленово-ясеневыми, ясене-кленовыми, буково-тисовыми, липово-сосновыми, кленово-буковыми, ясене-тисовыми, кленовыми и дубово-сосновыми сообществами (Бессонова, 2023).



Рис.15. Пример сообщества среднего пояса на т.н. 15

Примером соснового сообщества второго высотного пояса, выделяемого в данной работе, является сосновое девясилово-пузырниковое сообщество (т.н. 6). Доминирующие виды:

Colutea silicica;

Stachys velata;

Centaurea sp.;

Teucrium chamaedrys;

Inula ensiflora;

Centaurea carpina;

Psephellus declinatus;

Seseli dichotomum.

Пример кленово-соснового сообщества - кленово-сосновое ландышево-эгонихоновое сообщество (т.н. 17). Доминирующие виды:

Aegonychon purpurocaeruleum;

Viola suavis;

Convallaria majalis;

Hedera taurica.

Сосново-кленовое фиалково-плющевое сообщество (т.н. 14) является примером сосново-кленового сообщества в пределах исследуемой территории. Доминирующие виды:

Viola suavis;

Hedera taurica.

Кленово-дубовое сообщество на т.н. 8 представлено кленово-дубовым ландышево-подмаренниковым сообществом со следующими доминирующими видами:

Euphorbia amygdaloides;

Hedera taurica;

Coronilla coronata;

Galium album;

Viola suavis;

Convallaria majalis.

Единственное дубо-можжевальниковое сообщество в пределах исследуемой территории отмечено на т.н. 10 и представлено дубово-можжевельниковым скердово-ежово-осотово-вязелевым сообществом. Доминирующие виды:

Dactylis glomerata;

Crepis sp.;

Sonchus arvensis;

Coronilla coronata;

Teucrium chamaedris;

Oberna crispata;

Campanula sibirica;

Galium biebersteinii.

Примером дубово-соснового сообщества является дубово-сосновое ландышево-малочайное сообщество (т.н. 32). Доминирующие виды:

Euphorbia amygdaloides;

Aegonychon purpurocaeruleum;

Convallaria majalis;

Hedera taurica.

Примером кленово-ясеневого сообщества является кленово-ясеневое пионово-малочайное зеленомошное сообщество (т.н. 23). Доминирующие виды:

Paeonia triternata;

Euphorbia amygdaloides;

Convallaria majalis;

Hedera taurica;

Polygonatum odoratum.

Пример ясене-кленового сообщества - ясене-кленовое пионово-ястребинковое сообщество, расположенное на т.н. 24. Доминирующие виды:

Hieracium auratum;

Paeonia triternata;

Galium odoratum;

Sanicula europaea.

Примером буково-тисового сообщества является буково-тисовое эгонихоново-купеновое зеленомошное сообщество (т.н. 16). Доминирующие виды:

Aegonychon purpurocaeruleum;

Polygonatum odoratum;

Euphorbia amygdaloides;

Viola suavis;

Tamus communis.

Липово-сосновое сообщество представлено, например, на т.н. 22 липово-сосновым ландышевым сообществом. Доминирующие виды:

Convallaria majalis;

Hedera taurica;

Lazer trilobum;

Paeonia triternata;

Tamus communis.

Кленово-буковые леса представлены в пределах исследуемой территории кленово-буковым пионовым сообществом (т.н. 20). Доминирующие виды:

Convallaria majalis;

Hedera taurica;

Paeonia triternata.

Ясене-тисовое сообщество представлено только на одной т.н. 21 ясене-тисовым ландышево-первоцветно-эгонихоновым зеленомошным сообществом. Доминирующие виды:

Tamus communis;

Primula vulgaris;

Aegonychon purpurocaeruleum;

Convallaria majalis.

Примером кленового сообщества является кленовое фиалково-плющевовздутосемянниковое сообщество (т.н. 28). Доминирующие виды:

Physospermum cornubiense;

Viola suavis;

Hedera taurica.

Для данного пояса растительности характерны виды-индикаторы послепожарных сукцессий, такие как *Convallaria majalis*. Кроме того, был встречен сорный вид *Vupleurum exaltatum* и индикатор антропогенного воздействия *Conyza canadensis* (Голубев, 1996).

Самый **верхний пояс** растительности представлен сосновыми и кленово-сосновым сообществами (Бессонова, 2023).

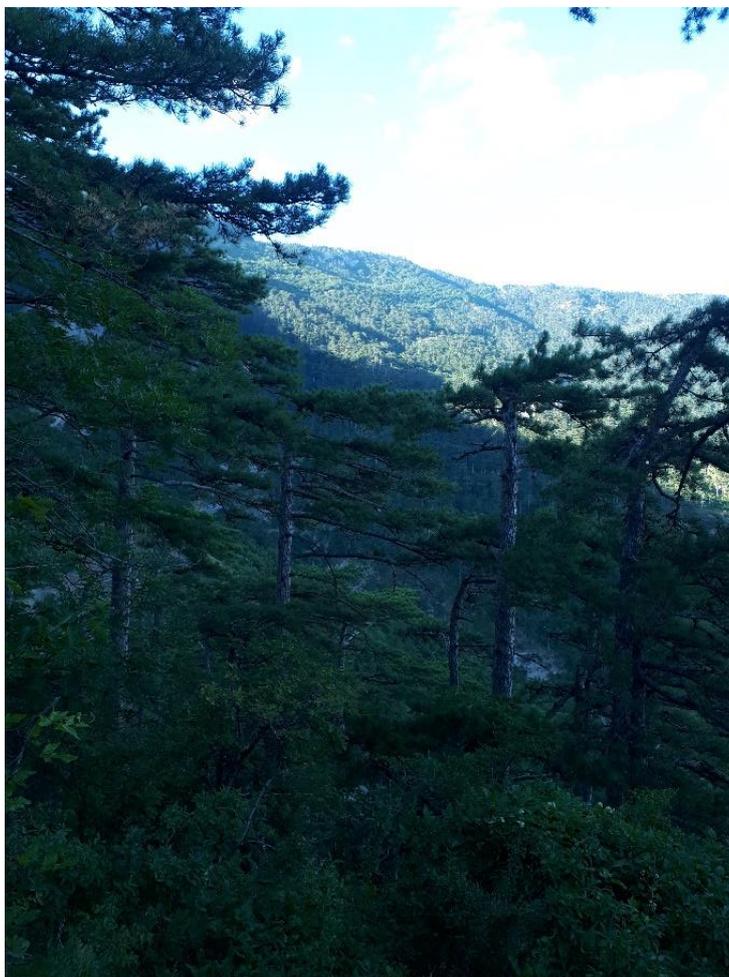


Рис.16. Пример сообщества верхнего пояса растительности на т.н. 6

Примером соснового сообщества является сосновое мордовниково-бедренецево-пролесниковое сообщество (т.н. 12). Доминирующие виды:

Mercurialis perennis;

Solidago virgaurea;

Galium biebersteinii;

Galium album;

Echinops ritro;

Pimpinella lithophila.

Единственное в пределах данного высотного пояса кленово-сосновое сообщество представлено кленово-сосновым фиалково-купеновым сообществом, расположенном на т.н. 13. Доминирующие виды:

Physospermum cornutiense;

Polygonatum odoratum;

Epipactis helleborine;

Viola reichenbachiana;

Aegonychon purpureocaeruleum.

Для данного пояса характерно распространение кальций-постоянного вида *Echinops ritro* (Голубев, 1996).

Нарушенное сообщество расположено на т.н. 1. Т.н. 1 представляет собой ясеневое просвирниково-яснотковое сообщество, доминирующими видами в котором являются *Malva erecta* (сорное растение) и *Lamium maculatum*. Территория площадки замусорена, в ее границах проходит газопровод, расположена вблизи автомобильной дороги и в начале Боткинской экологической тропы.



Рис.17. Пример нарушенного сообщества на т.н.1

4.2 ОЦЕНКА РЕКРЕАЦИОННОЙ НАГРУЗКИ И СТЕПЕНИ ДИГРЕССИИ

Трамплеометрическая съёмка была проведена на Боткинской (т.н. 2, 2-2), Штангеевской (т.н. 8) и Ставрикайской (т.н. 11) тропах. Время исследования - 3 суток. Для данных троп характерна, предположительно, различная нагрузка на природно-территориальные комплексы.

Таблица 5. Результаты проведения трамплеометрической съёмки

№ т.н.	Результаты трамплеометрической съёмки, погнутые проволоки	Количество посетителей по А.С. Сорокину, чел	Количество посетителей по данным заповедника, чел
2	15/15	>100	141
2-2 (ответвление)	13/15	80	-
8	15/15	>100	405
8 (ответвление)	7/15	31	-
11	9/15	43	-

Наибольшая нагрузка наблюдается на тропах, расположенных ниже по высоте (Боткинская и Штангеевская тропы, т.н. 2 и 8 соответственно). Для Ставрикайской тропы, расположенной значительно выше, данные о количестве посетителей отсутствуют. Съёмка также была проведена на ответвлениях Боткинской и Штангеевской троп, специально не оборудованных для туризма.

Данные о посещаемости заповедника не противоречат данным, полученным в результате исследования. На рисунке 18 изображена карта-схема результатов исследования с указанием количества посетителей на точках наблюдения, согласно методике А.С. Сорокина.



Рис.18. Карта-схема результатов трамплеометрической съёмки

Наиболее посещаемые участки экологических троп – т.н. 2 и 8, точки на Боткинской и Штангеевской тропах. Кроме того, большое количество людей проходит по несанкционированным тропам заповедника, что говорит о неконтролируемой нагрузке на его территорию. Ответвления троп часто проложены к крупным дорогам, что даёт возможность нелегально посещать территорию ООПТ.

Таким образом, туристическая деятельность является определяющим фактором антропогенного воздействия на природно-территориальные комплексы района исследования. В связи с этим, была произведена оценка рекреационной дигрессии на каждой точке наблюдения.

При сравнении результатов оценки дигрессии по данным методики оценки рекреационной дигрессии Н.С. Казанской и интегральной методики оценки нарушенности ПТК (Арестова и др., 2022), корреляция между ними составила 0,74, что свидетельствует о высокой сопоставимости полученных данных.

Наиболее целесообразным является использовать данные, полученные при использовании интегральной методики оценки нарушенности ПТК, так как они представляют собой комплексную и более полную характеристику ПТК на каждой точке

наблюдения. В целом, характеристики каждой стадии нарушенности ПТК совпадают с характерными особенностями стадий дигрессии согласно методике Н.С. Казанской.

Результаты оценки рекреационной дигрессии представлены на карте-схеме на рисунке 19 (красным цветом отмечены точки наблюдения, которые характеризуются 3 стадией дигрессии).

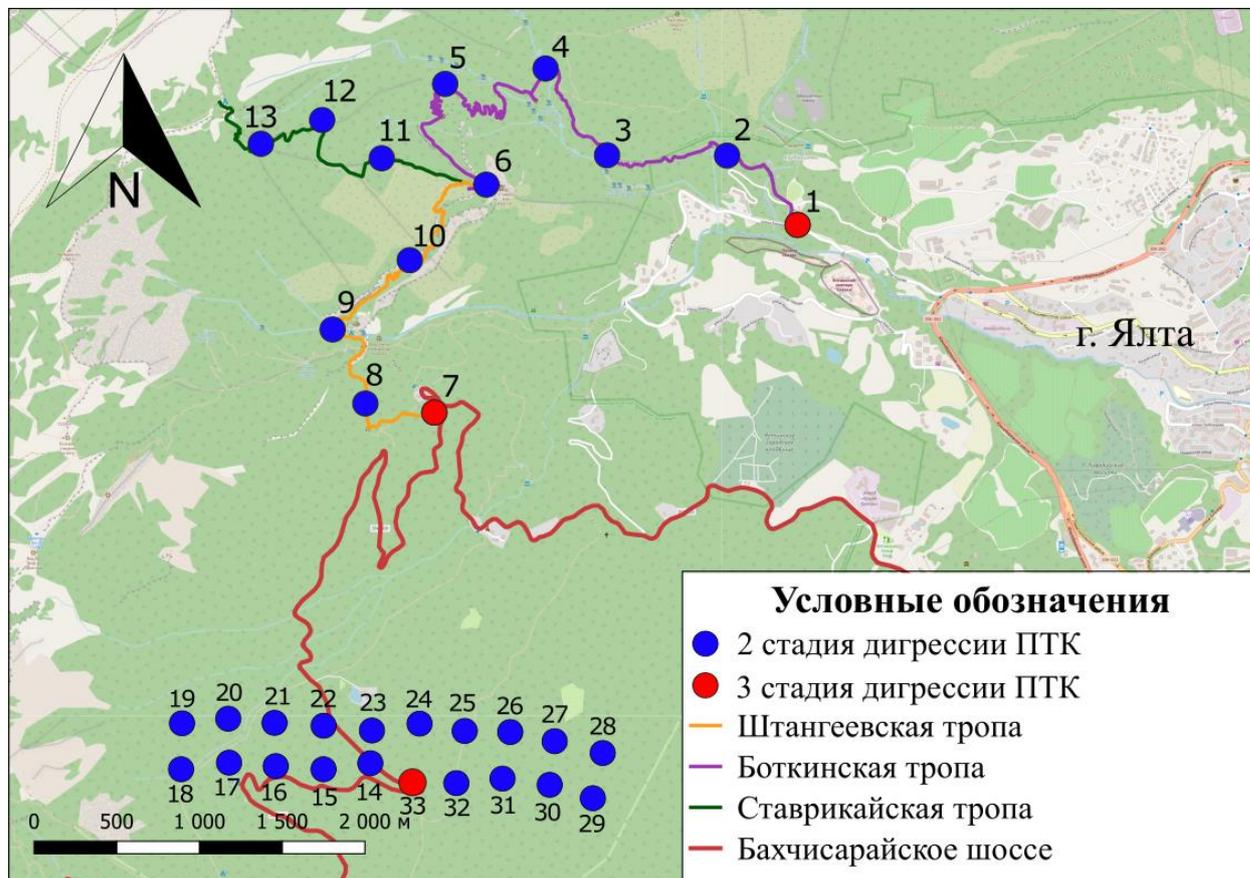


Рис.19. Карта-схема точек наблюдения (черным цветом на карте отмечены точки, на которых наблюдается 3 стадия рекреационной дигрессии)

Наибольшее число ПТК исследуемой территории находятся на 2 стадии дигрессии, которая характеризуется незначительными изменениями природных комплексов. 3 стадия наблюдается только на точка наблюдения 1, 7 и 33, расположенных в начале Боткинской экологической тропы, Штангеевской экологической тропы и вблизи Бахчисарайского шоссе соответственно, что говорит о наличии рекреационной и антропогенной нагрузки на данных участках.

Для 2 стадии дигрессии, согласно полученным данным, характерна относительно небольшая плотность дорожно-тропиночной сети (не более 5 % от общей площади), отсутствие или единичная встречаемость синантропных и сорных видов растений, низкая степень замусоренности территории.



Рис.20. Пример сообщества на 2 стадии рекреационной дигрессии на т.н. 4

Для 3 стадии дигрессии характерна относительно высокая плотность дорожно-тропиночной сети (5-10 % от общей площади), присутствие синантропных и сорных видов растений, общее снижение видового разнообразия, повышенная замусоренность территории.



Рис.21. Пример сообщества на 3 стадии рекреационной дигрессии на т.н. 1

Потеря фитоценозом способности к самовосстановлению при сохранении неизменных рекреационных нагрузок происходит при переходе между третьей и четвертой стадиями дигрессии. Эта граница считается границей устойчивости

биогеоценоза. Установление границы устойчивости имеет большое практическое значение для определения допустимых рекреационных нагрузок и создания оптимального ландшафта лесопарковых территорий (Казанская, 1977).

Таким образом, некоторые точки наблюдения исследованной территории характеризуются крайне низкой устойчивостью к антропогенным воздействиям. Необходимо регулировать рекреационную нагрузку на территорию заповедника. Нарушенность природно-территориальных комплексов связана в первую очередь с ландшафтно-деструктивными воздействиями, которые выражаются непосредственно в вытаптывании в результате повышенного потока туристов.

4.3 ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ

Для оценки геохимической обстановки в рамках исследования было отобрано 33 образца почвы на трёх экологических тропах и на двух профилях, пересекающих Бахчисарайское шоссе.

Для всех исследуемых тяжелых металлов были определены минимальные и максимальные значения, а также медиана, которые представлены в таблице 6.

Таблица 6. Оценка геохимической обстановки, ppm

Тяжелый металл	Min	Max	Медиана
Zn	5	250	102
Cu	25	381	89
Pb	49	105	69
Ni	28	63	48
Cr	50	108	78

Для территории исследования Ялтинского горно-лесного заповедника характерны относительно невысокие концентрации таких элементов, как Pb, Ni, Cr. Их максимальные и медианные значения не превышают установленные ориентировочные допустимые концентрации для почв (для Cr не установлены нормативы валового содержания в почвах). Для таких элементов, как Zn и Cu характерны высокие значения содержания. Максимальные концентрации этих элементов превышают установленные ОДК для почв. Так, максимальная концентрация Cu в почвах района исследования составляет 381 ppm, что почти в три раза превышает установленный для данного элемента норматив.

Для изучаемых тяжёлых металлов были построены гистограммы распределения, которые позволяют определить характер факторов, формирующих геохимический фон исследуемой территории.

Согласно тесту Харке-Бера (ХБ), который позволяет определить характер распределения выборки, для всех исследуемых металлов, за исключением Zn, характерно

логнормальное распределение, что говорит о природном факторе формирования геохимического фона. Концентрации элементов для фоновой территории подчиняются логнормальному и нормальному закону распределения (Рогова и др., 2019).

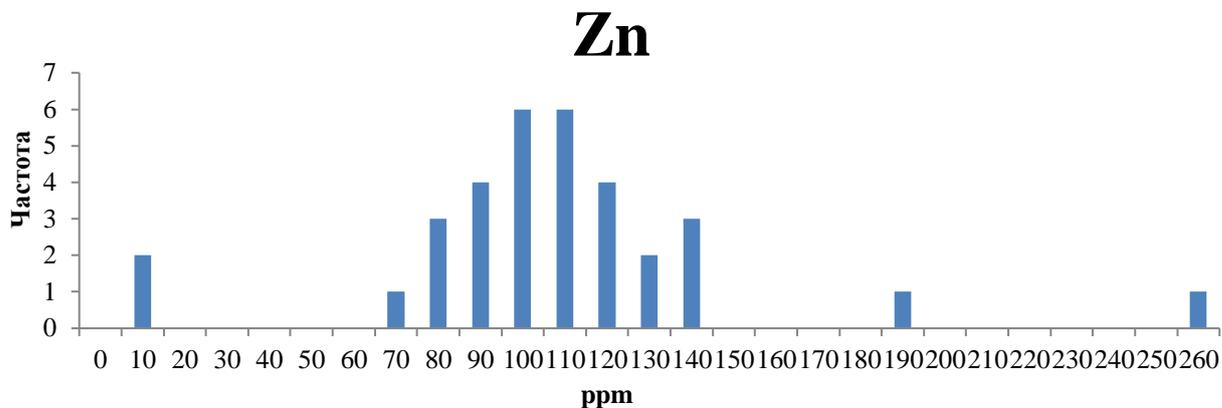


Рис.22. Гистограмма распределения содержания Zn в пробах почвы

На гистограмме распределения содержания Zn отражены высокие концентрации, которые не подчиняются нормальному распределению, что говорит о наличии антропогенного воздействия на территорию исследования.

На рисунке 23 можно проследить аналогичную Zn закономерность распределения для Cu, отдельные высокие значения которой также говорят об антропогенном воздействии.

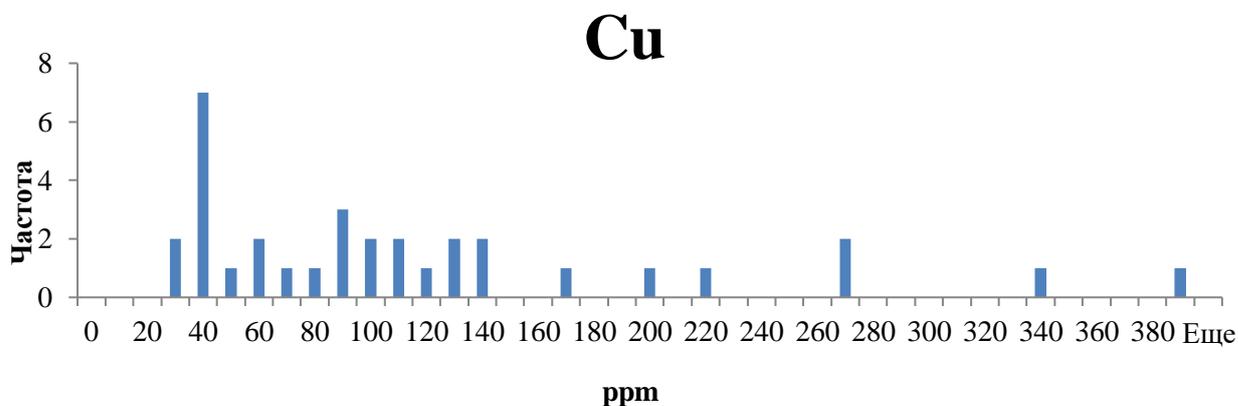


Рис.23. Гистограмма распределения содержания Cu в пробах почвы

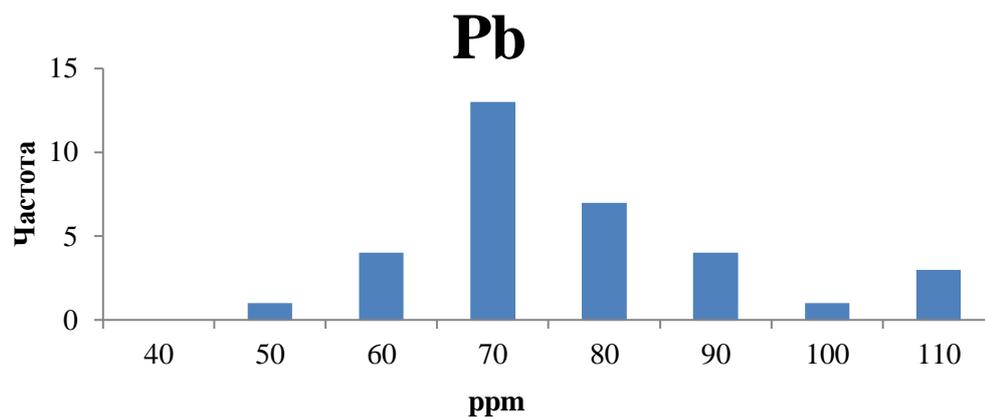


Рис.24. Гистограмма распределения содержания Pb в пробах почвы

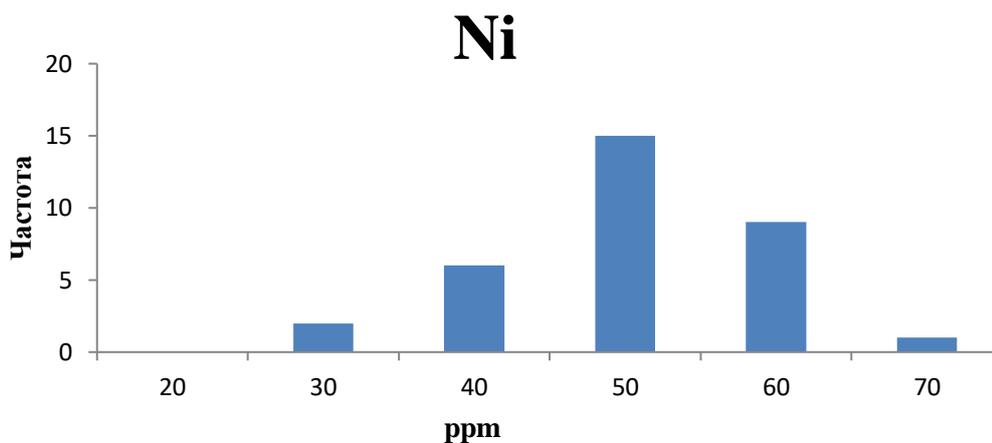


Рис.25. Гистограмма распределения содержания Ni в пробах почвы

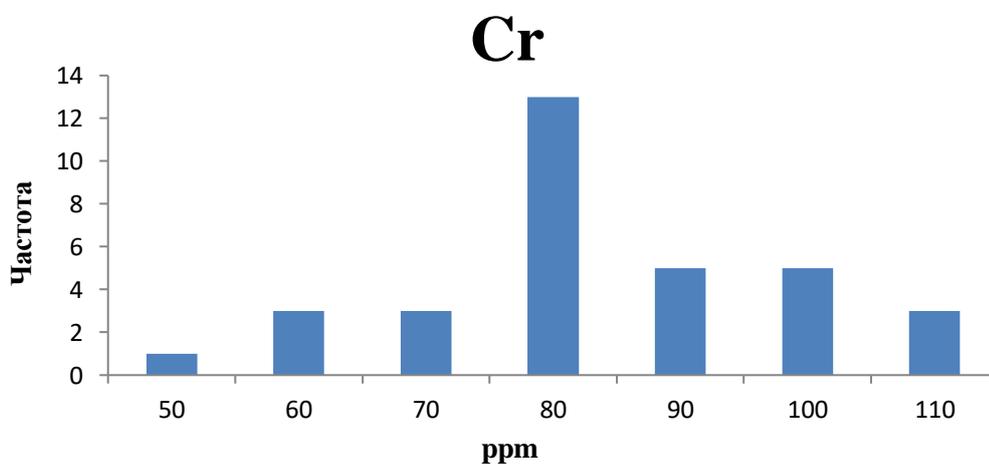


Рис.26. Гистограмма распределения содержания Cr в пробах почвы

Для расчета суммарного показателя загрязнения почв была составлена сводная таблица, включающая данные о фоновых значениях концентраций тяжелых металлов, согласно различным исследованиям (таблица 7).

Таблица 7. Фоновые значения концентраций изучаемых металлов

Тяжелый металл	ОДК, ррп	Фон по медиане, ррп	Фон по заповеднику «Опукский», ррп (Чубарова и др., 2019)	Кларк почв населенных пунктов по данным Алексеенко, ррп (Алексеенко, Алексеенко, 2013)
Zn	220	102	68	158
Cu	132	89	22	39
Pb	130	69	37	55
Ni	80	48	31	33
Cr	-	78	67	80

Для расчета суммарного показателя загрязнения почв в качестве фоновых значений были использованы значения концентраций тяжелых металлов для заповедника «Опукский», который расположен на южном берегу Крыма и имеет схожий химический состав почв из-за приуроченности к аналогичным по составу горным породам. В строении поверхности территории Опукского природного заповедника преобладают загипсованные сланцеватые глины и перекристаллизованные известняки (Клюкин, 2006).

Необходимо отметить, что медианные значения, полученные по данным концентраций тяжелых металлов на точках наблюдения Ялтинского горно-лесного заповедника, для всех рассматриваемых элементов, кроме Cu, близки к значениям фоновых концентраций по данным других исследований. Медианное значение Cu превышает значения, полученные в других работах. Это может свидетельствовать как о следах антропогенного воздействия на территорию заповедника, так и геохимических особенностях территории исследования.

По результатам анализ проб на содержание в них Zn, Cu, Pb, Ni, Cr был посчитан суммарный показатель загрязнения почв, карта-схема пространственного распределения которого представлена на рисунке 27.

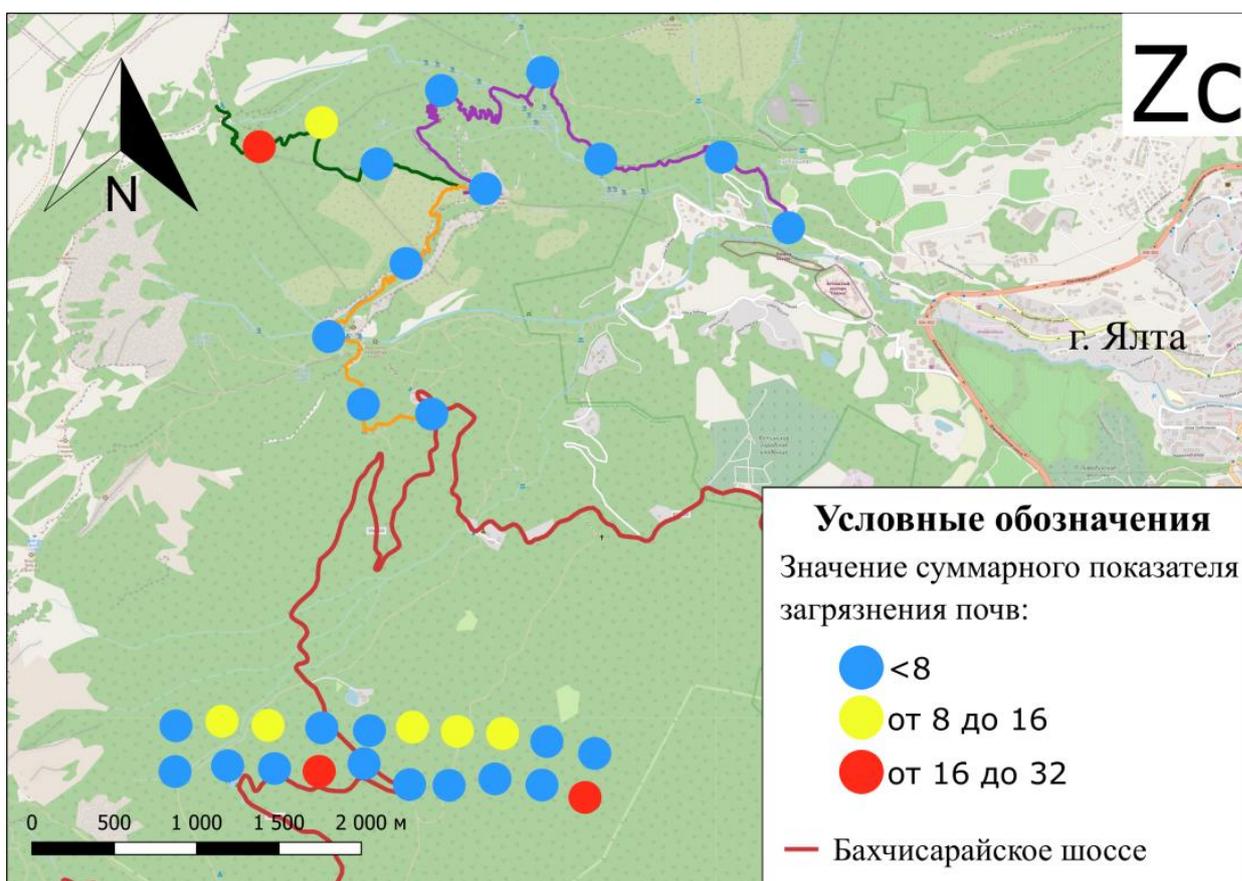


Рис.27. Карта-схема суммарного показателя загрязнения почв территории исследования

Точки наблюдения с наибольшими значениями суммарного показателя (от 16 до 32) расположены на самой верхней точке по абсолютной высоте (т.н. 13) и на профиле, пересекающем Бахчисарайское шоссе (т.н. 15 и 29). Такой уровень загрязнения считается средним. Точки на профилях, пересекающих шоссе характеризуются большим уровнем загрязнения, чем точки, расположенные на экологических тропах. Это может свидетельствовать о влиянии Бахчисарайского шоссе на территорию заповедника. Высокое значение суммарного показателя загрязнения почв на т.н. 13, которая расположена на наибольшей абсолютной высоте в рамках района исследования, может быть связано с влиянием геохимических особенностей территории.

Наибольший вклад в суммарное загрязнение вносят Zn и Cu, относящиеся к катионогенным халькофилам. Для них характерна низкая подвижность в слабощелочных и щелочных почвах, распространенных на территории исследования, вследствие чего для данных элементов могут быть характерны более высокие значения содержания в почве (Чупина, 2020).

Для уточнения степени загрязнения в точках с наибольшими значениями показателя Z_c целесообразно сравнить полученные значения концентрации металлов с ОДК в почвах.

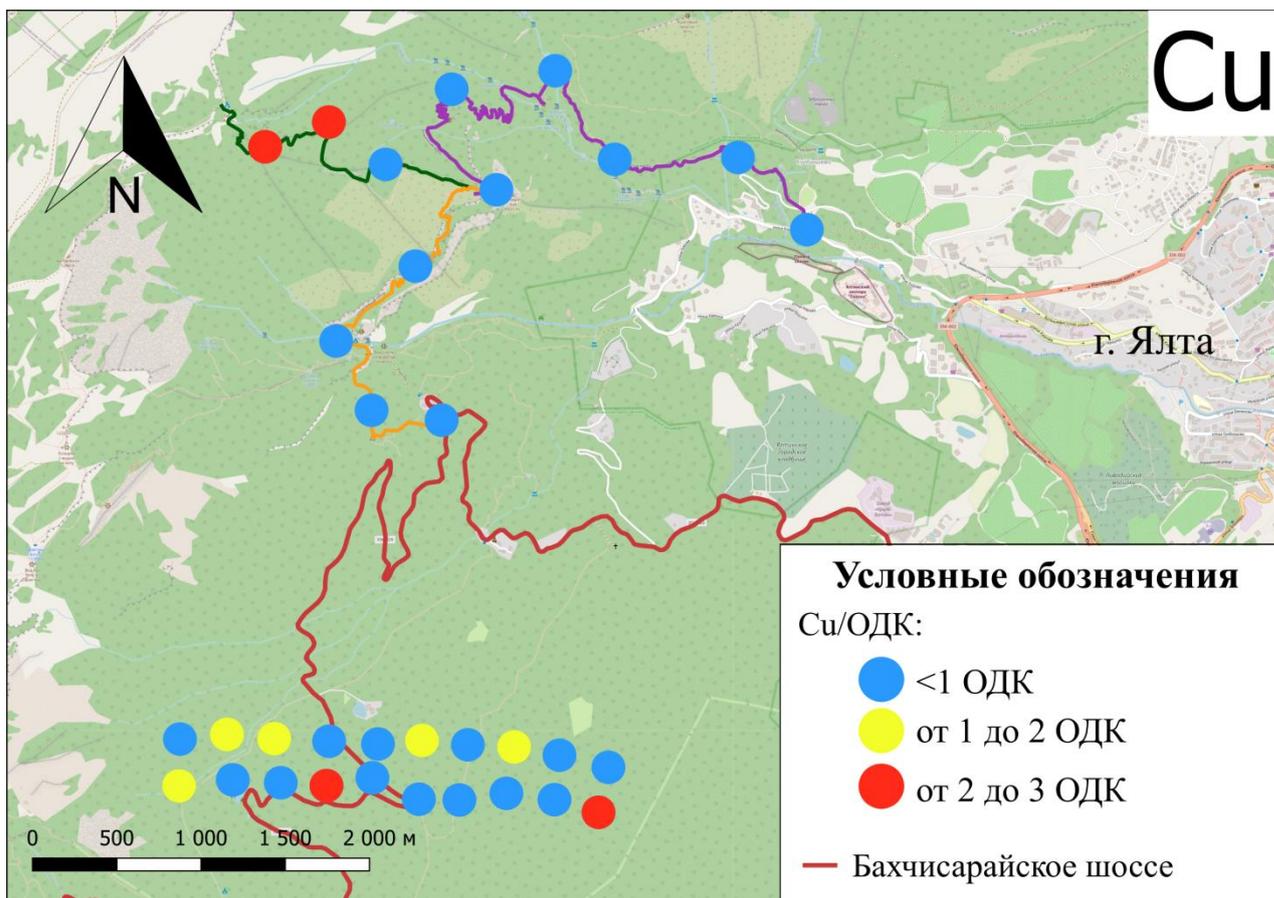


Рис.28. Карта-схема отношения содержания Cu к ОДК

Согласно полученным результатам, обнаружено превышение ОДК для Cu в 9 точках наблюдения. Наибольшее превышение около 3 ОДК зафиксировано на т.н. 15, где также было отмечено наибольшее значение суммарного показателя загрязнения почв. Для Zn превышение отмечено лишь в одной т.н. 20.

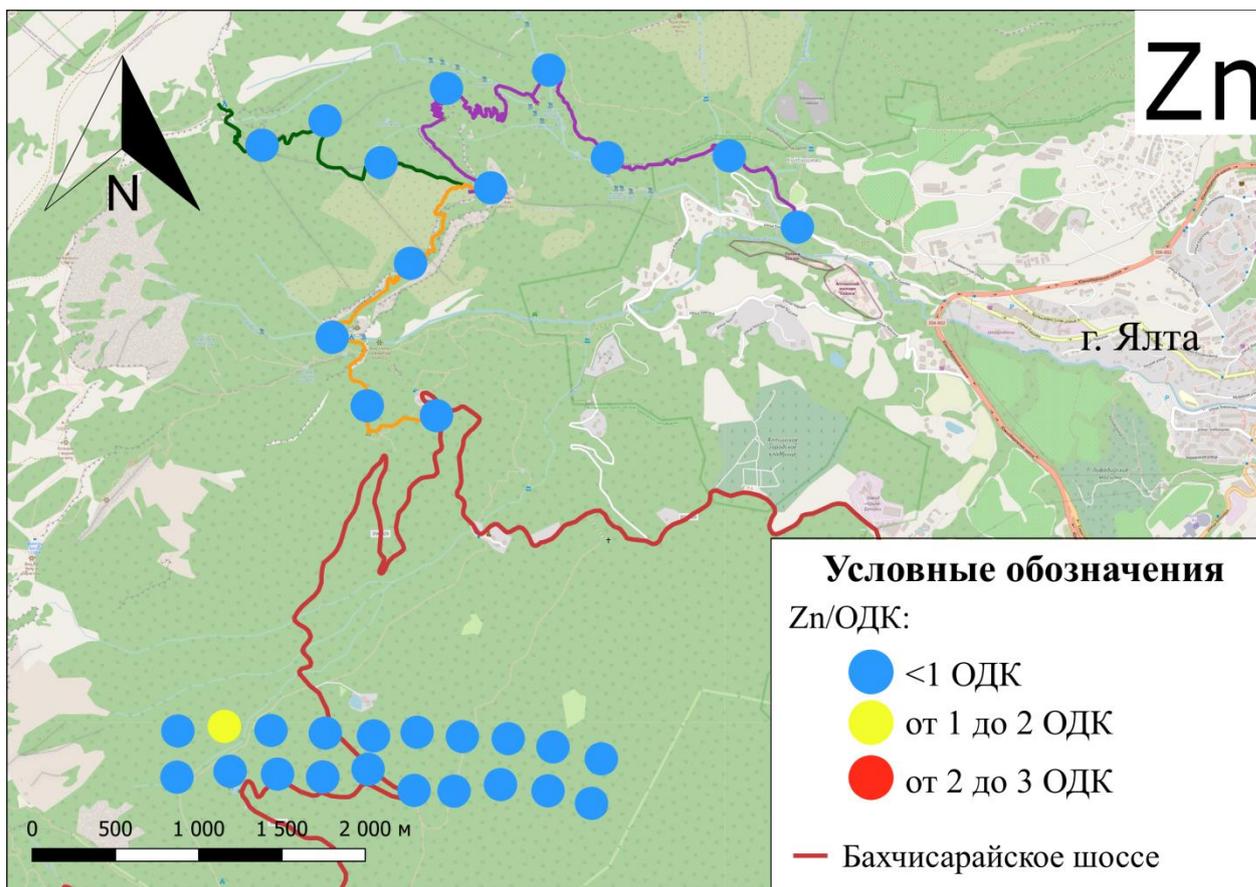


Рис.29. Карта-схема отношения содержания Zn к ОДК

На фоне выше описанных природных геохимических закономерностей низкой миграционной способности исследуемых металлов в слабощелочных и щелочных почвах возможно локальное загрязнение почв территории заповедника. Так, превышение содержания Zn может быть связано с выбросами автотранспорта. Превышений ОДК для Ni и Pb зафиксировано не было.

Таким образом, наибольший вклад в загрязнение территории вносит именно Zn и Cu, которые являются индикаторами антропогенного воздействия. Почвообразующими породами на территории исследования являются известняки. Согласно результатам анализа кислотности почв, почвы данной территории относятся к нейтральным и слабощелочным, что может способствовать накоплению в них Zn и Cu. Кроме того, еще одним фактором, влияющим на накопление ТМ в почвах, является их механический состав. Территория исследования характеризуется почвами тяжелосуглинистого и глинистого механического состава, в которых активно накапливаются Zn, Cu и Ni (Васин, 2021).

Исследуемая территория Ялтинского горно-лесного заповедника характеризуется наличием антропогенного воздействия на компоненты его природной среды. В силу специфики выделения границ заповедника, большое количество потенциальных

источников антропогенного воздействия находится в непосредственной близости от охраняемых территорий. Смена статуса заповедника на национальный парк позволит создать законные основания для использования данной территории в целях эколого-просветительской, рекреационной и хозяйственной деятельности.

ВЫВОДЫ

1. В ходе исследования ПТК было выделено четыре вида растительных сообществ: три вида сообществ, приуроченных к различным высотным поясам растительности и нарушенное сообщество, расположение которого приурочено к автомобильной дороге и началу экологической тропы;
2. Для исследуемой территории Ялтинского горно-лесного заповедника характерна в основном 2 стадия дигрессии ПТК. 3 стадия наблюдается на трех точках наблюдения., расположенных в начале Боткинской и Штангеевской экологических троп и вблизи Бахчисарайского шоссе соответственно, что говорит о наличии антропогенного воздействия на данных участках. Кроме того, на территории исследования зафиксировано посещение туристами нелегальных троп заповедника. Ответвления троп часто проложены к крупным дорогам, это позволяет несанкционированно посещать территорию ООПТ;
3. Для исследуемой территории, согласно суммарному показателю загрязнения почв, характерен в целом низкий уровень загрязнения, однако на некоторых точках, большая часть из которых расположена на профилях, перпендикулярных Бахчисарайскому шоссе, присутствует средний уровень загрязнения почв. На экологических тропах средний уровень загрязнения отмечен лишь в точке наблюдения 13, расположенной на наибольшей высоте. Превышения ОДК по Zn и Cu также наблюдаются на профилях, пересекающих Бахчисарайское шоссе и на точках наблюдения на экологических тропах, расположенных на наибольших абсолютных высотах. Наибольший вклад в загрязнение территории вносят Cu и Zn, высокое содержание которых может быть связано как с геохимическими особенностями территории исследования, так и с локальным влиянием таких источников загрязнения, как автомобильный транспорт;
4. Согласно полученным результатам по оценке состояния ПТК, оценке рекреационной нагрузки и дигрессии и анализу закономерностей распределения концентраций тяжелых металлов в почвах, можно говорить о наличии антропогенного воздействия на территорию Ялтинского горно-лесного заповедника. Вдоль автомобильной дороги наблюдается эмиссионное воздействие на почвы заповедника, в то время как для точек наблюдения на экологических тропах основным видом антропогенного воздействия являются ландшафтно-деструктивные нарушения вследствие рекреационной деятельности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Территория Ялтинского горно-лесного заповедника в районе основных его экологических троп подвергается антропогенному воздействию. Воздействие на территорию заповедника имеет двойственный характер: эмиссионное – за счёт влияния Бахчисарайского шоссе на содержание тяжелых металлов в почвах исследуемой территории, а также ландшафтно-деструктивное, которое выражается в воздействии рекреационной деятельности на территорию экологических троп.

Однако, несмотря на повышенный туристический и автотранспортный поток, территория заповедника не подвержена значительным изменениям: растительные сообщества на большинстве из площадок являются ненарушенными, синантропные виды распространены только в нижнем растительном поясе.

Для снижения уровня антропогенной нагрузки в районе исследованных экологических троп необходимо регулировать количество туристов, так как наблюдается большое количество несанкционированных троп. Более того, возникает вопрос об обоснованности с научной точки зрения установленных границ заповедника, так как автомобильная дорога, пересекающая его территорию, и близкое расположение урбанизированных территорий оказывают негативное воздействие на компоненты природной среды.

Основываясь на результатах проведенного исследования, можно сделать вывод, что переход Ялтинского горно-лесного заповедника в статус национального парка позволил бы сохранить естественные ненарушенные ландшафты, оставив при этом возможность для развития эколого-просветительской деятельности. Кроме того, переход в статус национального парка позволит избежать уже существующей на данный момент кластерности границ заповедника. Решение данной проблемы позволит обеспечить необходимый уровень охраны территорий, находящихся вблизи урбанизированных территорий. Фактически, в настоящий момент заповедник уже функционирует в соответствии с принципами деятельности национального парка. Статус национального парка позволит установить функциональное зонирование территории, что обеспечит более эффективное сохранение природных комплексов и создаст законные основания для развития экологического туризма.

БЛАГОДАРНОСТИ

Хочу выразить свою искреннюю благодарность за помощь в написании данной работы:

- Зеленковскому Павлу Сергеевичу, кандидату геолого-минералогических наук, доценту кафедры геоэкологии;
- Сафарову Александру Ризаевичу, ведущему инженеру лаборатории пробоподготовки и пробообработки ЦТСОП ГГГиП;
- Мирину Денису Моисеевичу, кандидату биологических наук, доценту, заведующему кафедрой геоботаники;
- Чернышову Александру Александровичу, заместителю директора по науке ФГБУ «Заповедный Крым»;
- Алексеевой Ирине Евгеньевне, студентке 4 курса бакалавриата кафедры геоэкологии.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Алексеенко, В.А. Химические элементы в геохимических системах. Кларки почв селитебных ландшафтов: монография [Текст] / В.А. Алексеенко, А.В. Алексеенко. – Ростов н/Д: Изд-во Южного федерального университета, 2013. – 380 с.;
2. Арестова, И.Ю. Устойчивость ландшафтов Южных Курил к рекреационному воздействию [Текст] / И.Ю. Арестова, М.Г. Опекунова, А.Ю. Опекунов, В.В. Сомов, С.Ю. Кукушкин, С.А. Лисенков, А.Р. Никулина // Экологическая безопасность в условиях антропогенной трансформация природной среды, 2022. – С.21–25;
3. Багров, Н.В. Атлас: Автономная Республика Крым [Текст] / Н.В. Багров, Л.Г. Руденко. – Киев-Симферополь, 2003. — 80 с.;
4. Бармин, А.Н. Особо охраняемые природные территории и эколого-туристическая деятельность [Текст] / А.Н. Бармин, С.Б. Глаголев, Д.С. Грачев, М.М. Иолин // Вестник ВолГУ. Серия 11, Естественные науки, 2017.– Т. 7. № 1. – С. 25–33;
5. Беляева, Е.А. Опыт развития экологического туризма на прибрежных территориях Республики Крым [Текст] / Е.А. Беляева // Геоэкология и природопользование: актуальные вопросы науки, практики и образования: материалы Всероссийской научно-практической юбилейной конференции – Симферополь : ИТ «АРИАЛ», 2018. – С. 244–246;
6. Бондаренко, З.Д. Дополнение к флоре высших растений природного заповедника «Ялтинский горно-лесной» [Текст] / З.Д. Бондаренко, Н.А. Багрикова // Заповедники и национальные парки - научно-исследовательские лаборатории под открытым небом: Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Петрозаводск, 12–14 октября 2021 года / Отв. редактор Н.В. Ильмаст. – Петрозаводск: Карельский научный центр Российской академии наук, 2021. – С. 95–98;
7. Бондаренко, З.Д. Ялтинский горно-лесной природный заповедник как объект экологического туризма [Текст] / З.Д. Бондаренко // Заповедники - 2019: биологическое и ландшафтное разнообразие, охрана и управление: Материалы IX Всероссийской научно-практической конференции, Симферополь, 09–11 октября 2019 года. – Симферополь: Общество с ограниченной ответственностью «Издательство Типография «Ариал», 2019. – С. 28–33.;
8. Борисова, Н.А. Обзор методик оценки рекреационного воздействия на природные ландшафты [Текст] / Н.А. Борисова // American Scientific Journal, 2017. – № 17-1. – С. 26–29;

9. Васин, Д.В. Особенности накопления тяжелых металлов в разных типах почв (на примере Ульяновской области) [Текст] / Д.В. Васин // Успехи современного естествознания, 2021. – № 6. – С. 62–67;
10. Вахрушева, Л.П. Цветной атлас растений Крыма Книга вторая [Текст] / Л.П. Вахрушева, Н.В. Воробьева. – Симферополь: Бизнес-Информ, 2014. – 456 с.;
11. Вахрушева, Л.П. Цветной атлас растений Крыма. Книга первая [Текст] / Л.П. Вахрушева, Н.В. Воробьева. – Симферополь: Бизнес-Информ, 2010. – 448 с.;
12. Водяницкий, Ю.Н. Тяжелые металлы и металлоиды в почвах [Текст] / Ю.Н. Водяницкий. – М.: ГНУ Почвенный институт им. В.В. Докучаева РАСХН. 2008. – 85 с.;
13. Голубев, В.Н. Биологическая флора Крыма [Текст] / В.Н. Голубев. – Ялта, НБС-ННЦ, 1996. – 126 с.
14. ГОСТ 17.4.3.01-2017. Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб [Текст]. – Введ. 2019–01–01. – М.: Изд-во стандартов, 2019. – 6 с.;
15. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды на территории Республики Крым в 2013 году» – Симферополь, 2014. – 136 с.;
16. Грабовский, А.В. Анализатор рентгеновский АР-104. Техническое описание и инструкция по эксплуатации [Текст] / А.В. Грабовский // Ленинград: особое конструкторское бюро НПО «Рудгеофизика» Малое Государственное предприятие «Гея», 1991;
17. Джувеликян, Х.А. Загрязнение почв тяжелыми металлами. Способы контроля и нормирования загрязненных почв: учебно-методическое пособие для вузов [Текст] / Х.А. Джувеликян, Д.И. Щеглов, Н.С. Горбунова. – Воронеж: Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2009. – 22 с.;
18. Драган, Н.А. Структура почвенного покрова Ялтинского горно-лесного природного заповедника [Текст] / Н.А. Драган // Учёные записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского, 2009. – Том 22(61), № 2 – С.14–26;
19. Жукова, А.А. Биоиндикация качества природной среды: пособие [Текст] / А.А. Жукова. – Минск: БГУ, 2014. – 112 с.;
20. Казанская, Н.С. Рекреационные леса [Текст] / Н.С. Казанская, В.В. Ланин, Н.Н. Марфеннин. -М.:Лесн. Пром-сть, 1977. – 96 с.;
21. Касимов, Н.С. Регионы и города России: интегральная оценка экологического состояния [Текст]/ Н.С. Касимов, В.Р. Битюкова, С.М. Малхазова, Н.Е. Кошелева,

- Е.М. Никифорова, Н.В. Шартова, Д.В. Власов, С.А. Тимонин, В.Н. Крайнов; Под редакцией Н.С. Касимова. – М.: ИП Филимонов М.В., 2014. – 560 с.;
22. Кедич, А.И. Опасные экзогенные геоморфологические процессы на территории Ялтинского горно-лесного природного заповедника [Текст] / А.И. Кедич, М.А. Кузнецов, Е.А. Еременко, Ю.Р. Беляев // Биологическое разнообразие и устойчивость лесных и урбоэкосистем. Первые международные чтения памяти Г.Ф. Морозова: Материалы научно-практической конференции, Ялта, 12–15 сентября 2019 года. – Ялта: Общество с ограниченной ответственностью «Издательство Типография «Ариал», 2019. – С. 44–48;
23. Клюкин, А.А. Природа и разнообразие факторов среды территории Опукского природного заповедника [Текст] / А.А. Клюкин // Биология растений и садоводство: теория, инновации. 2006. – №126. – 15 с.;
24. Кобечинская, В.Г. Ведущие антропогенные факторы, нарушающие стабильность экосистем Ялтинского горно-лесного природного заповедника [Текст] / В.Г. Кобечинская, А.Д. Сволынский, М.Д. Сволынский, В.В. Капитонов // Экосистемы, их оптимизация и охрана. – 2010. – Вып.2 – С.58-74;
25. Кононова, Л.А. Рассчёт коэффициента суммарного загрязнения в почвах и донных отложениях рекреационной зоны национального парка "Смоленское Поозерье" [Текст] / Л.А. Кононова, И.И. Подлипский, П.С. Зеленковский, В.Р. Хохряков // Экологические проблемы недропользования. Материалы Шестнадцатой международной молодежной научной конференции. Институт наук о Земле Санкт-Петербургского государственного университета; Геологический факультет Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова. – Москва, 2016. – С. 260–262;
26. МУ 2.1.7.730-99. 2.1.7. Почва, очистка населенных мест, бытовые и промышленные отходы, санитарная охрана почвы. Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест. Методические указания. – Введ. 1999-04-05. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 1999. – 30 с.;
27. Об особо охраняемых природных территориях: Федеральный закон от 14 марта 1995 г. №33–ФЗ [принят Государственной Думой 14 марта 1995: в ред. от 18 марта 2023] // Собрание законодательства Российской Федерации. – 1995. – 20 с.;
28. Опекунова, М.Г. Биоиндикация загрязнений: учеб пособие [Текст] / М.Г. Опекунова. – СПб.:Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2016 – 300 с.;

29. Опекунова, М.Г. Методы физико-химического анализа почв и растений: Учебно-методическое пособие [Текст] / М.Г. Опекунова, И.Ю. Арестова, Е.Ю. Елсукова, Н.А. Шейнерман. – СПб.: Изд-во С.- Петерб. ун-та, 2014. – 70 с.;
30. Орлов, Д.С. Химия почв [Текст] / Д.С. Орлов. – М.: Изд-во Моск ун-та, 1985. – 376 с.;
31. Орлов, Д.С. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении [Текст] / Д.С. Орлов, Л.К. Садовникова, И.Н. Лозановская. – М.: Высшая школа, 2002. – 334 с.;
32. Потапова, В.И. Экологические тропы и геоморфологические памятники Ялтинского горно-лесного природного заповедника [Текст] / В.И. Потапова, Е.А. Еременко, Е.Ю. Матлахова // Биологическое разнообразие и устойчивость лесных и урбоэкосистем. Первые международные чтения памяти Г.Ф. Морозова: Материалы научно-практической конференции, Ялта, 12–15 сентября 2019 года. – Ялта: Общество с ограниченной ответственностью «Издательство Типография «Ариал» – 2019. – С. 226–229;
33. Рассадина, Е.В. Биоиндикация и ее место в системе мониторинга окружающей среды [Текст] / Е.В. Рассадина // Вестник Ульяновской ГСХА. – 2007. – №2 (5). – С.48–53;
34. Рогова, Н.С. Определение и анализ природного и антропогенного геохимического фона для метода мхов-биомониторов [Текст] / Н.С. Рогова, Н.К. Рыжакова, А.Л. Борисенко // Экология и промышленность России. 2019. – С.58–63;
35. Рубцов, Н.И. Определитель высших растений Крыма [Текст] / Н.И. Рубцов и др.; Под редакцией Н.И. Рубцова. – Ленинград: изд-во «Наука», 1972. – 550 с.;
36. Саэт, Ю.Е. Геохимия окружающей среды [Текст] / Ю.Е. Саэт, Б.А. Ревич, Е.П. Янин, Р.С. Смирнова, И.Л. Башкаревич, Т.Л. Онищенко, Л.Н. Павлова, Н.Я. Трефилова, А.И. Ачкасов, С.Ш. Саркисян. – М.: Недра, 1990. – 335 с.;
37. СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания – Введ. 2021–01–28 с изм. на 2022–12–30. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2021. – 1153 с.;
38. СанПиН 2.1.7.1287-03 2.1.7. Почва, очистка населенных мест, бытовые и промышленные отходы, санитарная охрана почвы. Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. – Введ. 2003–04–16 с изм. на 2007–07–25. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 16 с.;

39. Сенькин, О.В. Ландшафтно-экологическое картографирование и экологическая оценка нарушенных территорий с применением методов биоиндикации: Учебно-метод. пособие [Текст] / О.В. Сенькин, М.Г. Опекунова, В.М. Щербаков. – СПб.: изд-во С.-Петербур. ун-та, 2000. – 68 с.;
40. Серова, О.В. Рекреационные технологии: Учебное пособие для студ. высш. учебн. Заведений [Текст] / О.В. Серова, А.Ю. Кулагин. – Уфа: Изд-во БГПУ, 2017. – 170 с.;
41. Солнцев, Н.А. К вопросу об амплитудах ритма природных явлений в ландшафте [Текст] / Н.А. Солнцев // Вестник Моск. ун-та. Сер. геогр.– 1962. – № 6. – С.63–67;
42. Терехова, А.В. Определение фоновых содержаний тяжелых металлов в почвах и донных осадках центральной части национального парка «Смоленское Поозерье» [Текст] / А.В. Терехова, П.С. Зеленковский, И.И. Подлипский, В.Р. Хохряков // В сборнике: Экологические проблемы недропользования. Материалы семнадцатой международной молодежной научной конференции. Институт наук о Земле Санкт-Петербургского государственного университета; Геологический факультет Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова. – СПб, 2017. – С. 67–74;
43. Цимбал, А.В. Проблемы и перспективы развития туризма в Крыму [Текст] / А.В. Цимбал, Т.Е. Одаренко // Таврический научный обозреватель, 2016. – № 12, часть 1.– С. 106–109;
44. Чубарова, Ю.М. Эколого-геохимическая оценка почв заповедника "Опукский" (Республика Крым, Россия) [Текст] / Ю.М. Чубарова, П.С. Зеленковский, И.А. Сикорский // Экологические проблемы природо- и недропользования: Материалы XIX международной молодежной научной конференции, Санкт-Петербург, 02–07 июня 2019 года. – СПб: Издательство Санкт-Петербургского государственного университета, 2019. – Том XIX. – С. 411–414;
45. Чупина, В.И. Почвы Никитинского ботанического сада и их геохимические свойства [Текст] / В.И. Чупина // Вестник Московского университета. Серия 5. География, 2020. – №1. – С. 35–40;
46. Шарф, Е.К. Определение рекреационной нагрузки на биотопы Ялтинского заповедника [Текст] / Е.К. Шарф, М.Г. Лукьянова // Экология и управление природопользованием. На пути к устойчивому развитию: индикаторы устойчивого развития территорий: сборник научных трудов Третьей всероссийской научно-практической конференции с международным участием, г. Томск, 19 ноября 2019 г.; под ред. А.М. Адама. – Томск: Литературное бюро, 2020. – Вып. 3. – С. 82–83;

47. Шляхова, П.С. Туристический кластер Крыма: современное состояние и перспективы развития [Текст] / П.С. Шляхова, Е.А. Матушевская // Крымский научный вестник. – Ялта, 2018. – №3. – С. 15–23.

Статьи на английском языке:

48. Alengebawy, A. Heavy Metals and Pesticides Toxicity in Agricultural Soil and Plants: Ecological Risks and Human Health Implications [Text] / A. Alengebawy, S.T. Abdelkhalek, S.R. Qureshi, M.Q. Wang // Toxics. – 2021. – 33 p.;
49. Korotchenko, I.S. Concentration of heavy metals in the soil cover of industrial zones of Krasnoyarsk [Text] / I.S. Korotchenko, G.G. Pervyshina, N.A. Rozhkova // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Krasnoyarsk, 18–20 ноября 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall. Vol. Volume 677. – Krasnoyarsk, Russian Federation: IOP Publishing Ltd. – 2021. – 6 p.;
50. Liu, Z. Prediction of high-risk areas of soil heavy metal pollution with multiple factors on a large scale in industrial agglomeration areas [Text] / Z. Liu, Y. Fei, H. Shi, L. Mo, J. Qi // Science of The Total Environment. – V.808. – 2022. – 12 p.;
51. Mancini, M.S. Ecological Footprint and tourism: Development and sustainability monitoring of ecotourism packages in Mediterranean Protected Areas [Text] / M.S. Mancini, D. Barioni, C. Danelutti, A. Barnias, V. Bračanov, G.P. Piscè, G. Chappaz, B. Đuković, D. Guarneri, M. Lang, I. Martín, S.M. Reverté, I. Morell, A. Peçulaj, M. Prvan, M. Randone, J. Sampson, L. Santarossa, F. Santini, J. Selmani, C. Ser, I. Sinibaldi, M. Topi, V. Treglia, S. Zirletta, A. Galli // Journal of Outdoor Recreation and Tourism. – 2022 – Volume 38. – 13 p.;
52. Mendybaev, E. Bioindication of agrocenosis [Text] / E. Mendybaev, I. Moldekova // Vestnik WKSU. – 2020. – No. 3(79). – P. 229-235.

Ресурсы сети Интернет:

53. The Euro+Med PlantBase – the information resource for Euro-Mediterranean plant diversity [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.emplantbase.org/home.html>. Дата обращения 07.11.2022;
54. Геологическая библиотека [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.geokniga.org>. Дата обращения 07.05.2023;
55. Заповедники и национальные парки мира [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://zapovedniki-mira.com/>. Дата обращения 05.11.2022;
56. Заповедный Крым. Ялтинский горно-лесной природный заповедник [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://zapovedcrimea.ru/yaltinskiy>. Дата обращения 07.11.2022;

57. ООПТ России [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://oopt.aari.ru>. Дата обращения 07.11.2022.

Статьи, опубликованные по результатам ВКР:

58. Бессонова, А.М. Оценка видового разнообразия растительных сообществ в районе основных экологических троп Ялтинского горно-лесного заповедника [Текст] / И.Е. Алексеева, А.М. Бессонова, П.С. Зеленковский // Система управления экологической безопасностью: сборник трудов XVII международной научно-практической конференции (Екатеринбург, 19–20 мая 2023 г.). – Екатеринбург: УрФУ, 2023. – С. 311-317.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Характеристики точек наблюдения на территории исследования

Дата	№ т.н.	Местоположение	Координаты			Описание точки	Экспозиция склона
			N	E	h		
18.07.2022	1	Начало Боткинской тропы, точка в 10 м от ул. Кирова	44°29`48,9``	34°06`56,7``	149	Трубы (водо- или газопроводные), территория замусорена и вытоптана	Ю
18.07.2022	2	500 м от т.н. 1 по Боткинской тропе	44°29`58,6``	34°06`42,9``	202	Территория незамусорена, растительный и почвенный покров вне тропы не нарушен, ветровал	Ю
18.07.2022	3	500 м от т.н. 2 по Боткинской тропе	44°29`58,7``	34°06`19,4``	301	Территория незамусорена, ненарушена	Ю
18.07.2022	4	500 м от т.н. 3 по Боткинской тропе, водопад Надежда	44°30`10,9``	34°06`07,4``	370	Большое количество валунов, территория незамусорена, ненарушена	Ю
18.07.2022	5	500 м от т.н. 4 по Боткинской тропе	44°30`08,7``	34°05`47,7``	537	15 м от водопада, территория незамусорена, точка смотровой площадки, большое	С

						количество валунов	
18.07.2022	6	500 м от т.н. 5 по Боткинской тропе, вершина Ставри-Кая	44°29`54,5``	34°05`55,8``	645	Территория незамусорена, ненарушена, большое количество валунов	В
19.07.2022	7	Начало Штангеевско й тропы, точка в 10 м от Бахчисарайс кого шоссе	44°29`22,5``	34°05`45,6``	386	Территория замусорена, сильно вытоптана	СВ
19.07.2022	8	500 м от т.н. 7 по Штангеевско й тропе	44°29`23,8``	34°05`32,1``	529	Территория замусорена, есть ответвление тропы, ведущей к Бахчисарайском у шоссе	В
19.07.2022	9	500 м от т.н. 8 по Штангеевско й тропе, точка у водопада Учан-Су	44°29`34,2``	34°05`25,7``	566	Большое количество валунов, территория незамусорена	Ю
19.07.2022	10	450 м от т.н. 9 по Штангеевско й тропе	44°29`43,9``	34°05`40,8``	598	Территория замусорена	Ю
19.07.2022	11	Начало Ставрикайск ой тропы, 500 м от т.н.	44°29`58,3``	34°05`35,3``	797	Территория незамусорена, ответвлений тропы не	В

		6				наблюдается по ходу следования	
19.07.2022	12	500 м от т.н. 11 по Ставрикайск ой тропе	44°30`03,6``	34°05`23,7``	961	Низкая загруженность тропы, мусора не наблюдается, естественная нарушенность рельефа, ветровал	СВ
19.07.2022	13	300 м от т.н. 12 по Ставрикайск ой тропе	44°30`00,3``	34°05`11,7``	107 0	Естественная нарушенность рельефа, ветровал	Ю
20.07.2022	14	Точка в 10 м от Бахчисарайс кого шоссе	44°28`33,2``	34°05`33,1``	571	Сильно расчлененный рельеф, приствольные повышения	СВ
20.07.2022	15	200 м от т.н. 14 вверх по склону по азимуту 280°, 100 м до шоссе по азимуту 148°	44°28`32,3``	34°05`24,0``	591	Сильно расчлененный рельеф, приствольные повышения, овраги, невытоптано, незамусорено	СВ
20.07.2022	16	200 м от т.н. 15 по азимуту 300°, 50 м до шоссе	44°28`32,8``	34°05`14,6``	634	Сильно расчлененный рельеф, территория замусорена	С
20.07.2022	17	200 м от т.н. 16 по азимуту 300°, 150 м до пруда у	44°28`33,2``	34°05`05,5``	645	Сильно расчлененный рельеф, территория замусорена	СВ

		изгиба дороги					
20.07.2022	18	200 м от т.н. 17 по азимуту 300°, 10 м до проселочной дороги	44°28'32,3``	34°04'56,1``	689	Сильно расчлененный рельеф, территория незамусорена	СВ
20.07.2022	19	200 м от т.н. 18 по азимуту 326°, 20 м до проселочной дороги	44°28'38,8``	34°04'56,3``	683	Сильно расчлененный рельеф, территория незамусорена	СВ
20.07.2022	20	200 м от т.н. 19 вниз по склону по азимуту 64°, 25 м до реки по азимуту 162°	44°28'39,4``	34°05'05,3``	618	Сильно расчлененный рельеф, территория незамусорена и ненарушена	СВ
20.07.2022	21	200 м от т.н. 20 вниз по склону по азимуту 64°	44°28'38,8``	34°05'14,4``	595	Сильно расчлененный рельеф, территория незамусорена и ненарушена	В
20.07.2022	22	200 м от т.н. 21 вниз по склону по азимуту 64°, 70 м до шоссе по азимуту 57°	44°28'38,4``	34°05'24,0``	590	Сильно расчлененный рельеф, территория незамусорена и ненарушена	СВ
20.07.2022	23	200 м от т.н. 22, 100 м до шоссе по	44°28'37,8``	34°05'33,4``	538	Сильно расчлененный рельеф,	З

		азимуту 260°				территория незамусорена и ненарушена, ветровал	
20.07.2022	24	200 м от т.н. 23	44°28`38,7``	34°05`42,7``	517	Точка в овраге, территория незамусорена и ненарушена	СВ
20.07.2022	25	200 м от т.н. 24	44°28`37,7``	34°05`51,6``	527	Территория незамусорена и ненарушена	СВ
20.07.2022	26	200 м от т.н. 25	44°28`37,5``	34°06`00,5``	498	Территория незамусорена и ненарушена	С
20.07.2022	27	200 м от т.н. 26	44°28`36,3``	34°06`09,2``	488	Точка в овраге, территория незамусорена и ненарушена	СВ
20.07.2022	28	200 м от т.н. 27	44°28`34,6``	34°06`18,5``	518	Территория незамусорена и ненарушена	СВ
20.07.2022	29	200 м от т.н. 28	44°28`28,2``	34°06`16,6``	550	Территория незамусорена и ненарушена	СВ
20.07.2022	30	200 м от т.н. 29	44°28`30,1``	34°06`08,2``	527	Территория незамусорена и ненарушена	СВ
20.07.2022	31	200 м от т.н. 30	44°28`31,0``	34°05`59,0``	542	Территория незамусорена и ненарушена	СВ
20.07.2022	32	200 м от т.н. 31	44°28`30,4``	34°05`49,9``	567	Территория незамусорена и ненарушена	В
20.07.2022	33	200 м от т.н. 32	44°28`30,4``	34°05`41,3``	578	Территория незамусорена и ненарушена, 10 м до шоссе	СВ

Список видов растений, отобранных для составления гербария, и их экологическая характеристика

№ п/п	Название вида		Экологическая характеристика
Древесные породы			
1	<i>Acer campestre</i>	Клён полевой	Не чувствителен к загрязнению воздуха.
2	<i>Carpinus orientalis</i>	Граб восточный	-
3	<i>Fagus sylvatica</i>	Бук европейский	Чувствителен к загрязнению воздуха.
4	<i>Fraxinus ornus</i>	Ясень манновый	Ксерофит, сциогелиофит, гликофит.
5	<i>Fraxinus syriaca</i>	Ясень сирийский	Ксерофит, сциогелиофит, гликофит. Заносной вид.
6	<i>Juniperus excelsa</i>	Можжевельник высокий	Мезофит, сциогелиофит, гликофит. Внесен в Красную книгу РФ. Является реликтовым видом.
7	<i>Juniperus oxycedrus</i>	Можжевельник колючий	-
8	<i>Pinus nigra</i>	Сосна черная	Ксерофит, сциогелиофит, гликофит.
9	<i>Populus italica</i>	Тополь итальянский	Заносной вид.
10	<i>Populus nigra</i>	Тополь чёрный	Мезофит, сциогелиофит, гликофит.

11	<i>Quercus ilex</i>	Дуб каменный	Мезофит, сциогелиофит, гликофит.
12	<i>Quercus pubescens</i>	Дуб пушистый	Мезофит, гелиосциофит, гликофит.
13	<i>Sorbus taurica</i>	Рябина крымская	Мезофит, гелиосциофит, гликофит.
14	<i>Sorbus torminalis</i>	Рябина глоговина	Внесен в Красную книгу РК.
15	<i>Taxus buccata</i>	Тис ягодный	Мезофит, сциофит, гликофит. Внесен в Красную книгу РФ и РК. Является реликтовым видом. Ядовитое растение.
16	<i>Tilia dasystyla</i>	Липа опушённо-столбиковая	Мезофит, сциофит, гликофит. Внесен в Красную книгу РК.
17	<i>Ulmus minor</i>	Вяз малый	-
Кустарники			
18	<i>Cornus mas</i>	Кизил обыкновенный	Индикатор известковых почв.
19	<i>Cotinus coggygria</i>	Скумпия кожевенная	-
20	<i>Cotoneaster integerrimus</i>	Кизильник цельнокрайний	Ксерофит, сциогелиофит, гликофит.
21	<i>Crataegus monogyna</i>	Боярышник однопестичный	Мезофит, гелиосциофит, гликофит.
22	<i>Euonymus latifolia</i>	Бересклет широколиственный	-
23	<i>Frangula alnus</i>	Крушина ломкая	Мезофит, гелиосциофит,

			гликофит.
24	<i>Jasminum fruticans</i>	Жасмин кустарниковый	Ксерофит, сциогелиофит, гликофит.
25	<i>Ligustrum vulgare</i>	Бирючина обыкновенная	-
26	<i>Prunus mahaleb</i>	Антипка	-
27	<i>Rosa sp.</i>	Шиповник	-
28	<i>Rubus sanctus</i>	Ежевика священная	Эндемик.
29	<i>Vitis vinifera</i>	Виноград культурный	-
Травянистые формы			
30	<i>Aegonychon purpureocaeruleum</i>	Эгонихон пурпурно-голубой	-
31	<i>Arabis caucasica</i>	Арабис кавказский	Внесен в Красную книгу РК.
32	<i>Asperula tenella</i>	Ясменник нежный	-
33	<i>Vupleurum exaltatum</i>	Володушка высокая	Мезофит, литофит, гелиофит, гликофит, сорное и кормовое растение.
34	<i>Campanula sibirica</i>	Колокольчик сибирский	Ксерофит, гелиофит, гликофит.
35	<i>Centaurea carpina</i>		Мезофит, гелиофит, гликофит.
36	<i>Centaurea sp</i>	Василек	-
37	<i>Cercis siliquastrum</i>	Багрянник европейский	-
38	<i>Clematis vitalba</i>	Ломонос виноградолистный	Ксерофит, сциогелиофит, гликофит. Индикатор наличия азота в почве и микроорганизмов.

			Консорт. Сорное растение.
39	<i>Clinopodium caucasicum</i>	Пахучка кавказская	-
40	<i>Colutea cilicica</i>	Пузырник киликийский	-
41	<i>Convallaria majalis</i>	Ландыш майский	Мезотроф. Является индикатором послепожарной сукцессии. Внесен в Красную книгу РК.
42	<i>Conyza canadensis</i>	Мелколепестник канадский	Индикатор загрязненности почвы цинком.
43	<i>Coronilla coronata</i>	Вязель увенчанный	Мезофит, гелиосциофит, гликофит. Реликтовый вид.
44	<i>Crepis sp</i>	Скерда	-
45	<i>Dactylis glomerata</i>	Ежа сборная	Ксерофит, сциогелиофит, гликофит. Растет на довольно богатых почвах.
46	<i>Echinops ritro</i>	Мордовник обыкновенный	Ксерофит, гелиофит, гликофит, ядовит. Псаммофит, калькофит, гипсофит. Растет на почвах, богатых кальцием.
47	<i>Epipactis heleborine</i>	Дремлик широколистный	Внесен в Красную

			книгу РК.
48	<i>Euphorbia amygdaloides</i>	Молочай миндалевидный	Мезофит, сциофит, гликофит.
49	<i>Fragaria campestris</i>	Земляника равнинная	Мезофит, сциогелиофит, гликофит.
50	<i>Galatella dracunculoides</i>	Солонечник эстрагоновидный	Эуксерофит, гелиофит, гликофит.
51	<i>Galium album</i>	Подмаренник белый	Ксерофит, гелиофит, гликофит.
52	<i>Galium biebersteinii</i>	Подмаренник Биберштейна	Мезофит, сциогелиофит, гликофит.
53	<i>Galium odoratum</i>	Подмаренник душистый	Мезофит, сциофит, гликофит.
54	<i>Galium pedemontanum</i>	Подмаренник пьемонтский	-
55	<i>Genista albida</i>	Дрок беловатый	Литофит. Мезоксерофит, гелиофит, гликофит.
56	<i>Hedera taurica</i>	Плющ крымский	Мезофит, гелиосциофит, гликофит, ядовитое растение.
57	<i>Hieracium auratum</i>	Ястребинка золотистая	Мезофит, гелиосциофит, гликофит.
58	<i>Hieracium gentile</i>	Ястребинка породнённая	Мезофит, гелиосциофит, гликофит.
59	<i>Inula ensifolia</i>	Девясил мечелистный	Ксерофит, гелиофит,

			гликофит.
60	<i>Lamium maculatum</i>	Яснотка крапчатая	Мезофит, сциофит, гликофит.
61	<i>Lapsana intermedia</i>	Бородавник промежуточный	Мезофит, гелиосциофит, гликофит. Пищевое и лекарственное растение.
62	<i>Laser trilobum</i>	Лазурник трёхлопастный	Мезофит, гелиосциофит, гликофит. Пищевое и лекарственное растение. Индикато р известковых почв.
63	<i>Laserpitium hispidum</i>	Гладыш щетиnistоволосистый	-
64	<i>Lathyrus aureus</i>	Чина золотистая	Мезофит, сциофит, гликофит.
65	<i>Leontodon asper</i>	Кульбаба шероховатая	-
66	<i>Malva erecta</i>	Просвирник прямостоячий	Ксерофит, гелиофит, гликофит. Сорное растение.
67	<i>Mercurialis perennis</i>	Пролесник многолетний	Мезофит, сциофит, гликофит. Ядовитое растение.
68	<i>Mycelis muralis</i>	Мицелис стеной	-
69	<i>Oberna crispata</i>	Хлопушка курчавая	-
70	<i>Padellus mahaleb</i>	Махалебка обыкновенная	-
71	<i>Paeonia triternata</i>	Пион крымский	-
72	<i>Physospermum cornubiense</i>	Вздутосемянник	-

		корнубийский	
73	<i>Pimpinella lithophila</i>	Бедренец камнелюбивый	Ксерофит, сциогелиофит, гликофит.
74	<i>Poa nemoralis</i>	Мятлик дубравный	-
75	<i>Polygonatum odoratum</i>	Купена аптечная	Мезофит, сциофит, гликофит. Ядовитое растение.
76	<i>Primula vulgaris</i>	Первоцвет обыкновенный	Мезофит, гелиосциофит, гликофит.
77	<i>Psephellus declinatus</i>	Псефеллюс наклонённый	-
78	<i>Pteridium tauricum</i>	Орляк крымский	-
79	<i>Ruscus hypoglossum</i>	Иглица подъязычная	Внесен в Красную книгу РК. Мезофит, сциофит, гликофит.
80	<i>Ruscus ponticus</i>	Иглица понтийская	Внесен в Красную книгу РК. Ксерофит, сциогелиофит, гликофит.
81	<i>Salvia officinalis</i>	Шалфей лекарственный	-
82	<i>Sanicula europaea</i>	Подлесник европейский	-
83	<i>Seseli dichotomum</i>	Жабрица вильчатая	Эуксерофит, гелиофит, гликофит, литофит.
84	<i>Solidago virgaurea</i>	Золотарник обыкновенный	Мезофит, гелиосциофит, гликофит, ядовитое растение.
85	<i>Sonchus arvensis</i>	Осот полевой	-
86	<i>Stachys velata</i>	Чистец обёрнутый	-
87	<i>Symphyotrichum sp</i>	Симфиотрихум	-

88	<i>Tamus communis</i>	Диоскорея обыкновенная	Мезофит, сциофит, гликофит. Внесен в Красную книгу РФ. Ядовитое растение.
89	<i>Teucrium chamaedrys</i>	Дубровник обыкновенный	-
90	<i>Tussilago farfara</i>	Мать-и-мачеха обыкновенная	Мезофит, сциогелиофит, гликофит. Индикатор близости водного горизонта. Индикатор рыхлых и неустойчивых почв.
91	<i>Vicia cassubica</i>	Горошек кашубский	-
92	<i>Vincetoxicum sp</i>	Ластовень	Калькофит, гипсофит, эуксерофит, гелиофит, гликофит.
93	<i>Viola reichenbachiana</i>	Фиалка Рейхенбаха	Мезофит, сциофит, гликофит.
94	<i>Viola suavis</i>	Фиалка приятная	Ксерофит, сциогелиофит, гликофит.
Мохообразные			
95	<i>Dicranum scoparium</i>	Дикранум метловидный	-
96	<i>Hypnum cupressiforme</i>	Гипнум кипарисовидный	-
97	<i>Selaginella sp</i>	Селагинелла	-

Шкала оценки мощности подстилки (интегральная методика оценки нарушенности ПТК)

Мощность подстилки	
Балл	Мощность подстилки, см
1	> 10
2	7-10
3	4-6
4	1-3
5	Подстилка отсутствует

Шкала оценки степени разложения подстилки (интегральная методика оценки нарушенности ПТК)

Степень разложения подстилки	
Балл	Степень разложения подстилки
1	Сплошная, мощная, рыхлая
2	Уплотненная, мощность подстилки уменьшается
3	Сильно уплотненная, мощность значительно уменьшена, но еще сплошная, мощность у стволов деревьев увеличивается
4	Встречается фрагментарно (у стволов деревьев, на участках с растительностью)
5	Подстилка отсутствует

Шкала оценки общего проективного покрытия травяно-кустарничкового яруса
(интегральная методика оценки нарушенности ПТК)

ОПП травяно-кустарничкового яруса	
Балл	ОПП, %
1	больше или равно 85 %
2	65-84 %
3	45-64 %
4	25-44 %
5	< 25 %

Шкала оценки характеристики видового разнообразия на точке наблюдения (интегральная методика оценки нарушенности ПТК)

Характеристика видового разнообразия	
Балл	Количество видов
1	22-27
2	16-21
3	11-15
4	6-10
5	1-5

Шкала оценки отношения синантропных видов к коренным (интегральная методика
оценки нарушенности ПТК)

Отношение синантропных видов к коренным	
Балл	Синантропные виды полностью отсутствуют
1	Отсутствуют синантропные виды
2	Встречаются единично
3	Количество синантропных видов 25% от числа всех видов на площадке
4	Количество синантропных видов около 50 % от числа всех видов на площадке
5	Количество синантропных видов более 75% от числа всех видов на площадке

Шкала оценки жизненности коренных видов (интегральная методика оценки
нарушенности ПТК)

Жизненность коренных видов	
Балл	Жизненность коренных растений
1	Жизненность хорошая
2	Жизненность отдельных видов понижена
3	Жизненность большинства видов понижена
4	Жизненность всех видов понижена
5	Жизненность очень низкая

Шкала оценки состояния подростка (интегральная методика оценки нарушенности ПТК)

Состояние подростка	
Балл	Состояние подростка
1	Разновозрастной состав, жизнеспособный, обильный
2	Разновозрастной состав, жизнеспособный, становится скуднее
3	Мало дифференцирован, одновозрастной состав
4	Практически полное отсутствие жизнеспособного молодого подростка
5	Подрост отсутствует

Шкала оценки характеристики дорог (интегральная методика оценки нарушенности ПТК)

Характеристика дорог	
Балл	Наличие дорожность сети
1	Отсутствие дорожной сети
2	Плохо наезженная узкая грунтовая дорога
3	Широкая зарастающая грунтовая дорога
4	Хорошо наезженная широкая грунтовая дорога
5	Асфальтированная дорога

Шкала оценки вытоптанности и тропинойной сети на точке наблюдения (интегральная методика оценки нарушенности ПТК)

Характеристика вытоптанности, тропинойная сеть	
Балл	Вытоптанность, тропинойная сеть
1	Отсутствует
2	Присутствуют отдельные тропинки (не более 5% площади)
3	Тропинойная сеть сравнительно густа (10-15 % площади)
4	Тропинки густой сетью опутывают лес (15-60 % площади)
5	Большая часть территории вытоптана (более 60 %)

Шкала оценки инфраструктуры (интегральная методика оценки нарушенности ПТК)

Характеристика инфраструктуры	
Балл	Наличие инфраструктуры
1	Отсутствует
2	Единичные сооружения
3	Присутствует малое количество объектов инфраструктуры (занимает площадь менее 5 %)
4	Присутствует умеренное количество объектов инфраструктуры (занимает площадь 5-10%)
5	Присутствует большое количество объектов инфраструктуры (занимает площадь более 10%)

Шкала оценки замусоренности (интегральная методика оценки нарушенности ПТК)

Характеристика замусоренности	
Балл	Наличие бытового мусора
1	Отсутствие мусора
2	Единично присутствует бытовой мусор
3	Умеренное количество бытового мусора
4	Существенная замусоренность
5	Участок практически полностью покрыт бытовым мусором

Шкала оценки жилой застройки (интегральная методика оценки нарушенности ПТК)

Характеристика жилой застройки	
Балл	Наличие застройки
1	Отсутствует
2	до 10% застроенной площади
3	% застроенной площади 10-30%
4	% застроенной площади 31-50%
5	% застроенной площади более 50%

Сводные данные оценки показателей согласно интегральной методике оценки нарушенности ПТК

№ т.н.	Мощность подстилки	Состояние подстилки	Общее проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса	Количество видов	Отношение синантропных видов к коренным	Жизненность	Состояние подроста	Дорожная сеть	Тропинная сеть	Инфраструктура	Замусоренность	Жилая застройка	Стадия нарушенности
1	4	4	5	4	2	3	3	5	4	2	3	1	3
2	4	4	4	3	1	1	1	1	2	1	1	1	2
3	3	4	5	3	2	1	1	1	2	1	1	1	2
4	4	4	5	2	2	1	1	1	2	1	1	1	2
5	4	4	4	3	1	1	1	1	2	1	1	1	2
6	5	4	4	3	1	1	1	1	2	1	1	1	2
7	4	4	5	3	1	1	1	5	3	2	2	1	3
8	3	4	5	3	1	1	1	1	3	2	2	1	2
9	5	4	3	1	2	1	1	1	2	1	1	1	2
10	5	4	3	3	1	1	1	1	2	1	2	1	2
11	3	4	2	3	1	1	1	1	2	1	1	1	2
12	3	4	3	3	1	1	1	1	2	1	1	1	2
13	2	3	4	3	1	1	1	1	2	1	1	1	2
14	2	3	5	4	1	1	1	5	3	1	1	1	2
15	3	4	5	3	1	1	1	1	1	1	1	1	2
16	3	4	5	3	1	1	1	1	3	1	2	1	2
17	3	4	5	3	1	1	1	1	2	1	2	1	2
18	3	4	4	2	1	1	1	1	2	1	1	1	2
19	2	3	5	3	1	1	1	1	1	1	1	1	2
20	3	4	5	3	1	1	1	1	1	1	1	1	2
21	4	4	5	3	1	1	1	1	1	1	1	1	2
22	4	4	5	3	1	1	1	5	1	1	1	1	2
23	4	4	4	3	1	1	1	5	1	1	1	1	2
24	4	4	4	3	1	1	1	1	2	1	1	1	2
25	3	4	5	4	1	1	1	1	1	1	1	1	2
26	4	4	5	4	1	1	1	1	1	1	1	1	2
27	4	4	5	4	1	1	2	1	1	1	1	1	2
28	3	4	5	4	1	1	2	1	1	1	1	1	2
29	4	4	5	4	1	1	2	1	1	1	1	1	2
30	4	4	5	3	1	1	1	1	1	1	1	1	2
31	4	4	5	4	1	1	1	1	1	1	1	1	2
32	3	4	5	4	1	1	1	1	1	1	1	1	2
33	4	4	5	4	1	1	1	5	2	1	1	1	3

Стадии нарушения ПТК в соответствии с интегральной методикой оценки
 нарушения и стадии рекреационной дистрессии по Н.С. Казанской

№ т.н.	Стадия нарушения ПТК	Стадия дистрессии по Н.С. Казанской
1	3	4
2	2	2
3	2	2
4	2	2
5	2	2
6	2	2
7	3	3
8	2	3
9	2	2
10	2	2
11	2	2
12	2	2
13	2	2
14	2	3
15	2	2
16	2	3
17	2	2
18	2	2
19	2	2
20	2	2
21	2	2
22	2	2
23	2	2
24	2	2
25	2	2
26	2	2
27	2	2
28	2	2
29	2	2
30	2	2
31	2	2
32	2	2
33	3	3

Концентрации тяжелых металлов в пробах почв по результатам анализа
рентгенофлуоресцентным методом

№ п.п.	Pb ppm	Zn ppm	Cu ppm	Ni ppm	Cr ppm
1	58	136	80	45	76
2	67	136	37	39	78
3	61	78	25	36	74
4	64	102	30	36	66
5	73	87	30	29	55
6	73	91	39	48	80
7	63	103	31	37	79
8	73	100	31	52	84
9	49	61	25	40	56
10	85	132	41	54	75
11	105	119	89	51	77
12	93	103	264	51	107
13	101	182	266	47	73
14	67	106	84	43	75
15	69	114	381	63	108
16	78	129	52	48	89
17	61	91	127	44	63
18	76	5	137	49	50
19	87	113	95	49	71
20	104	250	197	46	55
21	67	125	138	48	78
22	63	105	101	36	80
23	80	94	96	52	92
24	60	113	169	56	81
25	69	105	125	51	91
26	74	95	216	49	100
27	69	89	109	52	90
28	66	93	120	43	81
29	85	5	333	59	98
30	60	75	88	-28	65
31	65	80	64	42	83
32	70	83	53	43	104
33	53	77	32	50	76

Значения суммарного показателя загрязнения почв

№ т.п.	Zс
1	5,8
2	3,9
3	2,2
4	2,8
5	2,6
6	3,8
7	3,0
8	3,8
9	1,8
10	5,0
11	7,4
12	15,3
13	16,1
14	5,7
15	20,5
16	5,3
17	7,2
18	7,8
19	6,9
20	13,9
21	8,6
22	6,2
23	7,0
24	10,0
25	8,1
26	12,3
27	7,1
28	7,2
29	17,8
30	4,7
31	4,4
32	4,5
33	2,8

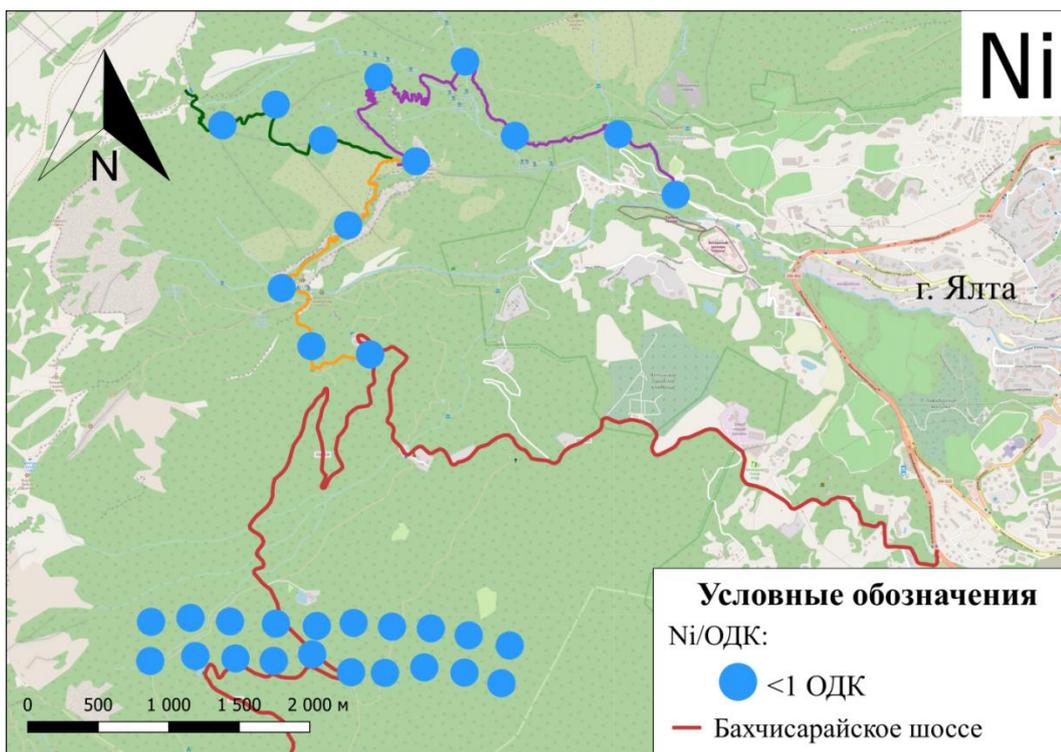
Отношения концентраций тяжелых металлов в пробах почв к ОДК

№ п.п.	Pb/ОДК	Zn/ОДК	Cu/ОДК	Ni/ОДК
1	0,4	0,6	0,6	0,6
2	0,5	0,6	0,3	0,5
3	0,5	0,4	0,2	0,5
4	0,5	0,5	0,2	0,5
5	0,6	0,4	0,2	0,4
6	0,6	0,4	0,3	0,6
7	0,5	0,5	0,2	0,5
8	0,6	0,5	0,2	0,6
9	0,4	0,3	0,2	0,5
10	0,7	0,6	0,3	0,7
11	0,8	0,5	0,7	0,6
12	0,7	0,5	2,0	0,6
13	0,8	0,8	2,0	0,6
14	0,5	0,5	0,6	0,5
15	0,5	0,5	2,9	0,8
16	0,6	0,6	0,4	0,6
17	0,5	0,4	1,0	0,5
18	0,6	0,0	1,0	0,6
19	0,7	0,5	0,7	0,6
20	0,8	1,1	1,5	0,6
21	0,5	0,6	1,0	0,6
22	0,5	0,5	0,8	0,4
23	0,6	0,4	0,7	0,6
24	0,5	0,5	1,3	0,7
25	0,5	0,5	0,9	0,6
26	0,6	0,4	1,6	0,6
27	0,5	0,4	0,8	0,6
28	0,5	0,4	0,9	0,5
29	0,7	0,0	2,5	0,7
30	0,5	0,3	0,7	0,3
31	0,5	0,4	0,5	0,5
32	0,5	0,4	0,4	0,5
33	0,4	0,3	0,2	0,6

Результаты определения актуальной и потенциальной кислотности почв

№ п.п.	pH актуальная	pH потенциальная
1	7,35	6,81
2	6,98	6,7
3	6,33	5,4
4	7,69	7,2
5	7,77	7,28
6	7,96	7,4
7	6,84	6,08
8	4,73	3,28
9	7,77	7,2
10	6,93	7,36
11	7,31	6,71
12	6,85	6,09
13	6,5	6,72
14	7,73	7,06
15	6,7	5,93
16	7,1	6,35
17	7,99	7,56
18	7,33	6,75
19	7,04	6,65
20	6,89	6,57
21	6,4	5,55
22	7,32	6,62
23	6,36	6,38
24	7,39	6,62
25	5,46	4,02
26	6,54	5,4
27	5,52	4,7
28	6,8	5,83
29	6,33	5,05
30	6,85	7,29
31	7,71	7,21
32	6,61	5,63
33	7,72	7,3

Карта-схема отношения содержания Ni к ОДК



Карта-схема отношения содержания Pb к ОДК

