

Санкт-Петербургский государственный университет

КРЫВОШАПЧЕНКО Екатерина Вадимовна

Выпускная квалификационная работа

***Оценка воздействия «Большой Севастопольской Тропы» на
экологическое состояние компонентов природной среды заказника «Мыс Айя»***

Уровень образования:

Направление *05.03.06 «Экология и природопользование»*

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

Научный руководитель:

доцент кафедры геоэкологии,

кандидат геолого-минералогических наук,

Зеленковский Павел Сергеевич

Рецензент:

ведущий научный сотрудник

ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей

им. А.О. Ковалевского РАН», кандидат биологических наук,

Дмитриева Евгения Вениаминовна

Санкт-Петербург

2023

Оглавление

Введение	3
Глава I. Литературный обзор.....	5
1.1. Обзор ООПТ Крымского полуострова и г. Севастополя.....	5
1.2. Экологический туризм в ООПТ г. Севастополя.....	9
1.3. Государственный природный ландшафтный заказник регионального значения «Мыс Айя» как объект экологического туризма	11
1.4. Большая Севастопольская тропа как главный объект экологического туризма в городе Севастополе.....	12
1.5. Тяжелые металлы в почве как индикатор антропогенной деятельности	13
Глава II. Физико-географическое описание района исследований	15
2.1. Климат.....	16
2.2. Рельеф	17
2.3. Гидрология	17
2.5. Растительность	18
Глава III. Материалы и методы	20
3.1. Материалы, объекты мониторинга	20
3.2. Методы исследования	29
Глава IV. Результаты исследования.....	37
4.1. Результаты определения плотности дорожно-тропической сети	37
4.2. Результаты определения рекреационной дигрессии	38
4.3. Результаты исследования растительного покрова	39
4.4. Результаты исследования почвенного покрова	50
4.5. Результаты исследования корки <i>Pinus brutia</i>	57
Выводы	61
Заключение.....	62
Благодарности	63
Использованные источники.....	64
Приложения.....	71

Введение

Севастополь – один из трех городов федерального значения в Российской Федерации, крупный туристический центр, принимающий туристов на протяжении всего года. В последнее время становится популярным экологический туризм, подразумевающий посещение природных территорий. В Севастополе экотуризм широко распространен на особо охраняемых природных территориях (далее – ООПТ), в частности один из маршрутов Большой Севастопольской Тропы – главного объекта такого туризма – проходит через заказник «Мыс Айя». По этой причине для исследования была выбрана эта ООПТ.

Особо охраняемые природные территории создаются с целью поддержки биологического разнообразия и выполнения функции сохранения природных экосистем и комплексов в их естественном состоянии. Это необходимо для поддержания лесных, степных и других ландшафтов, которые имеют важное научное, природоохранное и эстетическое значение. На территории Севастополя, в которую входят не только городские площади, а площади акватории, горных и лесных массивов города, есть уникальные ландшафты, которые характеризуются наиболее высоким ландшафтным разнообразием в Крыму (Позаченюк, 2015). Так, в Севастополе наблюдается четыре из пяти природных зоны Горного Крыма: предгорная с тремя поясами, горная с тремя поясами, горных лугов яйл с одним поясом и южнобережная полусубтропическая с одним поясом (Позаченюк, Панкеева, 2008). Уникальность особо охраняемых природных территорий делает их очень ценными для развития туризма. Однако из-за увеличения антропогенного воздействия на окружающую среду происходит ухудшение состояния природных объектов, так как из всех видов природопользования, разрешённых на ООПТ, наиболее популярным является экологический туризм, а увеличение посетителей вызывает различные негативные последствия, такие как изменение почвенного и растительного покровов.

В последние годы наблюдается рост туристического потока, что сказывается на состоянии растительных сообществ и почвенного покрова в заказнике «Мыс Айя», именно поэтому осуществление мониторинга состояния и качества почв является необходимым. Кроме того, изучение распространения химических элементов в почвах является приоритетным, так как данная информация необходима для проведения экологических исследований в регионе. Однако, на особо охраняемых природных территориях города Севастополя, в частности в заказнике «Мыс Айя» подобные исследования не проводились.

В связи с этим **научная новизна** исследования заключается в том, что на территории заказника «Мыс Айя» впервые была проведена оценка состояния почвенной и растительной

среды совместно, а также впервые были проанализированы содержания тяжелых металлов в почвах заказника «Мыс Айя».

Цель выпускной квалификационной работы: оценить влияние туристической деятельности человека на почвы и растительность заказника «Мыс Айя».

Для достижения данной цели поставлены следующие **задачи**:

1. Выполнить литературный обзор на тему особо охраняемых природных территорий г. Севастополя и экологического туризма на таких территориях;
2. Провести полевые исследования на территории заказника «Мыс Айя», включающие отбор проб почвы, геоботанические описания площадок исследования, описания древостоя;
3. Определить стадии рекреационной дигрессии для фитоценозов;
4. Проанализировать почву и корку *Pinus brutia* на содержание тяжёлых металлов, а именно Ni, Cr, Zn, Cu, Pb и выявить закономерности распространения содержания этих тяжёлых металлов;
5. Сделать выводы о состоянии компонентов природной среды на территории заказника.

Актуальность темы заключается в том, что до 50% всех туристов, посещающих республику Крым с 2017 года, проводят свой отдых на южном побережье Крыма (ЮБК), где находится изучаемый заказник «Мыс Айя» (Шляхова, Матушевская, 2018), а общее количество посетивших Крым в 2022 году составило 6,5 млн человек (Министерство..., эл. ресурс). Таким образом, с каждым годом антропогенное влияние на заказник увеличивается. Экологический туризм – деятельность по организации путешествий, включающая все формы природного туризма, при которых основной мотивацией туристов является наблюдение и приобщение к природе при стремлении к ее сохранению (ГОСТ Р. 56642-2015). Кроме того, в стратегии развития туризма в РФ на период до 2035 г. экологический туризм назван одним из приоритетных видов туризма в нашей стране (Распоряжение..., 2019).

Для комплексной оценки состояния природной среды были выбраны такие компоненты природной среды как почвы и растительные сообщества. Этот выбор обусловлен тем, что почвы являются индикатором накопленного вреда в экосистеме, а растительность реагирует на изменение условий окружающей среды в результате антропогенного воздействия изменением своих морфологических характеристик.

Глава I. Литературный обзор

1.1. Обзор ООПТ Крымского полуострова и г. Севастополя

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 (ФЗ N 33, 1995).



Рисунок 1. ООПТ Крымского полуострова (Каширина, 2016)

По данным на 2014 год (Региональный ..., 2014) в Крыму и г. Севастополе насчитывается 208 объектов сети ООПТ. На территории Крымского полуострова наиболее высокий статус охраны наблюдается у заповедников Ялтинский горно-лесной, Мыс Мартьян, Крымский, Казантипский, Опукский и Карадагский, занимающих 29% территории ООПТ республики (Каширина, 2016).

В Российской Федерации по состоянию на 2020 год насчитывалось около 12 тысяч особо охраняемых природных территорий федерального, регионального и местного значений, что составило 14% от общей территории страны (Государственный..., 2021). Анализируя рис. 1 можно заметить, что доля площади ООПТ в административном районе г. Севастополя составляет более 20%, что является одним из наибольших значений на Крымском полуострове и высоким показателем по всей стране. Необходимо отметить, что наибольшую площадь в этом районе имеет заказник Байдарский. На Южном побережье

Крыма и в окрестностях г. Ялта также сконцентрировано высокое значение особо охраняемых территорий: Ялтинский горно-лесной заповедник, заповедник Мыс Мартьян, Крымский заповедник.

Общая площадь Севастополя, в которую входят земли города, лесные и горные массивы, составляет 107,96 тыс. га, из них площадь особо охраняемых природных территорий города составляет 25,022 тыс. га, что составляет около 30 % от общей площади города и является одним из самых высоких показателей среди регионов Российской Федерации (Ежегодный..., 2020). В городе есть ООПТ только регионального значения, охраняемые территории федерального и местного значения отсутствуют.

На территории города Севастополя расположены 14 особо охраняемых природных территорий регионального значения различных категорий, которые обозначены на Рис. 2.:

- 6 государственных природных заказников;
- 7 памятников природы;
- 1 природный парк.

ООПТ неравномерно распределены по территории города, что связано со степенью освоенности территории. Наибольшее количество особо охраняемых объектов (примерно 98%) находится в Балаклавском муниципальном округе. Доли остальных ООПТ, расположенных в Нахимовском, Гагаринском и Ленинском районах, незначительны.

У особо охраняемых территорий в пределах города Севастополя есть ряд особенностей: отсутствие объектов ООПТ с наивысшим статусом заповедования; наличие охраняемых прибрежных комплексов со значительной протяженностью морских границ; наличие многочисленных памятников истории, архитектуры на территориях особо охраняемых объектов; размещение некоторых памятников природы в зонах, связанных с рекреацией; а также главная особенность – неравномерное распределение этих территорий по площади города. Немаловажной особенностью является включение в территорию особо охраняемого объекта не только наземных территорий, но и морских акваторий.

На Рис. 2. представлены также перспективные ООПТ г. Севастополя, которым впервые предложен такой статус – старовозрастные деревья такие, как *Juniperus excelsa* M. Bieb., *Pistacea mutica* Fisch. & C.A. Mey, *Quercus robur* L. и *Platanus orientalis* L. Цифрой 3 отмечен исследуемый заказник «Мыс Айя».

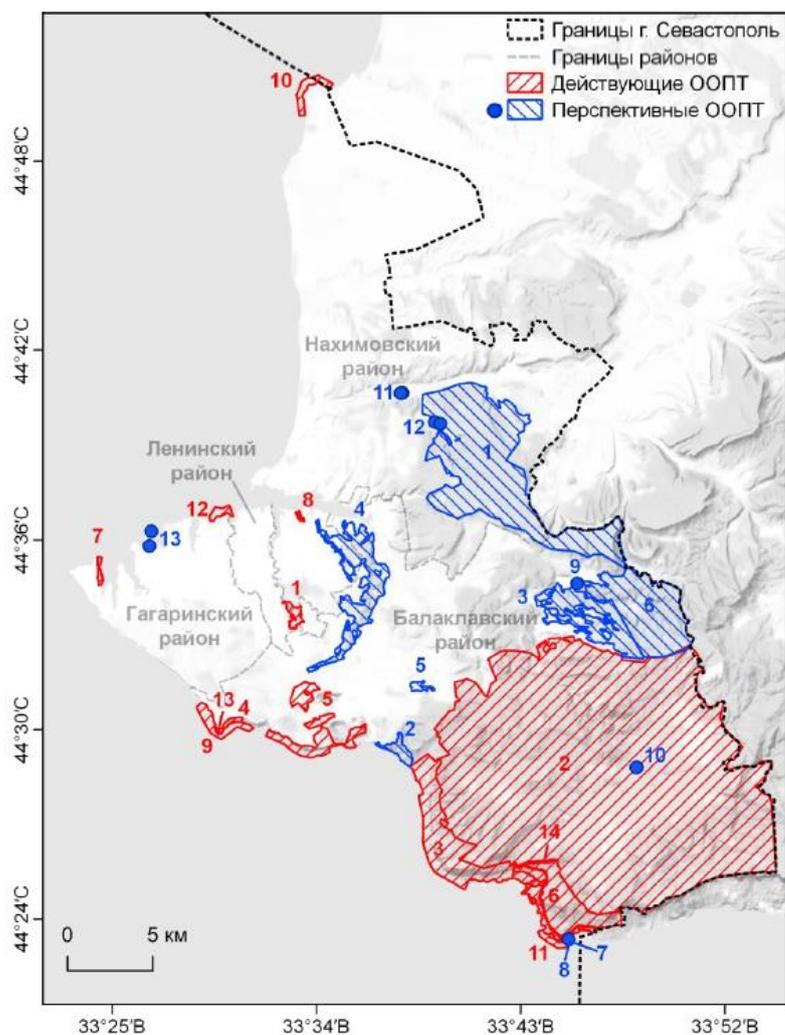


Рисунок 2. Схема размещения действующих и перспективных ООПТ г. Севастополя (Бондарева и др., 2020). Условные обозначения приведены Приложении 14 .

Началу формирования ООПТ в окрестностях г. Севастополя положило создание в 1947 году первой охраняемой территории «Роща Пицундской сосны и древовидного можжевельника на мысе Айя», в этом же году появилась и другие ООПТ – «Скельская пещера» и «Каньон реки Чёрной», позднее в 1969 году к статусу ООПТ добавили мыс Фиолент с прилегающей акваторией. В 1972-1979 гг. с целью защиты прибрежных экосистем образованы памятники природы – прибрежные аквальные комплексы (ПАК). Такие ПАК находились у мыса Фиолент (ПАК у мыса Фиолент), Лукул (ПАК у мыса Лукул), Айя (ПАК у мыса Айя) и у Херсонеса Таврического (ПАК у Херсонеса Таврического). В 1990 году был создан ландшафтный заказник общегосударственного значения «Байдарский», в который вошли заказники местного значения «Орлиновский» и памятники природы «Каньон реки Чёрная» и «Скельская пещера». С 1996 по 1998 гг. были организованы только 2 ООПТ – ландшафтный заказник местного значения «Мыс Фиолент» и общезоологический заказник общегосударственного значения «Бухта Казачья».

Последующий период не отличался созданием особо охраняемых природных территорий, пока в 2013 году не был организован региональный ландшафтный парк «Максимова дача», а в 2017 и 2018 гг. ландшафтные заказники «Караньский» и «Ласпи» соответственно (Позаченюк и др., 2020).

На диаграмме, представленной на Рисунке 3 обозначена динамика площади и количества объектов ООПТ Севастополя в период с 1989 по 2018 гг. Анализируя диаграмму, можно заметить, что в этот период значительно увеличивалась площадь, занимаемая ООПТ на территории города, а также с 1990 г. было заметно и повышение количества этих охраняемых территорий. Однако, начиная с 2002 года началось сокращение площади особо охраняемых природных территорий, происходившее с ростом количества этих территорий. Уменьшение площади ООПТ с 2013 по 2018 гг. можно объяснить территориальными изменениями заповедника «Байдарский»: его площадь уменьшилась из-за изъятия земель населённых пунктов Байдарской долины, однако в этот же период увеличилась площадь заказника «Мыс Айя».

Общая таблица ООПТ города Севастополя представлена в Таблице 1. Анализируя ее, можно заметить, что в структуре ООПТ большая доля площади приходится на государственные природные ландшафтные заказники регионального значения (площадь, занимаемая ими равна 24470,5 га, что в процентном соотношении – 97,8%), из которых 5,5% приходится на площадь заказника «Мыс Айя». Невысока доля памятников природы в общей площади ООПТ города – 1,9%. Необходимо отметить, что наивысшей категорией заповедования являются природные заказники ландшафтного профиля, более высокие категории отсутствуют.

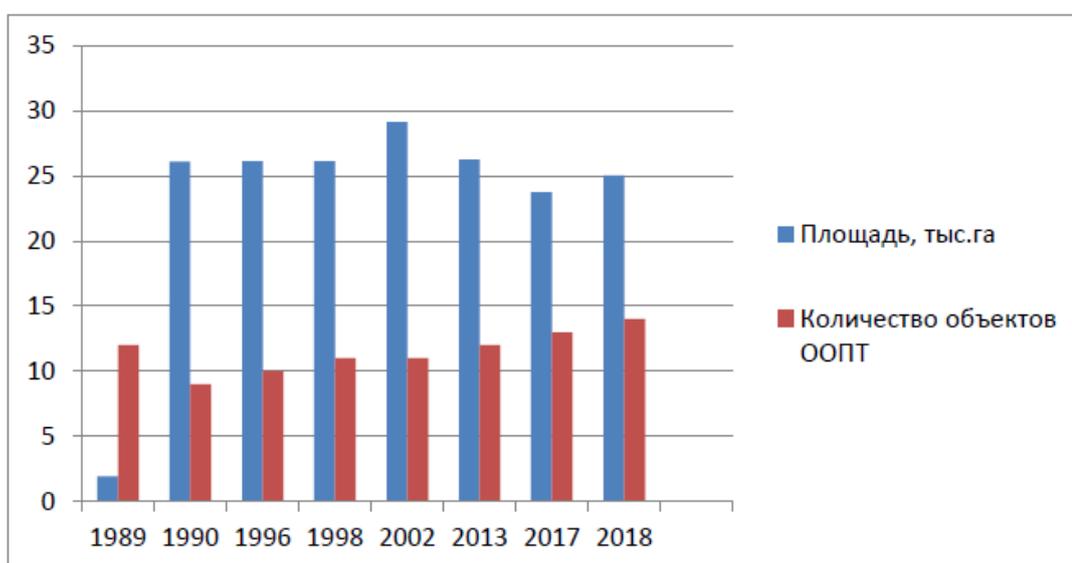


Рисунок 3. Динамика площади и количество объектов ООПТ Севастополя с 1989 по 2018 гг. (Позаченюк и др., 2020)

Таблица 1. ООПТ города Севастополя (Позаченюк и др., 2020)

Категория ООПТ	Площадь, га			Профиль	Год создания
	Общая	Территория	Акватория		
Природный парк регионального значения					
«Максимова дача»	83,9	83,9	-	Ландшафтный	2013
Государственный природный ландшафтный заказник регионального значения					
«Мыс Фиолент»	37,9	37,9	-	Ландшафтный	1996
«Мыс Айя»	1377,0	1169,0	208,0	Ландшафтный	1982
«Байдарский»	21231,0	21231,0	-	Ландшафтный	1990
«Ласпи»	1232,7	1232,7	-	Ландшафтный	2018
«Караньский»	568,7	451,0	117,7	Ландшафтный	2017
Государственный природный общезоологический заказник регионального значения					
«Бухта Казачья»	23,2	23,2	-	Общезоологический	1998
Ботанический памятник природы регионального значения					
«Ушакова балка»	11,9	11,9	-	Ботанический	1979
Гидрологический памятник природы регионального значения					
«ПАК у мыса Лукулл»	128,5	15,1	113,4	Гидрологический	1979
«ПАК у мыса Сарыч»	62,2	3,5	58,7	Гидрологический	1972
«ПАК у мыса Фиолент»	179,4	66,0	113,4	Гидрологический	1972
«ПАК у Херсонеса Таврического»	60,7	1,0	59,7	Гидрологический	1979
Комплексный памятник природы регионального значения					
«Мыс Фиолент»	5,8	5,8	-	Комплексный	1969
Памятник природы регионального значения					
Заповедное урочище «Скалы Ласпи»	18,4	18,4	-	Комплексный	1980
Итого	25021,3	24350,4	670,9		

1.2. Экологический туризм в ООПТ г. Севастополя

Экологический туризм – бурно развивающееся направление в туризме Российской Федерации, которое подразумевает проведение рекреационных мероприятий на особо охраняемых территориях с познавательными и природоохранными целями.

Как уже упоминалось ранее, основная функция ООПТ – охрана природных объектов, уникальность которых делает их очень ценными и востребованными для развития туристической деятельности. Одним из востребованных и популярных направлений в экологическом туризме считается разработка туристско-экскурсионных маршрутов, то есть экологических троп. В зависимости от категории ООПТ можно выделить три направления использования особо охраняемых природных объектов в туристско-рекреационных целях: ограниченное, расширенное, компромиссное. К ограниченному относятся территории, закрытые для посещения, а сторонники такого направления считают, что ООПТ должны выполнять свои основные природоохранные функции, и отрицают возможность развития туризма и рекреации. В расширенном направлении использования ООПТ предполагается, что экологический туризм считается одним из наиболее востребованных и перспективных направлений развития. Третье направление – компромиссное, для которого характерно выполнение как природоохранной, так и рекреационной функции на таких особо охраняемых природных территориях, однако охрана природы все равно занимает лидирующую позицию (Воронина, 2019).

Таблица 2. Туристско-рекреационное использование исследуемой особо охраняемой природной территории (Воронина, 2019)

Название ООПТ	Общая площадь, га	Основные виды туристско-рекреационного использования ООПТ
Государственный природный ландшафтный заказник регионального значения «Мыс Айя»	1377,00	Самодельные экскурсионные маршруты, оборудованы места для отдыха, установки палаток и разведения костров

Выбранный для исследования Государственный природный ландшафтный заказник «Мыс Айя» относится к компромиссному типу использования ООПТ, который предполагает совмещенную природоохранную и туристско-рекреационную деятельность. Так, исходя из Таблицы 2, можно заметить, что на территории заказника «Мыс Айя» предусмотрены самодельные экскурсионные маршруты, а также оборудованные места для отдыха, установки палаток и разведения костров, а также эта территория пересекается Большой Севастопольской тропой.

1.3. Государственный природный ландшафтный заказник регионального значения «Мыс Айя» как объект экологического туризма

В заказнике распространены различные типы природопользования: природоохранное, лесохозяйственное и рекреационное (Мильчакова, 2015). О наличии последнего свидетельствуют построенные объекты рекреации: база отдыха «Дельфин», детские оздоровительные центры «Ласпи», «Чайка», «Батилиман». Территория ООПТ используется для объектов временной рекреации – кемпингов и палаточный лагерей, развивается пешеходный туризм и скалолазание. Специальные зоны для инфраструктуры туризма не выделены, поэтому расположение летних палаточных лагерей зависит от транспортной доступности. В связи с этим возникает проблема нерегулируемой рекреации, которая приводит к размещению костров, а также способствует образованию мест сбора отходов на всей территории заказника. Рекреационное природопользование способствует развитию дорожно-тропиночной сети, общая протяженность которой в заказнике составляет 27,27 км (Каширина, Новиков, 2016).



Рисунок 4. Общий вид государственного природного ландшафтного заказника регионального значения «Мыс Айя» (Мильчакова, 2015)

Негативными природными факторами на территории считаются обвалы, оползни, абразия территории. Пожары из-за антропогенного воздействия способствовали уничтожению значительной части реликтовых деревьев. К одной из антропогенных угроз относится строительство стационарной рекреации у границ заказника и других заповедных объектов в бухтах неподалеку от заказника. В пределах береговой зоны негативным фактором, влияющим на природные комплексы, является нерегулируемый пешеходный туризм. Из-за беспорядочной и незакрепленной тропиночной сети происходит деградация почвенного и травяного покрова, а также произрастание сорных видов. На территории заказника происходит замусоривание его территории, а также повреждение подростка кустарников, сбор растений, которые относятся к лекарственным и рубка деревьев (Мильчакова, 2015).

В заказнике «Мыс Айя» выполняются как природоохранные, так и рекреационные функции, по причине того, что заказник расположен в прибрежной зоне рядом с курортными районами. Здесь охраняются прибрежные ландшафты, аквальные природные комплексы, а также сохраняются местообитания редких растений и животных. Для экологического туризма привлекательны рощи сосны и можжевельниковые редколесья. ООПТ «Мыс Айя» – это ценный приморский природный комплекс, который представлен большим биоразнообразием, реликтовыми и эндемичными видами.

Наибольшее негативное влияние на ООПТ связано с угрозами от пожаров, рекреации и вырубке леса, в меньшей степени от загрязнения и замусоривания. Природными факторами угроз являются изменения литогенной основы (эрозия, оползни, сейсмическая активность), которые приводят к разрушению местообитаний и биотопов. Биогеоценозы заказника можно ранжировать по степени уменьшения антропогенных угроз: леса, редколесья, шибляк, нагорная степь (Ежегодный..., 2021).

В связи с этим, актуальным является вопрос изучения состояния почвенного и растительного покровов заказника с целью оценки антропогенного воздействия.

1.4. Большая Севастопольская тропа как главный объект экологического туризма в городе Севастополе

Экологическая тропа – специально проложенный и оборудованный маршрут в местах, где окружающие природные объекты имеют природоохранную, эстетическую, познавательную функцию. Большая Севастопольская тропа (БСТ) – проект, который был утвержден постановлением Правительства Севастополя от 30.10.2015 года № 1023-ПП и включен в Государственную программу «Развитие туризма в городе Севастополе на 2015-2020 годы» (Бровцына и др., 2021). БСТ стала комплексным проектом развития экологического туризма в республике Крым. Большая Севастопольская тропа начинается в Балаклаве и проходит вдоль границ города Севастополя до поселка Любимовка, затрагивая лесные, горные, степные ландшафты. Длина главного маршрута составляет 117 км, общая протяженность с учетом радиальных маршрутов более 250 км, а состоит тропа из 8 основных маршрутов и 10 дополнительных (Бровцына и др., 2021). БСТ пересекает исследуемый заказник «Мыс Айя».



Рисунок 5. Карта-схема Большой Севастопольской тропы (<https://bst-sev.ru/>)

1.5. Тяжелые металлы в почве как индикатор антропогенной деятельности

Необходимость исследования почв на содержание тяжёлых металлов (далее – ТМ) обусловлена тем, что содержание их в почвах может быть использовано как геохимический маркер процессов, происходящих в природной среде, а также маркер антропогенной деятельности.

Существует около 40 элементов, которые попадают в категорию тяжёлых металлов (Sharma, Agrawal, 2005). 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). По классификации Н. Реймерса (1990), тяжелыми следует считать металлы с плотностью более 8 г/см³.

Развитие индустриализации создало серьезную опасность загрязнения почвы тяжелыми металлами (Liu et al, 2022). Активная деятельность человека является причиной поступления тяжелых металлов в окружающую среду – промышленность, автотранспорт, котельные, мусоросжигающие установки и сельскохозяйственное производство являются основными источниками загрязнения. Необходимость решения проблемы загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами обусловлена изучением широкого спектра их

воздействия на организм человека. Тяжелые металлы могут оказывать токсическое, аллергическое, канцерогенное, и гонадотропное действия на системы организма. Имеются доказательства того, что некоторые ТМ влияют на эмбрион через фетоплацентарную систему, а также вызывают мутации. Часто тяжелые металлы избирательно накапливаются в некоторых органах и тканях, вызывая нарушения их структуры и функциональности (Теплая, 2013).

В частности, свинец, широко используемый в различных сферах производства, таких как аккумуляторы, кабели, медицинская техника, оптическое стекло, краски и многие другие, также способствует загрязнению окружающей среды. Свинец попадает в почву при добыче свинцовых руд, как отход металлургии, из двигателей автомобилей, потребляющих бензин с присадкой свинца, а также из свалок, куда попадают использованные электрические аккумуляторы, краски, сплавы металлов. Цинковые удобрения, осадки сточных вод и воздушная пыль промышленного происхождения – основные источники поступления Zn в почву (Robson, 1993). В сельской местности источником цинка могут быть минеральные удобрения. Никель попадает в почву в результате сжигания топлива и за счет промышленных выбросов (Водяницкий, 2008).

Так, в статье (Зеленковский и др., 2021) было проведено исследование содержания тяжёлых металлов в почвах заповедника «Опукский» и был сделан вывод о том, что основной вклад в загрязнение металлами вносят именно антропогенные источники вследствие увеличения туристического потока.

Поскольку количество туристов, посещающих заказник «Мыс Айя» становится выше с каждым годом, а тяжёлые металлы сопутствуют деятельности человека, было выбрано исследование почвы по этому показателю. Для исследования были выбраны Ni, Cr, Zn, Cu, Pb. Среди металлов-токсикантов выделена приоритетная группа, в которую входят выбранные для исследования элементы как наиболее опасные для здоровья человека и животных (Теплая, 2013). В исследуемом заказнике потенциальное загрязнение тяжёлыми металлами может возникать от использования автотранспорта, а также из-за неправильного накопления отходов туристами. Автомобильный транспорт обуславливает интенсивное поступление в почвы Zn, Cu, Pb (Касимов и др., 2014). В связи с этим, были выбраны упомянутые выше металлы.

Глава II. Физико-географическое описание района исследований

Государственный природный ландшафтный заказник регионального значения (ГПЛЗ) «Мыс Айя» находится на юго-западе Крымского побережья, расположен в Балаклавском районе г. Севастополя. Объект был создан Постановлением Украинской ССР в 1982 году, переименован в Государственный природный ландшафтный заказник регионального значения «Мыс Айя» постановлением Правительства г. Севастополя от 25.05.2015 г. № 417 – ПП (ООПТ России, эл. ресурс).

Заказник занимает общую площадь 1340 га, из которых акватория занимает 280 га, а территория 1132 га (Мильчакова, 2015). Целями создания ООПТ «Мыс Айя» являются сохранение его уникального природного ландшафта в зоне контакта Главной гряды Крымских гор и Черного моря на западной границе Южного берега Крыма и его высокого уровня эстетической привлекательности, охрана, сохранение и воспроизводство генофонда растительного и животного мира, сохранение морской акватории и её биоты, а также наблюдение за состоянием природных объектов (ООПТ России, эл. ресурс).

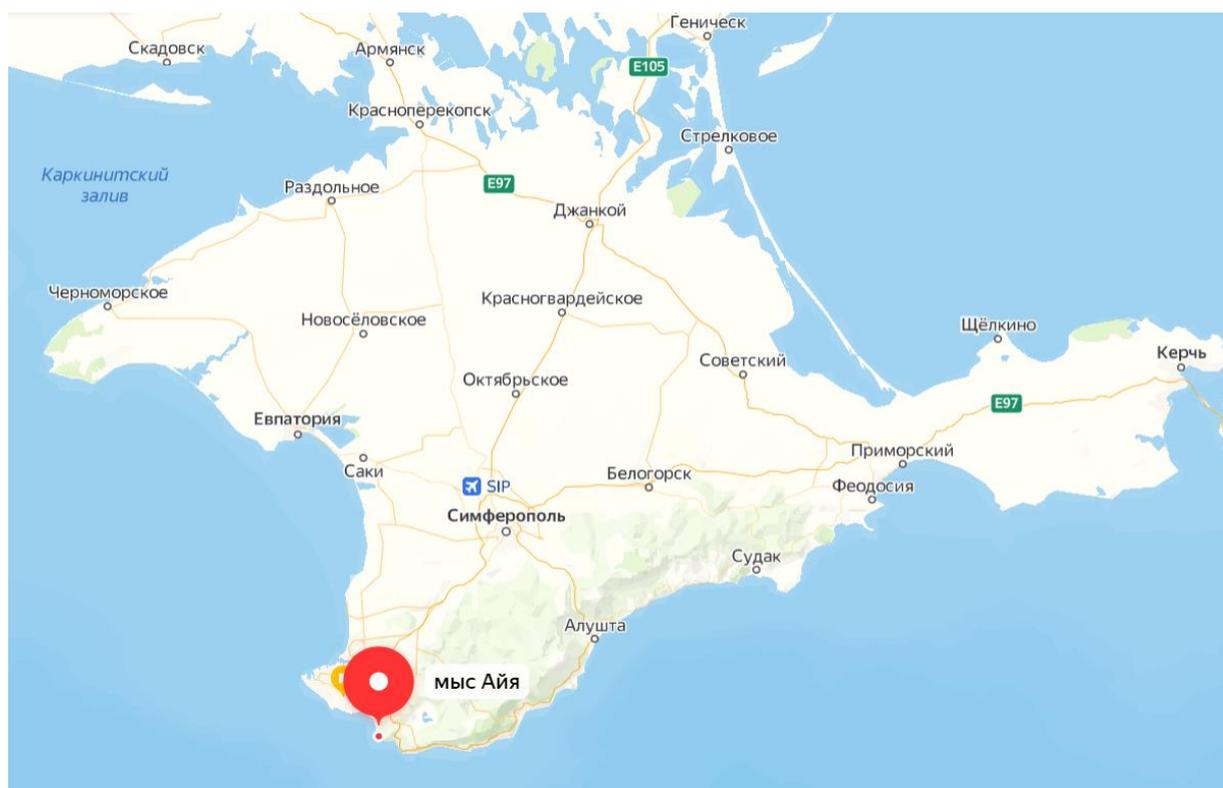


Рисунок 6. Карта территориального расположения заказника «Мыс Айя» на территории Республики Крым



Рисунок 7. Карта границ заказника «Мыс Айя»

2.1. Климат

Город Севастополь расположен в зоне умеренного морского климата, среднеиюльская температура составляет $+22$ - $+25^{\circ}\text{C}$, в январе колеблется от 0°C до $+4^{\circ}\text{C}$, среднегодовое количество осадков составляет от 355 до 550 мм (Атлас..., 2003).

Мыс Айя находится в пределах западного южнобережного субтропического района, который характеризуется средиземноморским субтропическим засушливым, жарким климатом, с умеренно теплой зимой (Важов, 1977). Средняя годовая температура – $+12,4^{\circ}\text{C}$; средняя температура самого холодного месяца (февраля) – $+3,4^{\circ}\text{C}$, средняя температура самого теплого месяца (июля) – $+23,1^{\circ}\text{C}$, среднегодовое количество осадков – 472 мм, из них в теплый период (апрель – октябрь) – 272 мм. Устойчивый снежный покров отсутствует (Важов, 1977; Климатический атлас..., 2000).

2.2. Рельеф

Заказник «Мыс Айя» вытянут вдоль юго-западного побережья Крыма, его рельеф представляет собой эрозионно-денудационное низкогорье с системой плоских водоразделов, обрывистых и крутых, спускающихся к морю склонов, для которых характерны обвалы, оползни, осыпи (Особо охраняемые..., 2020). Ландшафтное разнообразие на ООПТ обуславливает сочетание между собой аквального и территориального ландшафтов, приморских и горных гряд Крымских гор. Территория заказника «Мыс Айя» занимает крутой (до 40°), западный склон нижней части Главной крымской гряды высотой до 200–250 м н.у.м., который расчленен глубокими труднодоступными оврагами, его мегасклоны переходят в обрывы. Гряда сложена среднеюрскими известняками, песчаниками и конгломератами, на которых формируются коричневые горные почвы различной мощности от 2-5 до 30-40 см (Молчанов и др., 1984; Шеляг-Сосонко и др., 1985). Береговая зона динамична, с выраженными гравитационными процессами. Глыбовый хаос погружается без переходной зоны в море, распространены галечниково-валунно-глыбовые пляжи. В береговой зоне расположены 6 карманных естественных пляжей: Кабельный, Блуждающий, Инжир, Командирский, Дальний Инжир и Белый, их общая протяженность составляет менее 1,0 км, максимальная ширина – 20 м. В составе гравийно-галечных пляжей преобладают известняк или сланцы таврической свиты, за которыми размещены кварц и кремень. На некоторых пляжах присутствуют мергель и конгломераты, а также породы извержения. Вклад биогенного материала в отложения пляжей незначителен (Агаркова-Лях, Лях, 2020).

2.3. Гидрология

В целом, Крымский полуостров достаточно беден пресными ресурсами, и заказник «Мыс Айя» не исключение. Заказник находится на берегу Чёрного моря на мысе Айя.

Водные объекты заказника «Мыс Айя» представлены двумя круглогодичными родниками – Кала-Фатлар и Фатьма-Коба. На территории ООПТ не протекают постоянные водотоки, отсутствуют естественные водоёмы, а временные водотоки стекают со склонов после выпадений дождей и во время таяния снега (Ежегодный..., 2021).

2.4. Почвы заказника «Мыс Айя»

Почвы Горного Крыма характеризуются сложным составом и большой скоростью изменения почвенного покрова в связи с геологическим и рельефным строением. На яйле в условиях прохладного климата под луговой и степной растительностью образовались горные луговые и лугово-степные черноземовидные почвы, характеризующиеся высоким

содержанием гумуса (Подгородецкий, Кудрявцев, 1995). На южном берегу Крыма распространены коричневые горные почвы, пригодные для выращивания винограда, засухоустойчивых древесных и кустарниковых пород.

В заказнике «Мыс Айя» наиболее распространены бурые горные лесные щепнистые, дерново-карбонатные и горные луговые почвы (Ежегодный ..., 2021). В насаждениях мыса Айя почва имеет зернистую структуру тёмно-коричневого цвета, является рыхлой и сильноскелетной, где 40-50% объема составляет скелет, представленный известняком и конгломератами. Реакция почвенной среды щелочная. Гранулометрический состав по почвенному профилю неоднородный, преобладают тяжелый суглинок и легкая глина, в которых находится 26% ила. Содержание гумуса отличается в разных горизонтах почвенного профиля в зависимости от высоты наскока, где в верхней части массива его содержание ниже, особенно в пределах верхних 30 см. В июне на уровне 290 м н.у. м. средняя влажность верхнего слоя почвы была выше, чем на уровне 180 м н.у. м., а различия в полевой влажности увеличиваются в нижележащих почвенных слоях на глубине 10-30 см, что связано с изменением количества осадков и разницей в дневной и ночной температуре в верхнем поясе (Ревина, 2018).

2.5. Растительность

Наземная флора заказника насчитывает свыше 500 видов, 28 из которых занесены в Красную Книгу РФ (Особо охраняемые..., 2020). В заказнике выделены лесные растительных сообщества: дуба пушистого (*Quercus pubescens*), дуба скального (*Quercus petraea*), граба обыкновенного (*Carpinus betulus*), сосны брутийской (*Pinus brutia*), можжевельника высокого (*Juniperus excelsa*) (Особо охраняемые..., 2020). Для растительного покрова характерно сочетание формаций можжевельника высокого (*Juniperus excelsa*), сосны Станкевича (*Pinus brutia*) и дуба пушистого (*Quercus pubescens*), а также ясенево-дубовых и кленово-дубовых лесных сообществ (Мильчакова, 2015).

Ценность территории заключается в сохранении единственного в Крыму крупного участка с редколесьями реликтовой *Pinus brutia* сосны Станкевича (пицундской) (Молчанов и др., 1983, Шеляг-Сосонко и др., 1985). Помимо сосны Станкевича к объектам мониторинга относятся внесенные в Красную книгу Российской Федерации популяции можжевельника высокого *Juniperus excelsa* и фисташки туполистной *Pistacia mutica*. Редколесья можжевельника высокого занимают до 22% площади заказника (Шеляг-Сосонко и др., 1985, Каширина, 2018). В Красную книгу Севастополя занесены 80 видов флоры и 27 видов фауны, из них на федеральном уровне охраняются 34 и 6 видов, соответственно.

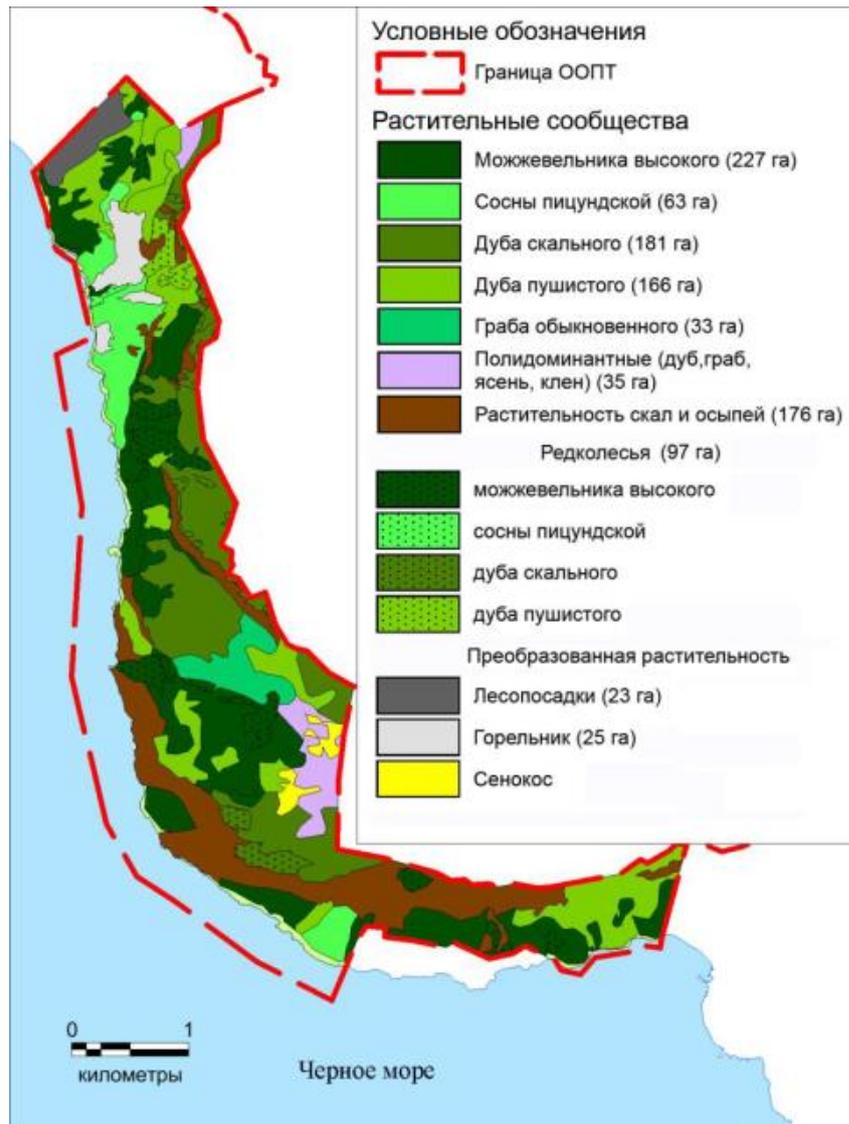


Рисунок 8. Карта-схема растительности заказника «Мыс Айя»

Глава III. Материалы и методы

3.1. Материалы, объекты мониторинга

В данной работе применялись полевые, лабораторные и камеральные методы. В исследовании использовались следующие полевые методы: отбор проб почвы и корки сосны *Pinus brutia*, применение методов описания древостоя, применение методов оценки рекреационной нагрузки (методика оценки рекреационной нагрузки для высокооможжевеловых лесов Крыма).

Для исследования было выбрано 5 площадок на территории заказника «Мыс Айя». Площадки «1», «2», «3», «4» находятся в пределах границ заказника, а площадка «5» вне ООПТ. Такое выделение площадок было принято для того, чтобы сравнить выявленные нарушения между площадками и проверить выполняет ли заказник свои природоохранные функции. Все 5 площадок являются стационарными площадками мониторинга, который проводится научными сотрудниками Института Биологии Южных Морей (ИнБЮМ) г. Севастополя. Площадки расположены на разном расстоянии от БСТ и от организованного палаточного лагеря, расположенного на площадке «1».



Рисунок 9. Карта-схема исследуемых площадок на территории заказника «Мыс Айя»

Заказник «Мыс Айя» создан для охраны крупной популяции сосны брутильской (пицундской, Станкевича), занесённой в Красную книгу Российской Федерации. Возраст некоторых деревьев сосны превышает 200 лет (Ежегодный..., 2021). К объектам мониторинга также относятся внесенные в Красную книгу Российской Федерации популяции можжевельника высокого *Juniperus excelsa* и фисташки туполистной *Pistacia tatica*. Формации *Juniperus excelsa* и *Pinus brutia* занимают 34,7% площади объекта, что свидетельствует о его высокой природоохранной ценности (Ежегодный..., 2021). В связи с этим упомянутые виды деревьев были выбраны для мониторинга в данной работе.

Общая характеристика объектов мониторинга

Сосна Станкевича

Систематическое положение. Сосна брутильская (синоним с. Станкевича, с. пицундская) – *Pinus brutia* Ten [*P. stankeviczii* (Sukacz.) Fomin; *P. pityusa* Steven] относится к отделу Хвойные Pinophyta, классу Pinopsida, порядку Сосновые Pinales и семейству Сосновые Pinaceae (Александров и др., 2018).

Существующий природоохранный статус. Вид внесен в ККС, категория 2 – «сокращающийся в численности», в КК РФ имеет категорию 2 – «сокращающийся в численности». Занесен в Красные книги субъектов РФ – КК РК и КК Краснодарского края (КК РФ, 2008; КК РК, 2015; КК Краснодарского края, 2017). Охраняется с 1975 г., в 1978 г. вид был внесен в Красную книгу СССР. В Крыму с. Станкевича известна из двух районов, где распространены преимущественно горно-коричневые почвы: западной части Южного берега Крыма вблизи м. Айя (неподалеку от г. Балаклавы, в урочищах Аязьма, Батилиман и Ласпи), а также вблизи г. Судака (Поляков, Плугатарь, 2009).

Общая характеристика. Дерево до 25 м высотой с ширококонической или другой формы кроной, рыжеватой коркой стволов, серыми молодыми стеблями и светло-зелеными игловидными листьями 15–20 см длиной и до 1 мм толщиной. Женские шишки светло-бурые, узкояйцевидные, с плоскими щитками чешуй, 6–10 см длиной и 4–6 см толщиной, одиночные или группами по 2–4. Размножается семенами, пылит в мае. Плодоношение в естественных насаждениях начинается с 20–25-летнего возраста, у старых деревьев – обильное (Рисунок 10).

Возрастная структура древостоев с. Станкевича характеризуется резко выраженным преобладанием молодых и средневозрастных деревьев, заметным снижением количества припевающих и спелых древостоев и незначительной долей старовозрастных особей. Биологический возраст с. Станкевича составляет 230–250 лет (Подгорный, 1973; Подгорный, 1977). В Крыму средний возраст древостоя около 69 лет, хотя отдельные

деревья могут достигать возраста 330–350 лет. Поскольку наблюдается относительное увеличение числа деревьев в возрасте 200–240 лет, то можно считать, что в прошлом условия для роста и возобновления древостоев с. Станкевича в Горном Крыму были более благоприятными. Резкое снижение относительных показателей представленности с. Станкевича наблюдается в возрасте от 40 до 60 лет, т. е. на стадии жердняка, что может быть связано с прямым воздействием человека, в частности несанкционированной заготовки дров и использования рекреантами.



Рисунок 10. Внешний вид сосны Станкевича, 67 кв. Чернореченского участкового лесничества ГПЛЗ «Мыс Айя». Фото предоставлено Институтом Биологии Южных Морей

У с. Станкевича в возрасте 60–120 лет наблюдается повышение репродуктивной активности. В настоящее время эти возрастные группы представлены незначительно, что отразилось на репродуктивном потенциале насаждений. Косвенным подтверждением снижения семенного возобновления в последние десятилетия является низкая доля подроста (до 10 лет), доля которого составляет 11,7%, хотя в общей структуре древостоя отмечено преобладание молодняка. Средняя высота деревьев с. Станкевича составляет 3,8 м, преобладают низкорослые деревья высотой от 3 до 5 м, на долю которых приходится

48,6%. Количество деревьев с высотой стволов выше 9 м невелико, их доля не превышает 1,2% (Плугатарь и др., 2019). Растет в приморской полосе, наибольшее удаление от моря в естественных условиях – около 6 км. Преобладает на крутых прибрежных склонах, главным образом южных, с щебнисто-каменистыми плохо развитыми сухими коричневыми щелочными сильно карбонатными ($\text{CaCO}_3 > 20\%$) почвами, подстилаемыми известняками, поднимается до высоты 250 м н. у. м. Образует насаждения в условиях очень сухого и теплого климата с температурой 20–22°C.

Ксерофит, светолюбивый вид, малотребователен к почвам, солеустойчивый и засухоустойчивый, выносит загрязнение воздуха. Хорошо закрепляется в почве, корневая система отличается обширным пространственным распространением. Устойчив к ветрам, часто растет почти у кромки берега, выносит морские заплески и брызги (ККС, 2018; Плугатарь, 2015).

Характеристика сообществ. Леса из с. Станкевича обычно двухъярусные; древостой высотой 5–25 м, диаметр стволов 10–50 см, сомкнутость крон 0,2–0,8. Кустарниковый ярус отсутствует, ОПП травяного покрова до 60 %, его формируют злаки *Achnatherum bromoides*, *Elytrigia nodosa*, иногда он не развит. К видам V класс постоянства относятся *Elytrigia nodosa*, *Teucrium chamaedrys*, *Poa sterilis*, *Inula ensifolia*, *Achnatherum bromoides*, IV класса – *Teucrium polium*, *Centaurea diffusa*, *Quercus pubescens*, а III класса – *Jurinea sordida*, *Dorycnium herbaceum*, *Linum corymbulosum*, *L. austriacum*, *Veronica multifida*, *Hieracium bauhini*, *Thymus callieri*, *Asperula galioides*, *Coronilla emeroides*, *Seseli gummiferum*, *Asparagus verticillatus*, *Fumana procumbens* и *F. arabica* (Дидух, 1992).

Факторы угроз. Неблагоприятные природные факторы оказывают непосредственное влияние на состав древостоев с. Станкевича (Плугатарь и др., 2019). К абиотическим факторам угроз, лимитирующим распространение этого вида, относятся гидротермический режим, засушливые условия и высокие температуры (ККС, 2018; Плугатарь, 2015; Дидух, 1992). Тем не менее, зачастую усыхание деревьев не связано с абиотическими и биотическими факторами (Исиков, Трикоз, 2021).

Угрозу для с. Станкевича представляют также низкие температуры воздуха и холодные ветра (ККС, 2018; Плугатарь, 2015; Исиков, Трикоз, 2021), особенно понижение температуры ниже -25°C. Кроме того, температура и влажность почвы влияют на сроки начала и продолжительность периодов активного роста надземной и подземной частей растения. Длительные периоды засухи в Крыму в 2019–2020 гг. повлияли на состояние естественных и искусственных насаждений с. Станкевича и привели к нарушению роста надземной и подземной сферы деревьев (Исиков, Трикоз, 2021).

Показано, что ослабление и усыхание деревьев с. Станкевича может быть связано с механическими повреждениями стволов и корней из-за засыпания камнями, ветровальных явлений, которые характерны для крутых (40–70°) каменисто-щебнистых осыпных склонов южной экспозиции и высот в пределах 50–250 м н.у.м. Групповое отмирание деревьев иногда объясняется мозаичностью гидрологических условий в корнеобитаемом слое сосен на крутых склонах при интенсивном иссушении почвы (Исиков, Трикоз, 2021). Болезни с. Станкевича вызываются специализированными и неспециализированными патогенами. Известны опасные патогенные грибы *Cyclaneusma minus* и *Cyclaneusma niveum*, *Dothistroma septospora*, вызывающий красную пятнистость хвои, *Pestalotia hartigii* и *P. funerea*, повреждающие сеянцы сосны (Жуков, Гниненко, 2014).

К антропогенным факторам угроз относится чрезмерная рекреационная нагрузка, пожары, вытаптывание, замусоривание и механическое повреждение коры из-за предметов отдыха (палатки, гамаки, умывальники и т.д.). Учитывая, что в Крыму ареал с. Станкевича имеет северную, южную и западную границы и вид произрастает в экстремальных условиях, то его чувствительность к антропогенному влиянию очень высока (Дидух, 1992).

Можжевельник высокий

Систематическое положение. Можжевельник высокий (синоним можжевельник древовидный) *Juniperus excelsa* M. Vieb. относится к отряду Хвойные Pinophyta, классу Pinopsida, порядку Кипарисовые Cupressales и семейству Кипарисовые Cupressaceae (Александров и др., 2018).

Существующий природоохранный статус. Вид внесен в ККС, категория 2 «сокращающийся в численности», в КК РФ категория 2 – «сокращающийся в численности». Занесен в Красные книги субъектов РФ – КК РК и КК Краснодарского края (КК РФ 2008; КК РК, 2015; КК Краснодарского края, 2017). В Крыму охраняется с 1971 г., в 1978 г. был занесен в Красную книгу СССР.

Общая характеристика. Вечнозеленое дерево до 10–16 м высотой с пластичной формой кроны, с бурой, сходящей узкими длинными волокнами корой (Рис. 9). Листья чешуевидные, сизовато-зеленые, почти треугольные или ланцетные, очень мелкие (до 1 мм длиной), тупые, прижатые. Хвоя у проростка и ювенильного растения игловидная (Киричок, 2016). Шишкоягоды на очень коротких ножках, одиночные или по несколько, фиолетово-черные, с густым белым налетом, до 1 см в диаметре. Семена в числе 2–10 (обычно 4–6) около 5 мм длиной, трехгранные, продолговато-яйцевидные с тупыми ребрами, бурые (Молчанов и др., 1992).



Рисунок 11. Внешний вид можжевельника высокого, ур. Батилиман

Ареал м. высокого в Крыму охватывает несколько климатических и геолого-геоморфологических районов, различные типы почв и рельефа. В основном, можжевельниковые сообщества располагаются в приморском поясе от мыса Айя до Карадага (Молчанов и др., 1992).

Характеристика сообществ. Можжевельниковые сообщества представляют собой невысокие редколесья с низкой продуктивностью и имеют сложную структуру. Деревья в возрасте 60–200 лет имеют, как правило, сильно искривленные, сбежистые, стволы высотой от 5 до 12 м, диаметром 16–40 см, сомкнутостью крон на наиболее хорошо сохранившихся участках 0,4–0,6. Нижние ярусы находятся под кронами старовозрастных деревьев, которые защищают их от солнечной инсоляции, в подросте встречаются одиночные экземпляры в возрасте от 30 до 50 лет высотой до 1 м. Второй ярус формируют деревья возрастом 150–200 лет разной высоты, основной полог образован деревьями 350–500 лет (Дидух, 1992, Плугатарь, 2015).

Вместе с м. высоким в составе древостоя в различных условиях произрастают дуб пушистый, фисташка туполистная, земляничник мелкоплодный, сосна Палласа. В составе редкого подлеска встречаются можжевельник дельтовидный, ладанник крымский, жасмин кустарниковый, держи-дерево, спирея зверобоелистная и др. Травяно-кустарничковый ярус разрежен, местами мозаичен с ОПП до 60 %. Его доминантами являются злаки *Achnatherum*

bromoides, *Elytrigia nodosa*, *Poa sterilis*, *Festuca callieri*, *Brachypodium rupestre*, *Bromopsis cappadocica*, *Botriochloa ischaemum*, полукустарники и кустарнички – *Thymus* spp. и *Teucrium chamaedrys*. Флористическое ядро сообществ составляют средиземноморские ксерофиты и мезоксерофиты, значительное участие принимают степные понтические и лугово-степные виды. В целом, видовой состав редколесий довольно богатый (Дидух, 1992).

Своеобразие лесов из м. высокого обусловлено разнообразием флористического состава, сложения и биотопических условий произрастания. Высокоможжевеловые сообщества являются, по сути, исчезающими из-за сокращения площади за исторический период наблюдений и значительной нарушенности вследствие антропогенной деятельности. По разным оценкам можжевеловые леса с преобладанием м. высокого или при его небольшом участии занимают в Крыму 3,7 тыс. га (1,7 % лесов Горного Крыма), наиболее значительные площади этого вида сосредоточены в Севастопольском регионе (до 73%), в том числе на территории ГПЛЗ «Мыс Айя» (Молчанов и др., 1992; Дидух, 1992; Фатерыга, 2009; Плугатарь, 2015; ККС, 2018).

Основными формами рельефа, где отмечены места произрастания высокоможжевеловых сообществ, являются террасы, пологие, покатые и крутые склоны, обвальные и скальные экотопы. Эти сообщества приурочены к дерново-карбонатным, коричневым, коричнево-красноцветным глинисто-щебнистым почвам, подстилаемым известняками и другими осадочными или вулканическими породами, к условиям засушливо-теплого субсредиземноморского климата при среднегодовой температуре +10–14 °С, средней температуре января от –1,5° до +4°С, июля +20–24°С и среднегодовым количеством осадков 300–550 мм (Молчанов и др., 1992; Дидух, 1992).

Сообщества м. высокого занимают самые бедные, сухие или очень сухие экотопы, где другие засухоустойчивые и не требовательные к почвенным условиям древесные породы не произрастают (дуб пушистый, фисташка туполистная). В этих условиях м. высокий формирует устойчивые насаждения, в которых выражены лесовосстановительные процессы (Плугатарь, 2015).

Факторы угроз. Сообщества м. высокого являются реликтовыми, в современных условиях они обладают узкой экологической амплитудой и узким ареалом. На большей части своего современного распространения в Крыму представлены точечными локалитетами. В настоящее время для м. высокого определены основные угрозы природного и антропогенного происхождения и лимитирующие факторы.

К природным факторам угроз относятся болезни и вредители леса, механическое повреждение и климатические особенности. К антропогенным угрозам относятся выпас, строительство, рекреационное использование и окультуривание ландшафта. Все указанные факторы влияют на отдельные особи и фитоценоз в целом, вызывая изменение его структуры и флористического состава, проективного покрытия доминирующих видов и ярусов, сомкнутости и процессов возобновления (Молчанов и др., 1992; Дидух, 1992; Фатерыга, 2009; Плугатарь, 2015).

Болезни м. высокого вызываются специализированными и неспециализированными патогенами. В целом, можжевельники поражаются грибными заболеваниями, в том числе ржавчиной, особенно снижающей жизнеспособность подроста; известно 2 вида трутовика, вызывающих загнивание ствола; на ослабленных деревьях встречается можжевельноядник. К насекомым-вредителям относится 13 видов, в том числе можжевельная моль, можжевельный лубоед, можжевельная плодовая муха и можжевельная плодоярка. По данным мониторинга 2017 г. санитарное состояние м. высокого в регионе Севастополя хорошее, поражение особей отмечено только в верхних поясах растительности.

Для многих местообитаний м. высокого характерны осыпи, обвалы, камнепады, повреждающими растения до степени прекращения роста. Среди негативных климатических угроз отмечено обмерзание ветвей и хвои, опадение шишкоягод после аномальных морозов (зафиксировано в Байдарской долине) (Молчанов и др., 1992).

К антропогенным факторам угроз относится нерегулируемая и чрезмерная рекреационная нагрузка в прибрежной зоне, в том числе в ГПЛЗ «Мыс Айя». Как известно, можжевельные леса привлекают отдыхающих не только близостью к морю, но и особенностями своего фитоценотического сложения.

Большинство насаждений м. высокого имеют куртинно-полянную структуру, удобную для палаточного и прогулочно-пикникового типов отдыха (Фатерыга, 2009). Ранее высокоможжевельные леса на территории Севастополя значительно пострадали от бессистемных рубок, выпаса скота, террасирования склонов и искусственных лесопосадок в редколесных сообществах. В последние десятилетия возросло сплошное хозяйственное освоение приморской зоны, ведущее к фрагментации и уничтожению природных ландшафтов и, прежде всего, сообществ с участием м. высокого.

Многочисленные исследования показали, что из-за чрезмерного рекреационной нагрузки большинство природных популяций в прибрежной зоне Севастополя теряет свой восстановительный потенциал и способность к саморегуляции.

По прогнозам, при сохранении антропогенной нагрузки это приведет к необратимым потерям внутри- и межпопуляционного разнообразия и снижению жизнеспособности следующих поколений, вероятно полное исчезновение некоторых из субпопуляций (Тягнирядно, 2008; Фатерыга, 2009).

К проблемным территориям для произрастания м. высокого относятся ур. Аязьма, ур. Батилиман, долина Ласпи, где отмечены негативные процессы деградации растительного покрова, уничтожение и повреждение деревьев и кустарникового-травянистого яруса, развитая дорожно-тропиночная сеть, стоянки автомобилей, замусоривание, строительство объектов временной и стационарной рекреации, кострища.

С возросшим в последние годы потоком отдыхающих в высокоможжевеловых лесах связана угроза пожаров, поскольку они характеризуются чрезвычайно пожароопасностью (Кобечинская и др., 2007).

Фисташка туполистная

Систематическое положение. *Pistacia mutica* Fisch. et C. A. Mey. Относится к отделу Цветковых – Magnoliophyta, классу Двудольных – Magnoliopsida, порядку Сапindoцветные – Sapindales, семейству Сумаховые – Anacardiaceae.

Существующий природоохранный статус. Вид внесен в ККС, категория 2 «сокращающийся в численности», в КК РФ категория 3 – «редкий».

Общая характеристика. Листопадное, часто многоствольное дерево высотой до 10 м, может иметь низкорослую кустовидную форму роста. Листья непарноперистые, с 3–7 (9) эллиптическими тупыми кожистыми листочками. Цветки однополые, собраны в кистевидные соцветия. Плод – мелкая сухая костянка бирюзового цвета (с полноценными семенами) или желто-красного (с пустыми) (Александров и др., 2018).

Характеристика сообществ. Фисташковые сообщества представляют собой разреженные гемиксерофитные редколесья на сухих щебнистых склонах с коричневыми почвами двух-трехъярусной структуры, в которых *P. mutica* выступает доминантом и эдификатором, а также встречается в составе высокоможжевеловых и пушистодубовых лесов (союз *Jasmino-Juniperion excelsae* класса *Quercetea pubescentis-petraea*). Общая численность вида достаточно велика. *P. mutica* произрастает единичными особями, небольшими группами или в виде значительных по площади (десятки гектаров) сообществ.

В связи с возрастающим строительством на побережье Крыма уменьшается ареал фисташки, а нерегулируемое рекреационное использование прибрежных лесов с участием фисташки ведет к ослаблению биологической устойчивости вида, прекращению возобновления и деградации фисташковых редколесий (Шиловская, 2018).



Рисунок 12. Внешний вид фисташки туполистной (<https://yandex.ru/images/>)

3.2. Методы исследования

3.2.1. Исследование растительного покрова

Для изучения современного состояния природных комплексов ООПТ, находящихся в условиях повышенной антропогенной нагрузки, было проведено описание растительности по бланкам описаний (Прил. 4), предложенным сотрудниками ИнБЮМа. В бланках заполнялась информация о древесном ярусе (общее проективное покрытие, сомкнутость крон, количество стволов), кустарниковом (общее проективное покрытие, количество видов), травянистом (общее проективное покрытие, количество видов), лесной подстилке (толщина), а также рассчитывалась рекреационная дигрессия (Таблица 3) и рекреационная нагрузка, описывалось санитарное состояние фитоценоза (Приложение 10), а также стадия замусоривания. На каждой площадке были выделены общие причины ослабления, повреждения насаждений. К ним относятся: рекреационная нагрузка, стихийные/организованные одиночные и групповые палаточные лагеря, стихийный/утвержденный пешеходный маршрут (БСТ), вытаптывание, тропинки, сгребание подстилки, уплотнение почвы, загрязнение бытовыми отходами и др.

Состояние лесных экосистем оценивали с использованием коэффициента рекреационной нагрузки по Спиридонову (Молчанов и др., 1992), который рассчитывали, как соотношение выбитых участков, дорог, троп, ко всей площади учетной площадки, то

есть как разность площади в процентах от общего проективного покрытия травянистого яруса (1 – ОПП травянистого яруса).

При описании древостоя определяли высоту, диаметр, стадию развития, категорию состояния, а также основные повреждения кроны, листвы, ствола, корней и причины ослаблений, повреждения насаждений. Категории состояния деревьев были оценены по шкале от 1 до 5, где где 1 – здоровые деревья, 2 – ослабленные, 3 – сильно ослабленные, 4 – усыхающие, 5 – погибшие (Об утверждении..., 2020).

3.2.2. Определение стадии рекреационной дигрессии

При диагностике стадий рекреационной дигрессии исследуемых фитоценозов за основу были приняты критерии, разработанные для высокоможжевеловых лесов Крыма (Молчанов и др., 1992). Для лесов с участием сосны Станкевича детальные критерии состояния фитоценозов были предложены научными сотрудниками лаборатории биотехнологии и фиторесурсов Института Биологии Южных Морей, с учетом данных по оценке состояния природных комплексов на момент создания ООПТ и общих критериев дигрессии сообществ сосны Станкевича (Молчанов и др., 1992, Шеляг-Сосонко и др., 1985, Каширина, 2018). Для выявления степени рекреационной дигрессии фитоценоза на учетных площадках проводили геоботаническое описание фитоценозов в соответствии с классификацией растительности Крыма (Голубев, Корженевский, 1985). Дополнительно определяли ПП травяного яруса и сомкнутость древостоя. При расчёте степени рекреационной дигрессии был определен возрастной спектр главной лесобразующей породы, общее проективное покрытие (ОПП) травянистого яруса, ПП видов травянистого яруса, толщина и площадь лесной подстилки (Таблица 3).

Таблица 3. Предложенные критерии рекреационной дигрессии фитоценозов

Стадии	Критерии	
	сообщества можжевельника высокого	сообщества сосны Станкевича
I	<p><u>Древесный ярус</u>: возрастной спектр – полночленный; жизненность ценопопуляций – хорошая.</p> <p><u>Травянистый ярус</u>: ценопопуляция – полночленная, состоит из молодых и зрелых с преобладанием генеративных особей как при заповедном режиме; равномерное размещение особей и значительное их обилие (не менее 200 экз. на 0,25 га травостоя), ОПП травостоя 60–80%, видовая насыщенность 7–8 видов/м², экземплярная насыщенность 40–50 особей/м².</p>	<p><u>Древесный ярус</u>: возрастной спектр – полночленный, типичный; жизненность ценопопуляций – хорошая.</p> <p><u>Травянистый ярус</u>: ОПП травостоя – 20-60%, ПП <i>Achnatherum bromoides</i> – 20 %, ПП <i>Elytrigia nodosa</i> – 40-50%, ПП остальных видов с менее 1 %.</p> <p><u>Лесная подстилка</u>. Толщина до 10 см, занимает почти всю поверхность учетной площадки.</p>
II	<p><u>Древесный ярус</u>: возрастной спектр главной лесообразующей породы – неполночленный; (отсутствуют всходы и ювенилы первой группы), соотношение вегетативной и генеративной групп возрастного спектра благоприятное, из-за роста числа виргинильных особей; характерно неравномерное размещение особей (прогалины, поляны), снижение их обилия (около 150 экз. главной породы на 0,25 га).</p> <p><u>Травянистый ярус</u>: ОПП 40–50 (60) %; видовая насыщенность 8–9 видов/м² (за счет внедрения сорных растений), экземплярная насыщенность 60–100 особей/м².</p> <p>Ценопопуляции малоустойчивых видов травостоя утрачивают свою полночленность и стареют, но у доминантов травостоя сохраняется полночленность ценопопуляции и зрелый тип возрастной структуры.</p>	<p><u>Древесный ярус</u>: возрастной спектр главной лесообразующей породы – неполночленный.</p> <p><u>Травянистый ярус</u>: ОПП сокращается до 20-30%; ПП <i>Achnatherum bromoides</i> – 10 %, ПП <i>Elytrigia nodosa</i> – 30%, ПП остальных видов менее 1 %.</p> <p><u>Лесная подстилка</u>. Толщина до 5 см, он занимает до 60% площади.</p>
III	<p><u>Древесный ярус</u>: возрастной спектр главной лесообразующей породы – неполночленный; (отсутствуют всходы и ювенилы первой и второй группы) и значительное снижение числа особей вегетативной группы, что неблагоприятно сказывается на жизненности ценопопуляции; неравномерное размещение особей древесного яруса и значительное снижение их обилия (до 100–120 экз. главной породы на 0,25 га).</p> <p><u>Травянистый ярус</u>: ОПП – 20-40%, видовая</p>	<p><u>Древесный ярус</u>: возрастной спектр главной лесообразующей породы – неполночленный.</p> <p><u>Травянистый ярус</u>: ОПП – 20-30%; ПП <i>Achnatherum bromoides</i> – 5 %, ПП <i>Elytrigia nodosa</i> – 5-10%, ПП остальных видов менее 1 %, единично отмечаются синантропные виды.</p> <p><u>Лесная подстилка</u>. Толщина до 1-4 см, он занимает не более 30%</p>

Стадии	Критерии	
	сообщества можжевельника высокого	сообщества сосны Станкевича
	насыщенность 3–6 видов/м ² , экземплярная насыщенность 50–80 особей/м ² ; ценопопуляции малоустойчивых видов характеризуются как старые или стареющие с преобладанием отмирающих особей, а устойчивые к рекреационным нагрузкам сорные и луговые виды имеют полночленные и неполночленные молодые и зрелые ценопопуляции.	площади.
IV	<p><u>Древесный ярус</u>: возрастной спектр главной лесообразующей породы – неполночленный (выпадение всходов и ювенилов первой и второй групп) с резко выраженной правосторонней формой (непропорциональное соотношение вегетативной и генеративной части особей), характеризующей неустойчивость и снижение жизнеспособности ценопопуляции; размещение главной породы резко неравномерное, структура древостоя куртинно-полянная, общее обилие снижается до 100 экз. на 0,25 га.</p> <p><u>Травянистый ярус</u>: ОПП – 10-30%, видовая насыщенность 2–3 вида/м², экземплярная насыщенность 40–126 особей/м².</p>	<p><u>Древесный ярус</u>: возрастной спектр главной лесообразующей породы – неполночленный; структура древостоя куртинно-полянная, общее обилие снижается.</p> <p><u>Травянистый ярус</u>: ОПП – 5-10%, ПП <i>Achnatherum bromoides</i> и <i>Elytrigia nodosa</i> – менее 5%, высокая доля синантропных видов.</p> <p><u>Лесная подстилка</u>. Толщина до 1–2 см, он занимает не более 5–10%.</p>

3.2.3. Исследование почвенного покрова

По результатам полевого этапа работ был проведен пробоотбор на пяти площадках площадью 30*30 м. С каждой площадки с глубины 0-20 см было отобрано точно 13 проб, а также одна совмещенная 14-ая методом конверта согласно ГОСТ 17.4.3.01-2017. Такой пробоотбор объясняется тем, что на территориях, где проводится туристическая деятельность, возможно загрязнение точечное, а не площадное. Итоговое количество проб: 75.

Далее пробы были проанализированы на содержание в них тяжёлых металлов рентгенофлуоресцентным методом в лаборатории пробоподготовки и пробообработки отдела по направлениям география, геология, геоэкология и почвоведение Института Наук о Земле СПбГУ. Подробное описание анализа приведено в разделе Лабораторная обработка.

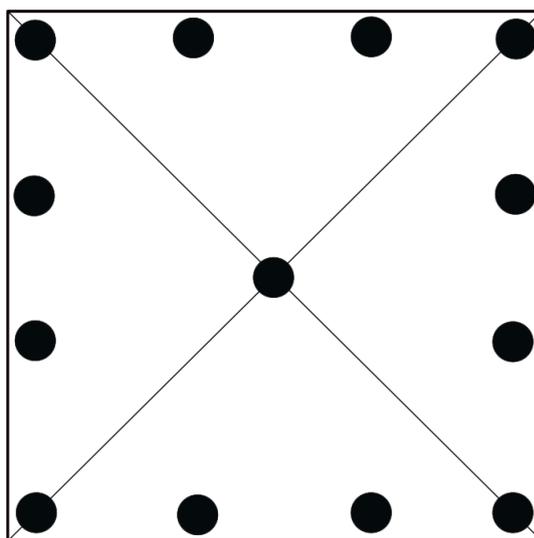


Рисунок 13. Схема пробоотбора почв в заказнике «Мыс Айя»

3.2.4. Исследование корки *Pinus brutia*

Отбор корки сосны проводился методом конверта с каждой из пяти площадок. На площадках «2», «3», «4», «5» с пяти деревьев была отобрана совмещённая проба методом конверта. На площадке «1» не произрастает *Pinus brutia*.

Для получения проб корки сосны использовался метод озоления корки сосны. Сначала материал пробы размельчается на небольшие кусочки, которые помещаются в взвешенные тигли, а затем тигли загружаются в муфельную печь и подвергаются воздействию температуры в пределах 450-500 градусов в течение нескольких часов для проведения процесса озоления корки. В результате получается зола светлого цвета, не содержащая включений и угольков.

После этого была вычислена зольность по формуле:

$$A, \% = \frac{(m_2 - m_1)}{c} * 100, \text{ где}$$

где m_1 – вес чашки, г;

m_2 – вес чашки с золой, г;

C – навеска абсолютно сухого растительного материала, г.

Затем пробы корки *Pinus brutia* были проанализированы на тяжёлые металлы с помощью рентгенофлуоресцентного метода на анализаторе AP-104. Подробное описание анализа приведено в разделе Лабораторная обработка.

3.2.5. Определение плотности дорожно-тропиночной сети

С помощью программы «SAS. Планета» была измерена длина тропинок вблизи каждой площадки, на площади 250 га.

Для вычисления плотности дорожно-тропиночной сети (далее – ДТС) была использована формула:

$$P = \frac{d}{l}, \text{ где}$$

P – плотность дорожно-тропиночной сети (км/га),

d – длина дорожно-тропиночной сети (км),

l – единица площади (га) (Дроздов, 2018).

Лабораторная обработка

Лабораторная обработка заключалась в подготовке проб почвы и корки сосны *Pinus brutia* к анализу на тяжёлые металлы, и непосредственно в самом их анализе.

Подготовка проб проводилась на базе кафедры геоэкологии института наук о Земле Санкт-Петербургского государственного университета. Пробы были просеяны через сито с диаметром отверстий 0,75 мм для равномерного распределения по дну рабочего контейнера, помещаемого в анализатор, с размером частиц порядка 50 мкм.

Анализ образцов почв заказчика «Мыс Айя» проводился рентгенофлуоресцентным методом с помощью рентгеновского анализатора AP-104 (далее – анализатор). 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). Было проведено исследование содержания таких тяжёлых металлов, как Ni, Cr, Zn, Pb, Cu. Выбор именно этих элементов обосновывается тем, что они являются главными индикаторами антропогенного воздействия на среду (Терехова и др., 2017; Кононова и др., 2016).

Камеральная обработка

Камеральная обработка заключалась в построении карты-схемы пробоотбора, построении графиков и гистограмм распределения тяжёлых металлов в почве, расчете фонового содержания ТМ в почве, расчете погрешности для рентгенофлуоресцентного метода.

Расчёт среднестатистической погрешности для рентгенофлуоресцентного метода проводился по формуле:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_{i1} - x_{i2})}{(n-1)}}, \text{ где}$$

x_{i1} – первичное измерение концентрации тяжелого металла в пробе;

x_{i_2} - повторное измерение концентрации тяжелого металла в пробе;

n- количество повторных измерений.

Порог обнаружения элемента рассчитывается по формуле:

$$\alpha = 3 \times \sigma, \text{ где}$$

σ – рассчитанная среднеквадратическая погрешность для данного химического элемента.

При использовании данной формулы для определения порога измерения, значения получаются с 99% достоверностью.

В таблице 4 представлены погрешности и пороги обнаружения для рассматриваемых в данной работе элементов.

Таблица 4. 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

Был произведён расчёт суммарного показателя загрязнения почв по формуле, который представляет собой аддитивную сумму превышений коэффициентов концентрации K_c над фоновыми значениями, характерными для исследуемой территории (Саэт, 1990):

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

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

Коэффициент концентрации K_{C_i} рассчитывается по формуле:

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

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

В Таблице 5 представлена ориентировочная оценочная шкала опасности загрязнения почв по суммарному показателю загрязнения, утвержденной в МУ 2.1.7.730-99. 2.1.7.

Таблица 5. Уровни загрязнения почвенного покрова по суммарному загрязнению тяжёлыми металлами (МУ 2.1.7.730-99. 2.1.7.)

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)

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:

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

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 (Jarque, Bera, 1980).

Глава IV. Результаты исследования

В данной работе была проведена комплексная оценка состояния компонентов природной среды заказника, которая включала в себя определение содержания тяжёлых металлов в почве, корке сосны *Pinus brutia*, определение плотности дорожно-тропиночной сети вблизи площадок исследования, описание растительности и состояния основных мониторинговых деревьев, определение степени рекреационной дигрессии фитоценоза.

4.1. Результаты определения плотности дорожно-тропической сети

Рекреационное природопользование способствует развитию дорожно-тропиночной сети и на территории заказника «Мыс Айя». Общая протяженность туристских троп и дорог в заказнике «Мыс Айя» составляет 27,27 км. ДТС заказника "Мыс Айя" сосредоточена в основном в северной и западной его частях, которые находятся в наиболее доступных местах для туристов. Максимальная плотность дорожно-тропиночной сети наблюдается в растительных сообществах, где доминируют такие охраняемые виды, как можжевельник высокий, сосна Станкевича и фисташка туполистная (Каширина, Новиков, 2016).



Рисунок 14. Распределение плотности дорожно-тропиночной сети на площадках

Так, была вычислена плотность ДТС вблизи площадок исследования. По результатам расчётов наибольшая плотность дорожно-тропиночной сети на площадке «1»

и «3», наименьшая на площадке «4» и «2». Средним значением обладает плотность дорожно-тропиночной сети на площадке «5».

4.2. Результаты определения рекреационной дигрессии

Для всех пяти исследованных площадок характерна степень рекреационной дигрессии – III.

Для сообществ *Pinus brutia* она характеризуется: для древесного яруса – неполночленным возрастным спектром главной лесобразующей породы; для травянистого яруса – ОПП – 20-30%; для лесной подстилки – толщиной до 4 см, площадью не более 30% и др.

Для сообществ *Juniperus excelsa* характеризуется: для древесного яруса – неполночленным возрастным спектром главной лесобразующей породы, значительным снижением числа особей вегетативной группы, неравномерным размещением особей древесного яруса и значительным снижением их обилия; для травянистого яруса – ОПП – 20-40%, видовой насыщенностью 3-6 видов/м² и др.

Дополнительно был рассмотрен показатель рекреационной ёмкости, разработанный для территорий Южного Берега Крыма Севастопольской зоны (Поляков и др., 1983). Рекреационная ёмкость – такое количество туристов, которое без ущерба для фитоценоза может находиться на территории. Так, рекреационная ёмкость сухого фисташково-можжевелового редколесья, произрастающего на площадке «1», равна 0. Для сообществ сухих сосново-можжевеловых и можжевелово-сосновых лесов, расположенных на площадках «2», «3», «4», «5» рекреационная ёмкость при туризме составляет 475 человек на гектар в год. Результаты демонстрируют несоответствие расположения организованного палаточного лагеря и растительного сообщества на площадке «1», так как сообщества, где произрастает фисташка туполистная уязвимы к угрозам.

Опубликованные экспериментальные данные указывают, что рекреационная деятельность в фисташково-можжевеловых редколесьях и лесах из сосны Станкевича и фисташки туполистной не может носить площадной характер, а может быть представлена только экотропами, при использовании которых нагрузка распределяется линейно (Каширина, 2010).

Таблица 6. Рекреационная ёмкость территорий ЮБК Севастопольской зоны, ч/1 га
(Поляков и др., 1983) (фрагмент)

Лесное сообщество	При экскурсиях		При массовом отдыхе		При туризме	
	в день	в год	в день	в год	в день	в год
Сухое фисташково-можжевеловое редколесье	0	-	0	-	0	-
Сухой сосново-можжевеловый лес	4	1460	0,6	219	1,3	475
Сухой можжевелово-сосновый лес	4	1460	0,6	219	1,3	475

4.3. Результаты исследования растительного покрова

Описание растительного покрова заказника проводилось на площадках «1», «2», «3», «4», «5». Исследования некоторых площадок проводились сотрудниками Института Биологии Южных Морей в 2021 г., поэтому представляется возможность сравнения древостоя в 2021 и 2022 годах. В результаты исследования входят бланки описания древесного яруса (Приложение 3), заполненные во время полевого этапа работ, санитарное состояние фитоценоза, замусоренность, общие причины ослабления, повреждения насаждений.

Площадка «1».

При оценке растительного покрова на площадке «1» были выявлены следующие нарушения:

с отметкой «сильно»: организованные одиночные и групповые палаточные лагеря, утвержденный пешеходный маршрут (БСТ), вытаптывание, уплотнение почвы, наличие тропинок, сгребание подстилки, загрязнение почвы (антропогенного характера);

с отметкой «слабо»: самовольные рубки, сломы.

На площадке «1» располагается организованная база отдыха с оборудованными местами для отдыха, установки палаток и разведения костров. Также вблизи от площадки проходит автомобильная дорога, доступная только для лесников и работников ООПТ «Мыс Айя».

Санитарное состояние фитоценоза оценено как хорошее, замусоренность практически отсутствует, кострищ нет.

Растительный покров на площадке представляет собой деградированные высокоможжевеловые редколесья (Рисунок 15). В 2022 г., как и в 2021 г. на территории

стационара установлены палатки. Установлено, что за прошедший год коэффициент рекреационной нагрузки увеличился с 0,6 до 0,7. ПП кустарникового яруса составляло 10%, ПП травостоя снизилось с 40% до 30% по сравнению с 2021 г., ПП чья костеровидного не превышало 20%. В травянистом ярусе выявлено 22 вида. Показатель санитарного состояния фитоценоза улучшился с II до I, замусоренность слабая. Вместе с тем, на территории развита тропиночная сеть, почва уплотнена, наблюдается сгребание подстилки, ее ПП составляет не более 20%, толщина не превышает 1 см.



Рисунок 15. Общий вид площадки «1»

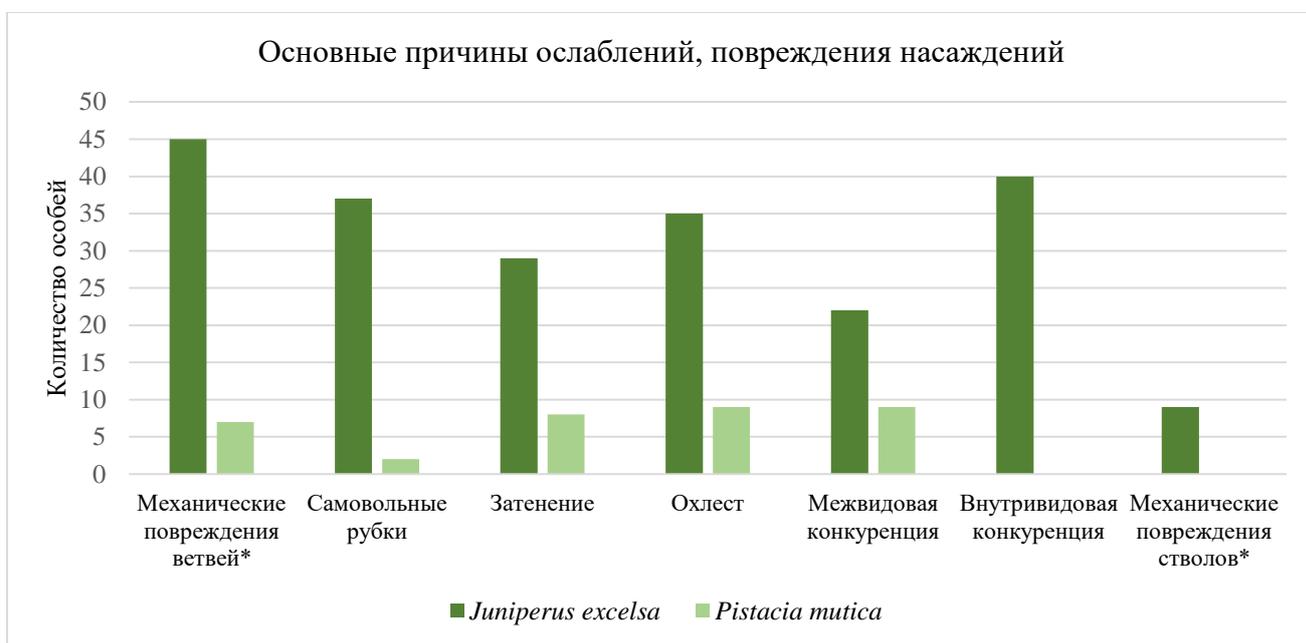


Рисунок 16. Распределение экземпляров *Juniperus excelsa* можжевельника высокого по категориям состояния на площадке «1»

На площадке «1» было сделано описание 50 экземпляров *Juniperus excelsa* можжевельника высокого и 15 экземпляров *Pistacia mutica* фисташка туполистная. Все деревья вида *Pistacia mutica* относятся к первой категории – здоровые деревья. Распределение экземпляров *Juniperus excelsa* отражено на Рисунке 16. Так, из 50 экземпляров 28 относятся к первой категории, 15 – ко второй, 5 – к третьей, и 2 особи – к четвертой.

В ходе исследования были выделены основные причины ослаблений, повреждения насаждений для экземпляров *Juniperus excelsa* и *Pistacia mutica*. Так, самыми основными и затрагивающими наибольшее количество экземпляров стали: механическое повреждение ветвей в результате антропогенной деятельности, самовольные рубки, затенение, охлест, межвидовая, внутривидовая конкуренции, механические повреждения стволов в результате антропогенной деятельности. На площадке «1» антропогенные причины ослаблений, повреждения насаждений преобладают над биологическими.

На площадке также были выделены основные повреждения кроны, листы, ствола, корней. Главными из них стали: деформация побегов, усыхание менее ¼ ветвей в кроне, повреждение ветвей менее ¾, ажурность кроны, ожог более ¾ кроны, смолотечение, деформация стволов (Рисунок).



*- в результате антропогенной деятельности

Рисунок 17. Основные причины ослаблений, повреждения насаждений на площадке «1» для особей *Juniperus excelsa* и *Pistacia mutica*

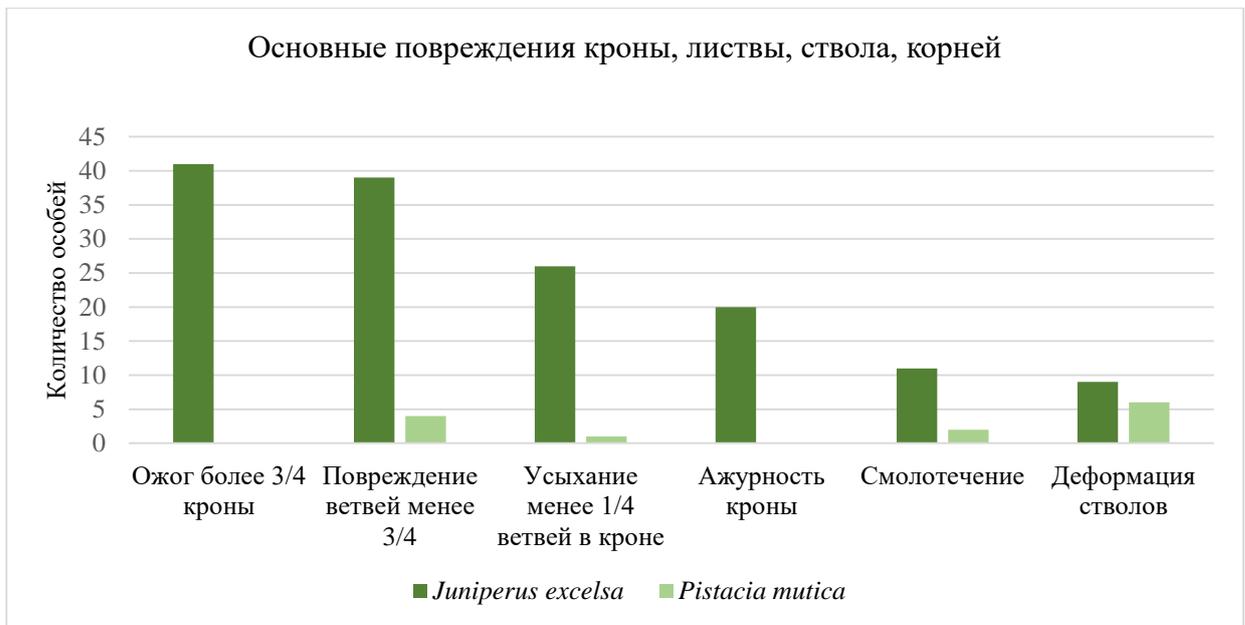


Рисунок 18. Основные повреждения кроны, листвы, ствола, корней у экземпляров *Juniperus excelsa* и *Pistacia mutica* на площадке «1»

Анализ повреждений древостоя показал, что в 2022 г. 92% ценопопуляции *Juniperus excelsa* можжевельника высокого было представлено фаутными деревьями, что выше, чем в 2021 г. (70%). Уровень фаутности *Pistacia mutica* фисташки туполистой был умеренный (67%). Как и ранее, имматурные особи встречались единично (6%), что свидетельствует о слабом возобновлении. Вместе с тем, доля зрелых плодоносящих деревьев в 2022 г. по сравнению с 2021 г. существенно возросла, для можжевельника высокого – с 56 до 96%, для *Pistacia mutica* – с 4 до 20%. Вероятной причиной этого могут быть благоприятные условия увлажнения в 2022 г.

Площадка «2».

При оценке растительного покрова на площадке «2» были выявлены следующие нарушения:

с отметкой «сильно»: организованные одиночные и групповые палаточные лагеря, утвержденный пешеходный маршрут (БСТ), вытаптывание, уплотнение почвы, наличие тропинок, сгребание подстилки, загрязнение почвы (антропогенного характера);

с отметкой «слабо»: самовольные рубки, сломы.

Санитарное состояние фитоценоза оценено как хорошее, замусоренность практически отсутствует, кострищ нет.

Растительный покров на площадке представлен сообществами сосны бруттейской, в состав древостоя также входят можжевельник высокий и фисташка туполистная. В 2022 г., как и в 2021 г., кустарниковый ярус, представленный двумя видами, был разреженный (ПП не более 0,5%), в его составе были описаны молодые деревья можжевельника

дельтовидного. ПП травянистого яруса и его видовой состав за прошедший год незначительно увеличились: с 5 до 10% и с 4 до 7 видов соответственно. Доля лесной подстилки также возросла, с 50 до 70% площади учетной площадки. Коэффициент рекреационной нагрузки составлял 0,9. На территории выражено вытаптывание травяного покрова, развита тропиночная сеть. Санитарное состояние древостоя сосны брутйской удовлетворительное, однако коэффициент фауности этого вида увеличился с 90 до 98% с 2021 по 2022 гг.



Рисунок 19. Общий вид площадки «2»

На площадке «2» было сделано описание 18 экземпляров *Pinus brutia*, 2 особей *Juniperus excelsa* и 2 образцов *Pistacia mutica*. Основными причинами ослаблений, повреждений насаждений стали: затенение, внутривидовая конкуренция, в меньшей степени механическое повреждение ветвей и стволов в результате антропогенной деятельности.

Площадка «3».

При оценке растительного покрова на площадке «3» были выявлены следующие нарушения:

с отметкой «сильно»: вытаптывание, уплотнение почвы, рекреационная нагрузка, стихийные одиночные и групповые палаточные лагеря, утверждённый пешеходный маршрут (БСТ);

с отметкой «средне»: сгребание подстилки, самовольные рубки. Сломы, другие нарушения почвенного покрова (антропогенного характера);

с отметкой «слабо»: загрязнение леса бытовыми отходами, загрязнение почвы (антропогенного характера).

Санитарное состояние фитоценоза оценено как слабое диффузное замусоривание, 1-2 мусорные ямы на 1 га, единичные кострища.

На площадке «3» было сделано описание 25 экземпляров *Pinus brutia* сосны Станкевича и 2 экземпляров *Juniperus excelsa* можжевельника высокого. Категории состояния деревьев были оценены по шкале от 1 до 6, где 1 – здоровые деревья, 6 – погибшие (Об утверждении..., 2020). Так, ни один экземпляр не относится к категории 1 – здоровые, 7 экземпляров относятся ко второй, 9 особей – к третьей, 10 особей – к четвертой, 1 особь – к пятой (Рисунок 20). Все экземпляры *Juniperus excelsa* относятся к третьей категории состояния. Был установлен коэффициент рекреационной нагрузки, равный 0,8.

На площадке также были выделены основные повреждения кроны, листвы, ствола, корней у особей *Pinus brutia* такие как усыханий более $\frac{3}{4}$ ветвей в кроне, усыхание вершины более $\frac{2}{3}$ длины кроны, усыхание от $\frac{1}{4}$ до $\frac{1}{2}$ ветвей в кроне, повреждение ветвей менее $\frac{3}{4}$, ожог более $\frac{3}{4}$ кроны, поражение хвои более $\frac{2}{3}$ кроны, преждевременный листопад. Для двух особей *Juniperus excelsa* можжевельника высокого характерно только такое нарушение как флагообразная крона.

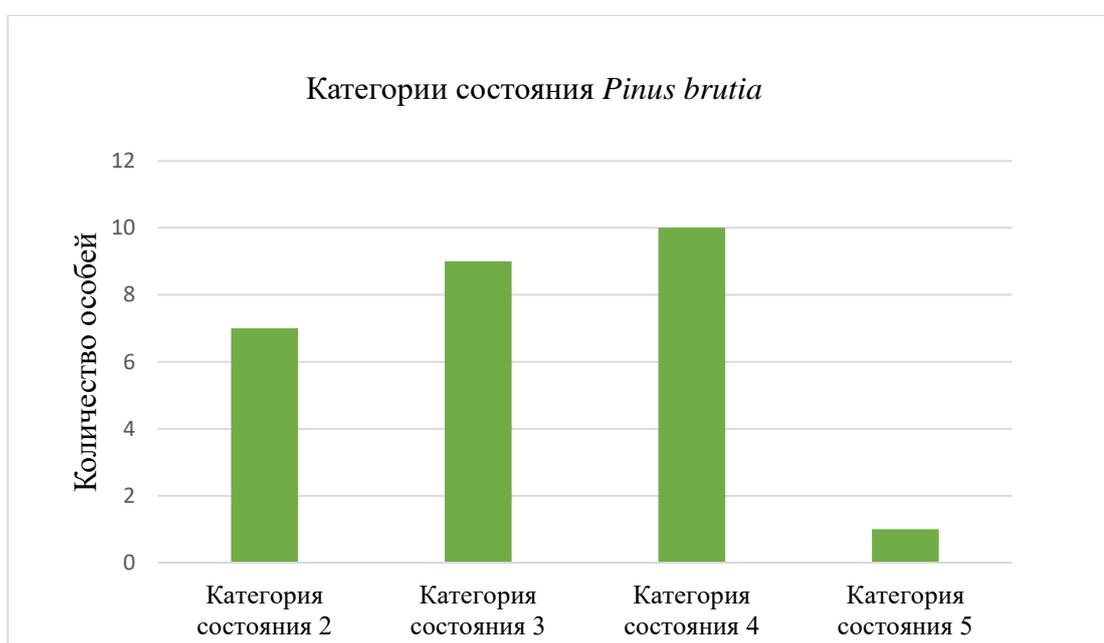


Рисунок 20. Распределение 25 экземпляров *Pinus brutia* по категориям состояния на площадке «3»



Рисунок 21. Основные повреждения кроны, листвы, ствола, корней у 25 экземпляров *Pinus brutia* на площадке «З»

В ходе исследования были выделены основные причины ослаблений, повреждения насаждений для экземпляров *Pinus brutia*. Так, самыми основными и затрагивающими наибольшее количество экземпляров стали: механическое повреждение ветвей в результате антропогенной деятельности, самовольные рубки, затенение, охлест, межвидовая, внутривидовая конкуренции, механические повреждения стволов в результате антропогенной деятельности. Для двух экземпляров *Juniperus excelsa* характерные такие же нарушения. На площадке «З» биологические причины ослаблений, повреждения насаждений преобладают над антропогенными.



*- в результате антропогенной деятельности

Рисунок 22. Основные причин ослаблений, повреждения насаждений на площадке у 25 экземпляров *Pinus brutia* «З»

Площадка «4»

Площадка «4» характеризуется произошедшим ранее низовым пожаром. Поскольку до 90% всех пожаров вызваны антропогенной деятельностью, можно говорить о том, что этот пожар не исключение (Зингер, Коваленко, 2021)

При оценке растительного покрова на площадке «4» были выявлены следующие нарушения:

с отметкой «сильно»: стихийный пешеходный маршрут, утверждённый пешеходный маршрут (БСТ), уплотнение почвы;

с отметкой «средне»: рекреационная нагрузка, стихийные одиночные и палаточные лагеря;

с отметкой «слабо»: тропинки, сгребание подстилки, загрязнение почвы (антропогенного характера).

Санитарное состояние фитоценоза оценено как слабое диффузное замусоривание, 1-2 мусорные ямы на 1 га, единичные кострища.

На площадке «4» было описано 14 экземпляров *Pinus brutia* сосны Станкевича, каждая из которых была повреждена вследствие низового пожара. 13 экземплярам была дана оценка состояния 1 – здоровые, а одна особь категорией 6 – погибшая.



Рисунок 23. Общий вид площадки «4»

Основные причины ослабления, повреждения насаждений для *Pinus brutia* это пожар, внутривидовая конкуренция и затенение.



Рисунок 24. Основные повреждения кроны, листы, ствола, корней на площадке «4» у 14 экземпляров *Pinus brutia*

Природные комплексы характеризуются типичной структурой (Рисунок 23), кустарниковый ярус не выражен, что, очевидно, связано с произошедшим ранее низовым пожаром и современной рекреационной нагрузкой, коэффициент которой составляет 0,8. В травянистом ярусе учтено 4 вида с низким проективным покрытием, отсутствуют типичные злаки, общее проективное покрытие травостоя – 10%. Лесная подстилка занимает около 90% площади учетной площадки, но ее толщина в среднем 2–3 см. Показатель санитарного состояния фитоценоза – II, отмечается слабое диффузное замусоривание, кострища, микросвалки. Степень рекреационной дигрессии фитоценоза – III.

Площадка «5».

При оценке растительного покрова на площадке «5» были выявлены следующие нарушения:

с отметкой «средне»: сгребание подстилки, уплотнение почвы, другие нарушения почвенного покрова (антропогенного характера);

с отметкой «слабо»: рекреационная нагрузка, вытаптывание, тропинки, утвержденный пешеходный маршрут (БСТ).



Рисунок 25. Общий вид площадки «5»

Санитарное состояние фитоценоза оценено как слабое диффузное замусоривание, 1-2 мусорные ямы на 1 га, единичные кострища.

На площадке «5» было описано 25 экземпляров *Pinus brutia* и 2 особи *Juniperus excelsa*. Категории состояния деревьев варьируются от 1 до 3. Так, 22 особи *Pinus brutia* оценены как здоровые (категория 1), а 2 особи как ослабленные (категория 2). Экземпляры *Juniperus excelsa* относятся к категории состояния 1 (здоровое) и 3 (сильно ослабленное).

Основными повреждениями кроны, листвы, ствола, корней *Pinus brutia* стали: смолотечение, усыхание менее $\frac{1}{4}$ ветвей в кроне, деформация стволов, ажурность кроны. Для особей *Juniperus excelsa* – усыхание от $\frac{1}{2}$ до $\frac{3}{4}$ ветвей в кроне, а также поражение листвы (хвои) от $\frac{1}{3}$ до $\frac{2}{3}$ кроны, вторичная крона и смолотечение.

На площадке были описаны основные причины ослаблений, повреждения насаждений для 25 экземпляров *Pinus brutia*. Это: внутривидовая конкуренция, затенение, засыпание почвой, охлест, механические повреждения ветвей в результате антропогенной деятельности. Для особей *Juniperus excelsa* причинами ослабления стали: затенение, межвидовая конкуренция, засыпание почвой, саомольные рубки, механические повреждения стволов в результате антропогенной деятельности. На площадке «5» биологические причины ослаблений, повреждения насаждений преобладают над антропогенными.

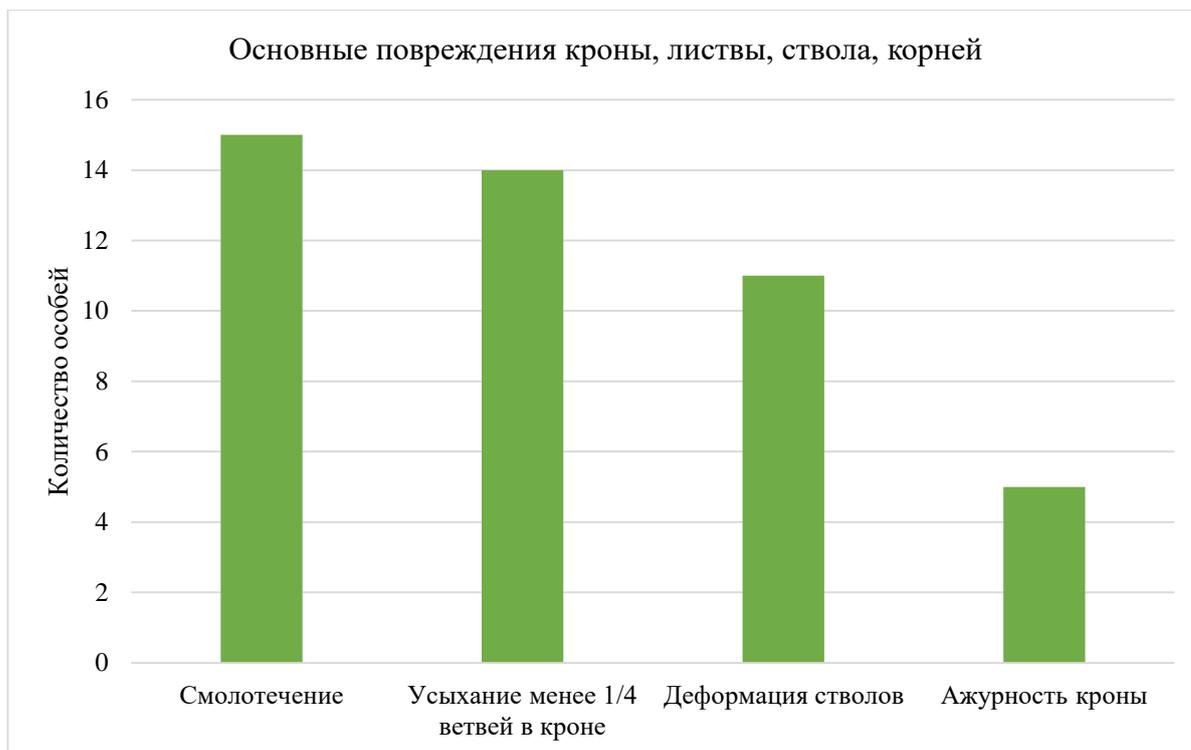


Рисунок 26. Основные повреждения кроны, листвы, ствола, корней на площадке «5» у 25 экземпляров *Pinus brutia*



*- в результате антропогенной деятельности

Рисунок 27. Основные причины ослаблений, повреждения насаждений на площадке у 25 экземпляров *Pinus brutia* «5»

По итогам оценки растительных сообществ можно сделать вывод: 4 из 5 площадок объединяют одинаковые причины ослаблений, повреждения насаждений – механические повреждения ветвей и стволов в результате антропогенной деятельности, а древостой на

площадке «4» вследствие недавнего пожара имеет повреждения, связанные с ним.

Так, на площадках «1» и «3», характеризующихся наибольшей плотностью ДТС, наблюдается нарушение древостоя, связанное с механическими повреждениями деревьев антропогенного характера. Площадки «2» и «4» с наименьшей плотностью ДТС характеризуются преобладанием биологических причин ослаблений древостоя. Таким образом, можно говорить о ландшафтно-деструктивном воздействии на древостой.

На площадках «1» и «2», изученных в 2021 и 2022 гг., за год увеличился процент фауности видов *Juniperus excelsa* и *Pinus brutia* соответственно. Впрочем, проективное покрытие травянистого яруса площадки «1» уменьшилось, а на площадке «2» наблюдается его увеличение. В целом, наблюдаются как положительные, так и отрицательные изменения растительного покрова.

4.4. Результаты исследования почвенного покрова

Для исследования почвы на содержание в ней тяжёлых металлов было отобрано 70 проб, из которых 56 на территории заказника (пл. «1», «2», «3», «4») и 14 вне (пл. «5»).

Для территории заказника «Мыс Айя» характерны невысокие содержания Cu, концентрация не превышает ОДК. Для металлов Zn, Ni характерны незначительные точечные превышения ОДК, наибольшее превышение норматива (в 2 раза) характерно для Pb, в то время как для Cr не установлены нормативы валового содержания в почвах.

Для расчёта суммарного показателя загрязнения почв необходимо было определить фоновое содержание металлов. Так, было проанализировано несколько исследований и составлена сводная таблица фоновых концентраций исследуемых металлов.

Таблица 7. Max, min, med значения металлов в сравнении с фоновыми значениями концентраций исследуемых элементов, ppm

Элемент	Max значение*	Min значение*	Медианное значение*	Определенное фоновое значение для заповедника «Опукский» ¹	Кларк почв населенных пунктов по данным Алексеенко ²	ОДК ³
Pb	164	37	58	40	55	130
Zn	221	52	87	71	158	220
Cu	61	20	41	25	39	132
Ni	110	29	61	33	33	80
Cr	136	49	75	67	80	-

* - для заказника «Мыс Айя»

¹(Зеленковский и др., 2021)

(Алексеевко, 2013)

Ориентировочно допустимая концентрация (СанПин 1.2.3685-21)

Анализируя Таблицу 7, можно заключить, что наблюдается разница между определенным медианным значением для заказника «Мыс Айя», определенный фоновым значением для заповедника «Опукский» и кларком почв населенных пунктов у таких металлов как Zn, Ni. Значения остальных металлов по трём показателям сопоставимы.

За фоновое содержание металлов в почве были взяты определенные фоновые значения для заповедника «Опукский», находящемся на юге Керченского полуострова и имеющем схожий химический состав почв, приуроченный к аналогичным по составу горным породам. Геологическое строение Опукского заповедника характеризуется преобладанием загипсованных сланцеватых глин и перекристаллизованных известняков (Клюкин, 2006).

Для всех исследуемых элементов были построены гистограммы распределения, позволяющие определить характер формирования геохимического фона. В соответствии с проведённым тестом Харке-Бера, определяющим характер распределения выборки, для Cu, Cr и Ni характерно нормальное распределение, свидетельствующее о природном факторе формирования геохимического фона. Распределение выборки Pb и Zn не считается ни нормальным, ни логнормальным, что говорит о наличии антропогенного воздействия на исследуемой территории. Так, на гистограмме распределения для Pb и Zn наблюдаются отдельные повышенные значения. Для Cr характерно нормальное распределение, однако есть также отдельные повышенные значения, свидетельствующие о наличии антропогенной деятельности. Концентрации элементов для фоновой территории подчиняются логнормальному и нормальному закону распределения (Рогова и др., 2019).

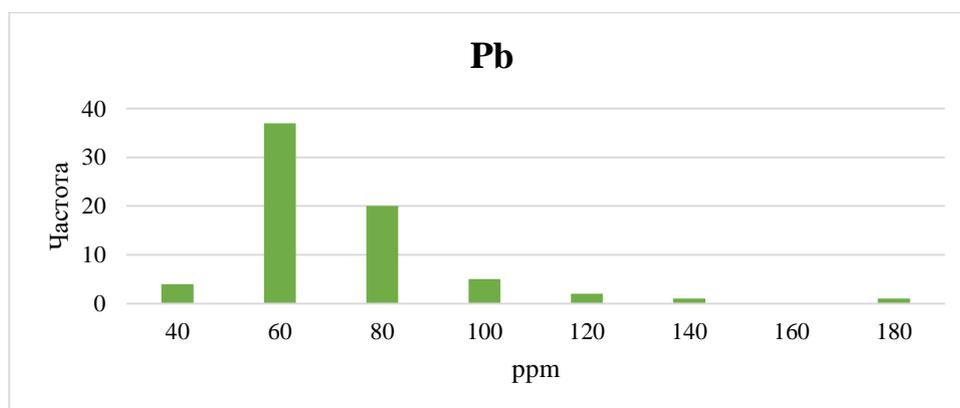


Рисунок 28. Гистограмма распределения содержания Pb в пробах почвы

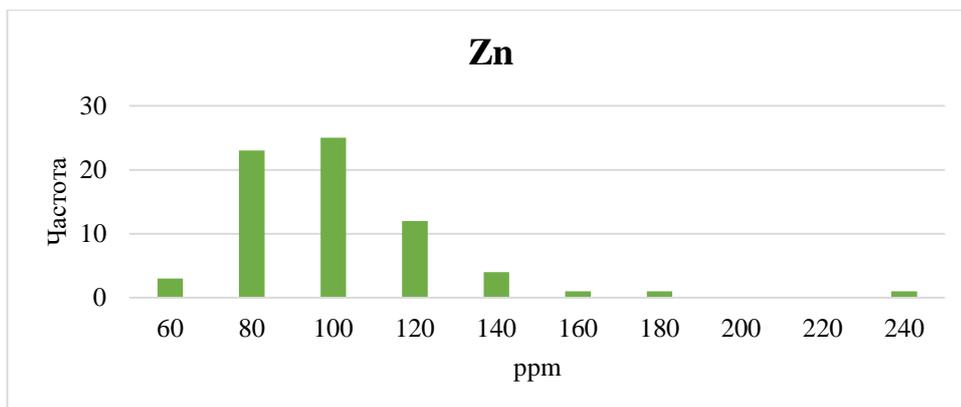


Рисунок 29. Гистограмма распределения содержания Zn в пробах почвы

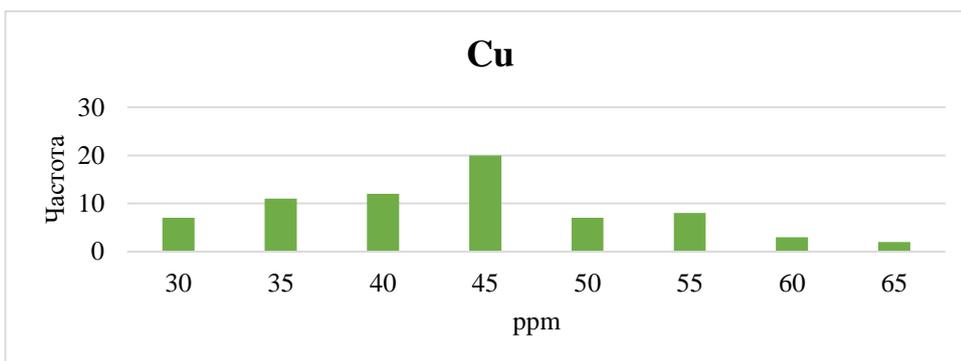


Рисунок 30. Гистограмма распределения содержания Cu в пробах почвы

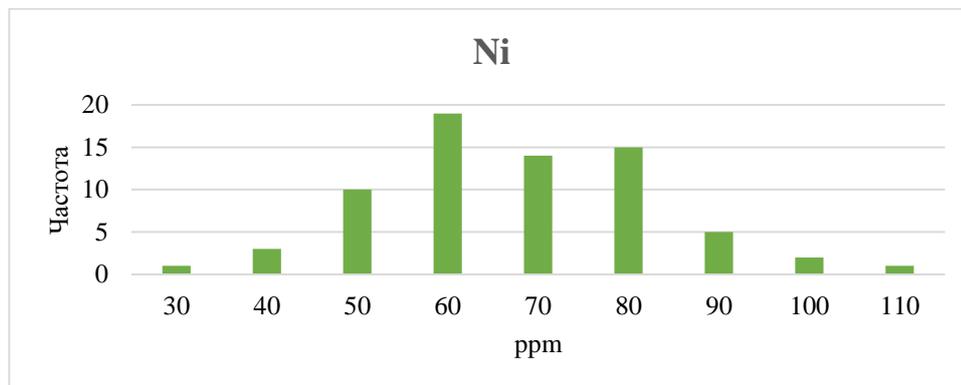


Рисунок 31. Гистограмма распределения содержания Ni в пробах почвы

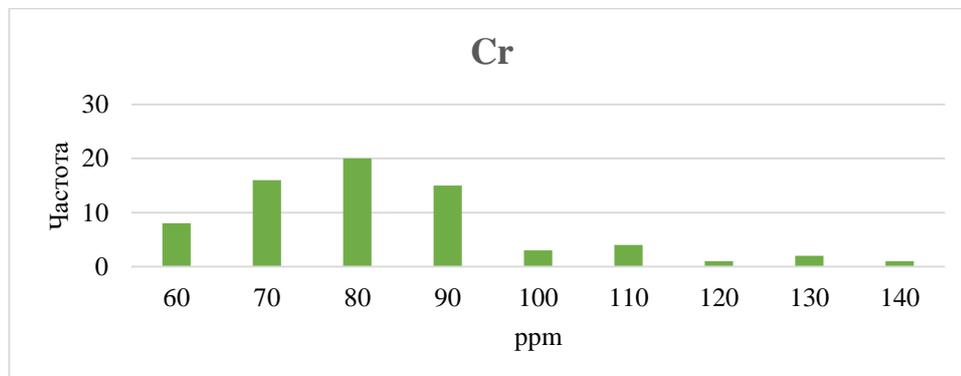


Рисунок 32. Гистограмма распределения содержания Cr в пробах почвы

По результатам анализа проб был рассчитан суммарный показатель загрязнения Z_c , однако превышения показателя не были выявлены. Значения не превышают $Z_c = 16$, что означает низкий уровень загрязнения территории, однако значения не равны нулю, что свидетельствует о наличии минимального загрязнения. Самыми высокими показателями на площадках стали: на площадке «1» $Z_c = 4$; на площадке «2» $Z_c = 6$; на площадке «3» $Z_c = 4$; на площадке «4» $Z_c = 3$; на площадке «5» $Z_c = 4$ (Рисунок 33).

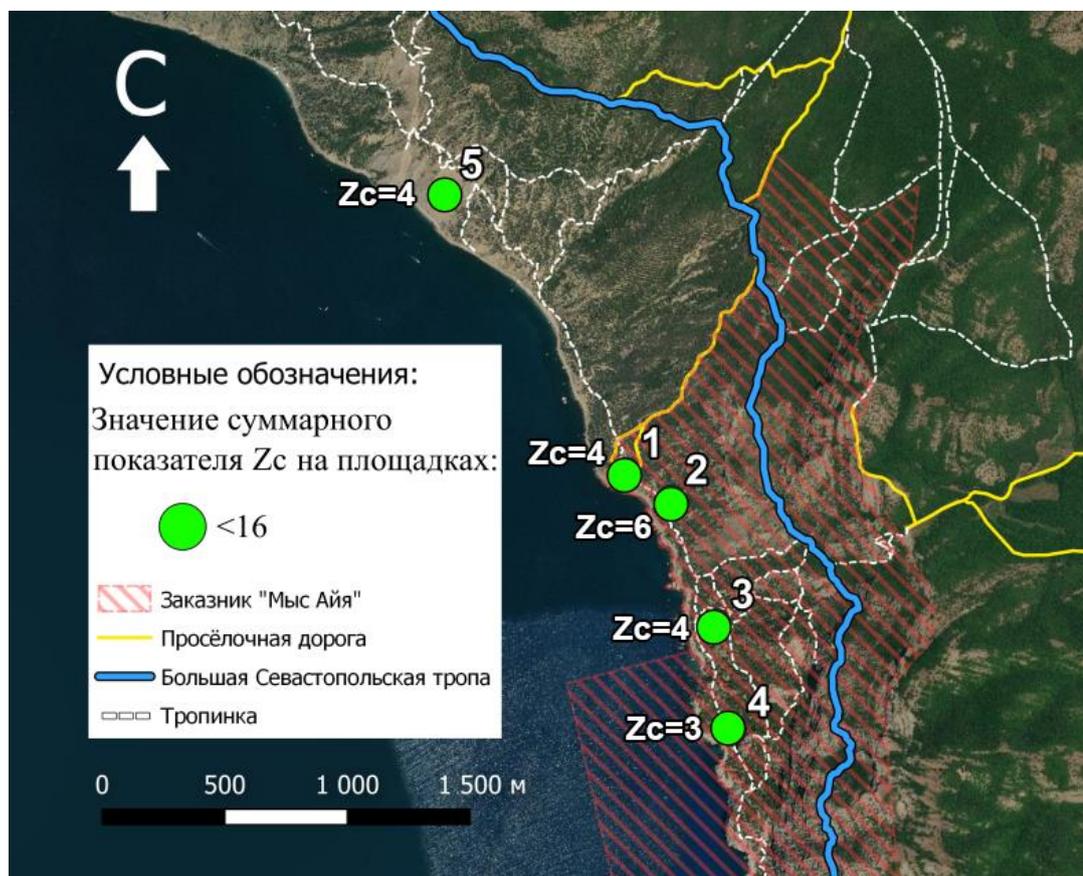


Рисунок 33. Распределение суммарного показателя загрязнения почв по площадкам исследования

Далее рассмотрим полученные значения тяжёлых металлов для каждой исследуемой площадки. На рисунках 34-38 представлены гистограммы, на которых показано сравнение полученных значений для тяжёлых металлов, а именно: максимальное, минимальное значения, значение пробы, отобранной методом конверта, а также фоновое значение и ОДК.

Площадка «1»

Внутри площадки 4 значения Pb мг/кг различаются в 2,5 раза и варьируются от 37 до 93 мг/кг. Значения Zn отличаются в 4 раза от 54 до 221 мг/кг. Cu на исследуемой площадке варьируется от 22 до 61 мг/кг. Значения Ni также неоднородны, от 29 до 62 мг/кг. Значения Cr отличаются меньше остальных элементов, с 49 до 76 мг/кг.

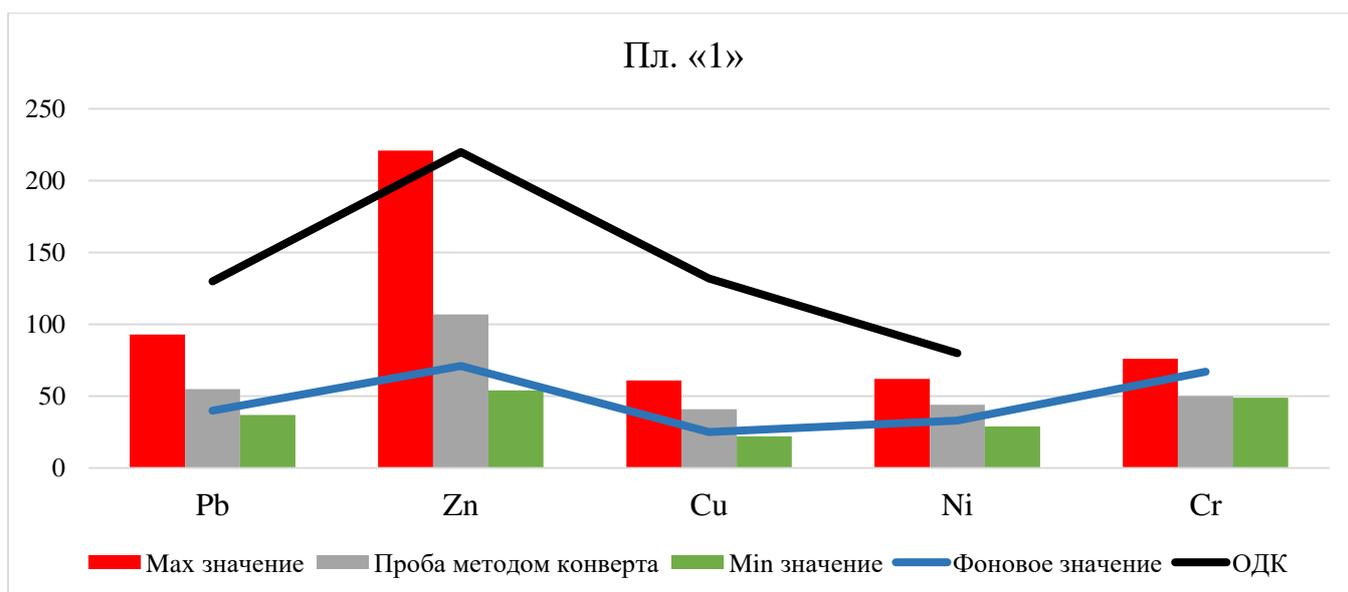


Рисунок 34. Сравнение различных показателей для тяжёлых металлов на площадке «1»

Таким образом, на площадке «1» наблюдается точечное превышение фонового значения по всем исследуемым элементам, а также в одной из точек превышение ОДК по Zn (Рисунок 34). Это можно объяснить только случайным попаданием отхода, выброшенного человеком и содержащего в себе этот элемент, так как на площадке «1». Также незначительная часть загрязнения Zn может объясняться проходящей вблизи от площадки «1» дорогой, доступной только для работников заказчика.

Так, анализируя Рисунок 34, можно сделать вывод, что проба, отобранная методом конверта, не отражает полностью геохимическую обстановку, так как наблюдаются и превышения, и меньшие значения этой пробы.

Площадка «2»

На площадке 2 максимальное и минимальное значения Pb отличаются в 4,5 раза с 57 до 164 мг/кг. Zn варьируется с 84 до 123 мг/кг. Значения Cu изменяются меньше остальных, от 30 до 52 мг/кг. Значения Ni различаются почти в 2 раза, с 60 до 110 мг/кг. Cr варьируется с 75 до 136 мг/кг.

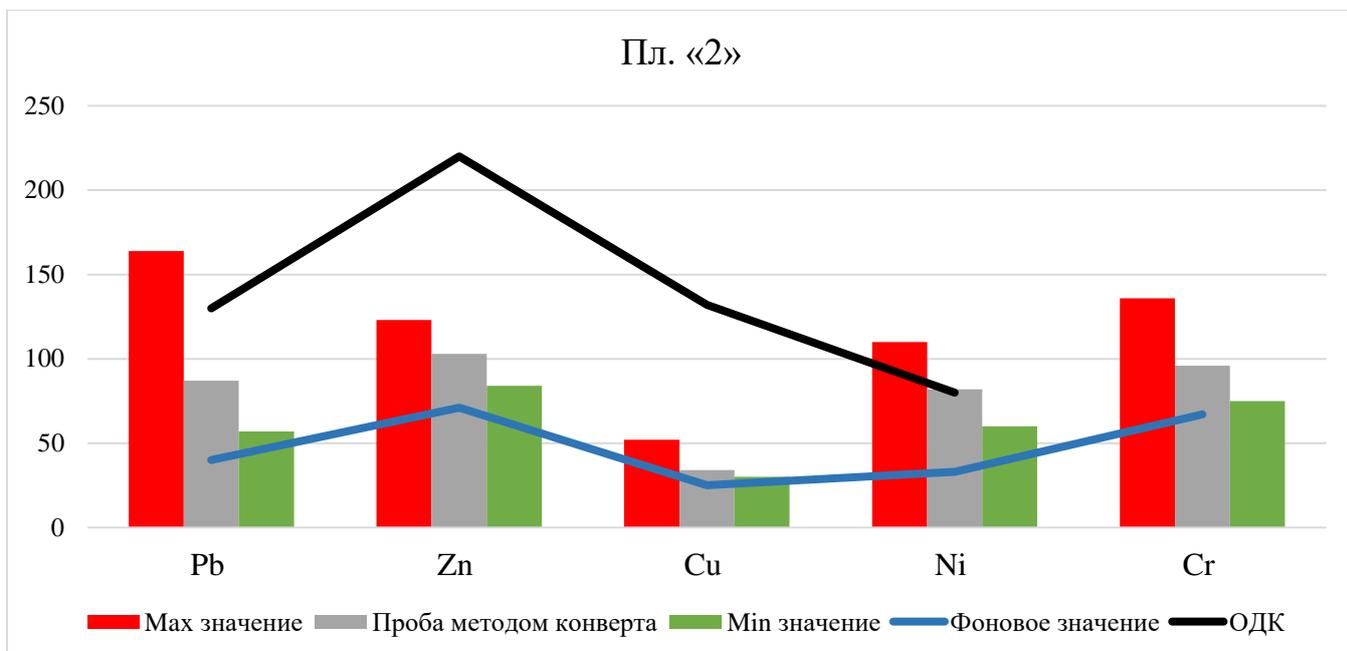


Рисунок 35. Сравнение различных показателей для тяжёлых металлов на площадке «2»

На площадке «2» наблюдается превышение над фоновым содержанием по всем исследуемым элементам, а также превышение ОДК у Pb и Ni в некоторых точках. Аналогично площадке «1» проба, отобранная методом конверта на этой площадке, не отражает полностью текущую геохимическую обстановку, так как наблюдаются как превышения, так и меньшие значения этой пробы.

Площадка «3»

На площадке «3» Pb изменяется с 38 до 73 мг/кг. Значения Zn варьируют от 69 до 151 мг/кг. Cu изменяется с 33 до 61 мг/кг. Ni варьируется от 47 до 79 мг/кг. Значения Cr изменяются меньше других элементов с 73 до 89 мг/кг.

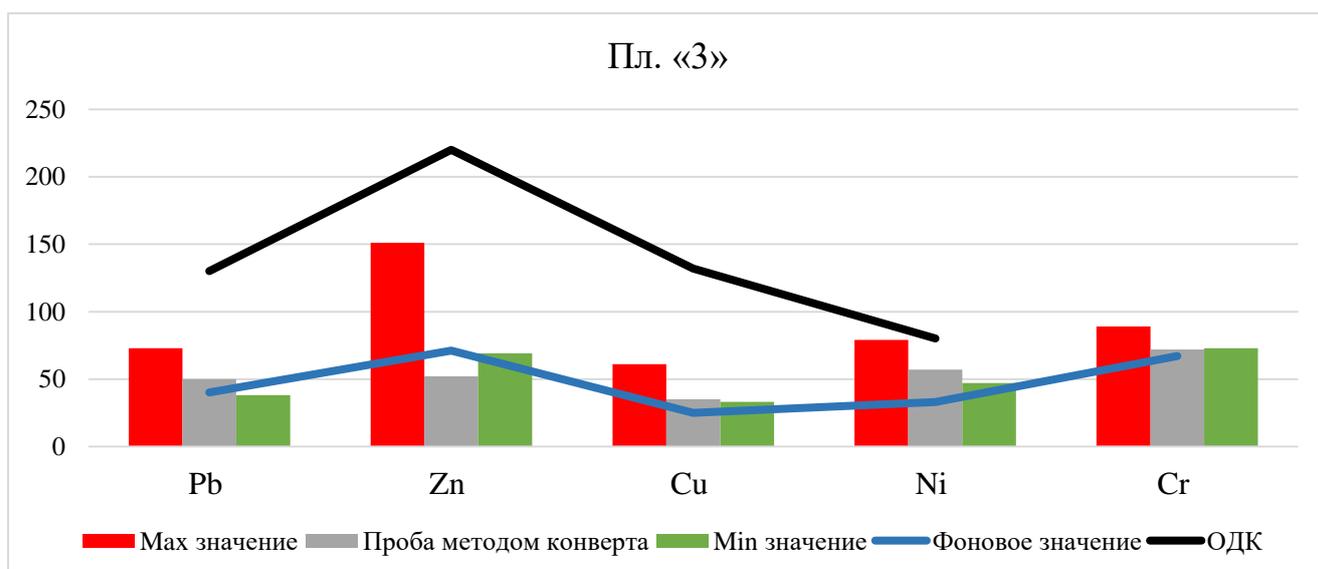


Рисунок 36. Сравнение различных показателей для тяжёлых металлов на площадке «3»

В ходе исследования на площадке «3» не было обнаружено превышений ОДК у Pb, Zn, Cu, однако на нескольких точках значения Ni выше этого норматива. Также наблюдаются превышения фоновое содержания по всем элементам.

Площадка «4»

На площадке «4» значения Pb достаточно однородные, в пределах от 50 до 67 мг/кг. Значения Zn достаточно неоднородные, варьируют от 55 до 112 мг/кг. Cu на площадке изменяется с 36 до 58 мг/кг. Ni варьируется от 42 до 85 мг/кг. Значения Cr изменяются от 61 до 82 мг/кг.

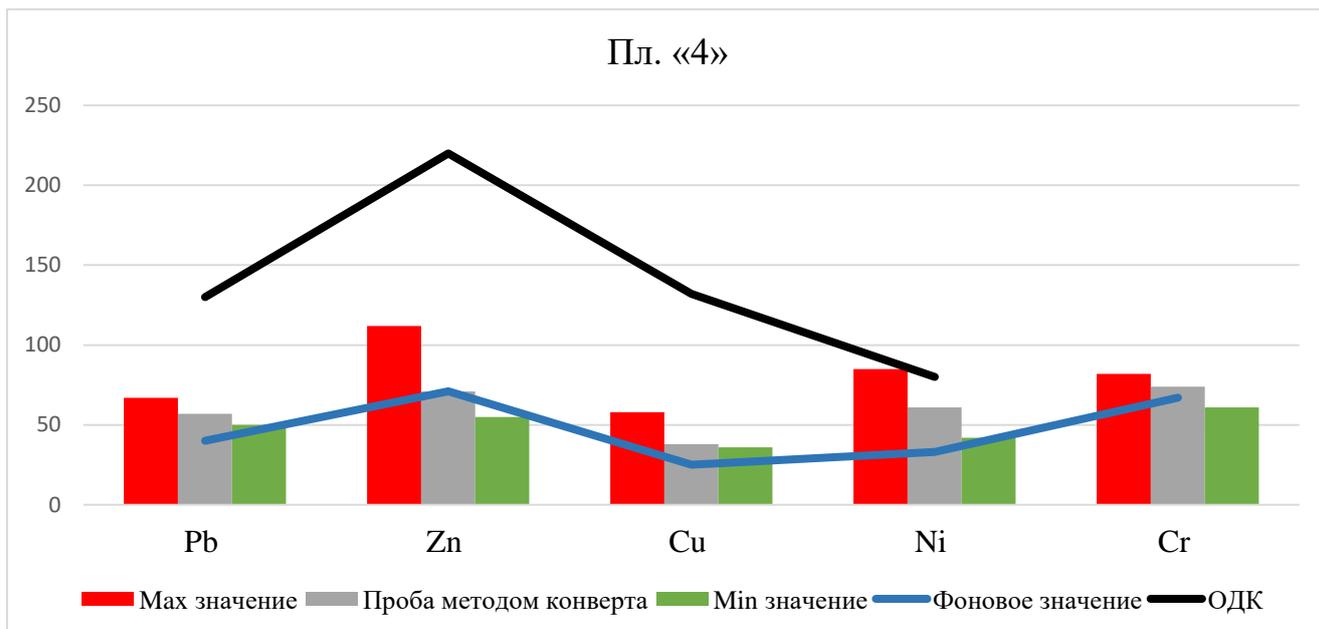


Рисунок 37. Сравнение различных показателей для тяжелых металлов на площадке «4».

Значения Ni на площадке «4» в некоторых точках превышают ОДК, для других металлов подобного не наблюдается. Аналогично другим площадкам присутствует превышение фоновое содержания по всем элементам.

Площадка «5»

На площадке «5», находящейся поблизости территории заказника, значения Pb изменяются с 56 до 103 мг/кг. Zn изменяется с 62 до 101 мг/кг. Значения Cu меняются с 31 до 56 мг/кг. Ni варьируется от 44 до 94 мг/кг. Значения Cr изменяются от 62 до 84 мг/кг.

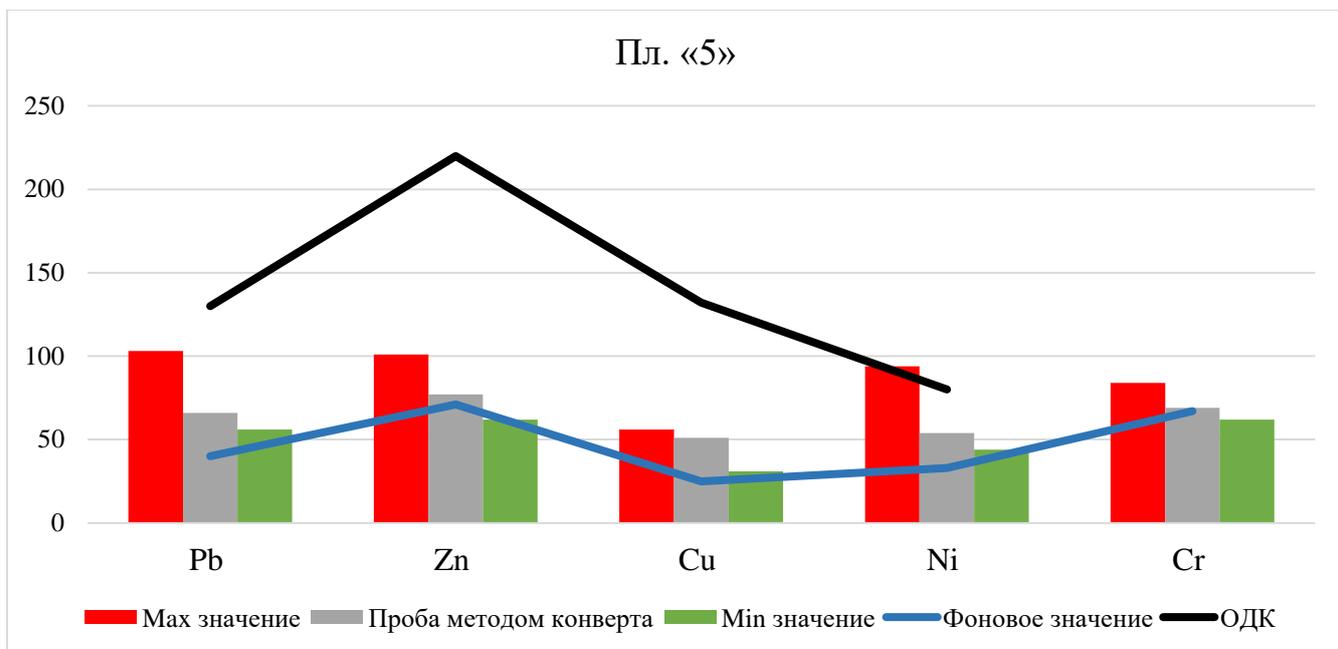


Рисунок 38. Сравнение различных показателей для тяжёлых металлов на площадке «5»

На площадке «5» превышения ОДК наблюдаются у Ni в нескольких точках, для других металлов подобного не было выявлено. Аналогично другим площадкам наблюдается превышение фонового содержания по всем исследуемым элементам.

Исходя из вышесказанного, на всех пяти площадках были обнаружены превышения фонового содержания у всех элементов и ОДК у Zn (пл. «1»), Ni (пл. «2», «3», «4», «5»), Pb (пл. «2»). Таким образом, можно говорить об эмиссионном воздействии на почвенный покров. Было выявлено, что проба, отобранная методом конверта, отражает геохимическую обстановку не полностью, так как минимальные и максимальные значения элементов разнятся. Таким образом, на территориях, где проводится туристическая деятельность, подтверждается необходимость отбора не только пробы методом конверта, а отбора и точечных проб тоже.

4.5. Результаты исследования корки *Pinus brutia*

Известно, что кора древесных растений отличается хорошими аккумуляционными свойствами, и это часто используется в практике биомониторинга. Накопление металлов в корке объясняется процессами поглощения микроэлементов и их соединений из почвы и особенностями их перераспределения между тканями и органами (Черненкоова, 2004). В связи с тем, что в почвах было обнаружено минимальное загрязнение, имеет смысл проанализировать содержание металлов в корке сосны Станкевича, так как этот вид является мониторинговым объектом.

Так, в статье (Черненкоова, 2004) был проведён анализ коры *Pinus sylvestris*, произрастающей в Костомукшском заповеднике на содержание в ней тяжёлых металлов, в

частности Zn, Pb, Cu, Ni. Территория заповедника «Костомукшский» считается не подвергнутой антропогенному воздействию благодаря своему местоположению и близости к пограничной зоне. Так, содержание Zn в коре *Pinus sylvestris* в заповеднике было равным 22 ppm, Pb и Ni 2 ppm, а содержание Cu оказалось ниже предела обнаружения. При сопоставлении с содержаниями металлов в коре *Pinus brutia* в заказнике «Мыс Айя» наблюдаются высокие показатели у сосны Станкевича, результаты отличаются в десятки раз.

В статье (Türkan I. et al. 1995) был проведён мониторинг загрязнения тяжёлыми металлами корки *Pinus brutia* на металлургическом комбинате в районе Измира, Турция. В данной статье приведены фоновые значения Pb, Zn, Cr в корке *Pinus brutia*. Сравнивая со значениями, полученными в заказнике «Мыс Айя», наблюдаются превышения фонового содержания по этим металлам (Таблица 8).

Таблица 8. Максимальное, минимальное и фоновое значения корки *Pinus brutia*

	Pb ppm	Zn ppm	Cr ppm
Мах значение	47	272	47
Min значение	29	204	26
Фоновое значение	2-10	20-100	1-5

При сравнении значений тяжёлых металлов в корке сосны со значениями ТМ в пробах почвы, отобранных методом конверта, можно выявить, что содержание Zn в корке сосны превышает содержание этого металла в почве в 2-3 раза, а Pb примерно в 2 раза. По содержанию Cu образцы почвы и корки сосны сопоставимы, а содержание Cr и Ni выше в пробах почвы (Рисунок 39). Таким образом, можно сделать вывод, что из изученных металлов только Zn аккумулируется в корке сосны.

Способность корки древесных растений к аккумуляции ТМ обусловлена механическим осаждением их на поверхности корки благодаря ее шероховатой структуре. (Щербенко и др., 2008). Таким образом, можно говорить об аэральном пути поступления загрязняющих веществ.

Дополнительно была высчитана зольность корки сосны, которая варьируется от 2,3 до 4%. Так, например, зольность корки сосны обыкновенной в естественных незагрязненных условиях изменяется в пределах 0,8-1,5%. В условиях антропогенного загрязнения зольность растений значительно возрастает, что является индикаторным признаком происходящих нарушений в массообмене (Опекунова, 2015).

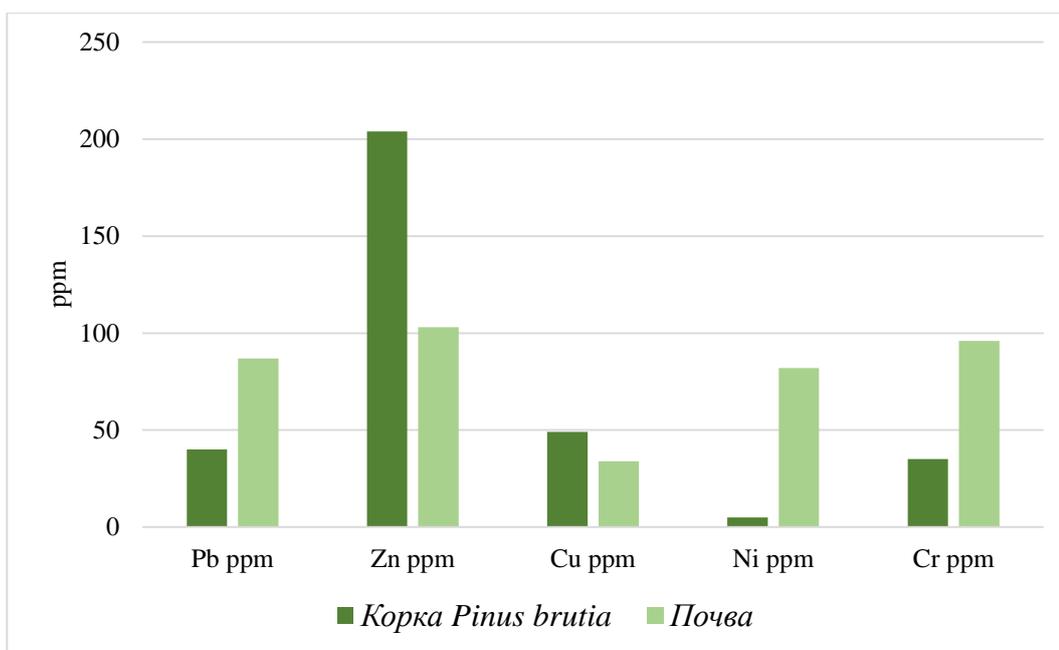


Рисунок 39. Сравнение содержания ТМ в почве и коре *Pinus brutia* на площадке «2»

По результатам исследования была составлена сводная таблица всех изученных показателей для пяти площадок. Основным воздействием на почвенный и растительный покровы стало влияние туристической деятельности. На площадках «1» и «3» наблюдается наибольшая плотность ДТС, и как следствие, увеличен поток туристов, так как главными причинами ослаблений древостоя стали механические повреждения ветвей и стволов в результате антропогенной деятельности. Также на площадке «1» было выявлено превышение ОДК у Zn. Площадки «2», «3», «4», «5» характеризуются превышением ОДК по Ni. Несмотря на это, суммарный показатель загрязнения почв Z_c на всех площадках низкий ($Z_c < 16$). Для всех сообществ, расположенных на исследуемых площадках характерна III стадия дигрессии. Как было сказано ранее, на площадке «1» организован палаточный лагерь, однако из-за произрастания на ней сухого фисташково-можжевельного редколесья, уязвимого к антропогенным угрозам рекреационная ёмкость этой территории составляет 0 чел./год.

Таблица 9. Сводная таблица изученных показателей

Номер площадки	Стадия рекреационной дигрессии	Основные причины ослаблений	Плотность дорожно-тропиночной сети, км/га	Суммарный показатель загрязнения почв Zc
1	III	Механические повреждения ветвей, механические повреждения стволов в результате антропогенной деятельности	0,002	Низкий
2	III	Механические повреждения ветвей, механические повреждения стволов в результате антропогенной деятельности	0,0007	Низкий
3	III	Механические повреждения ветвей в результате антропогенной деятельности	0,002	Низкий
4	III	Пожар	0,0007	Низкий
5	III	Механические повреждения ветвей в результате антропогенной деятельности	0,001	Низкий

Выводы

1. В ходе исследования было проведено описание пяти мониторинговых площадок на территории заказника «Мыс Айя» по таким показателям, как описание растительности, степень рекреационной дигрессии, определение содержания тяжёлых металлов в почве, плотность дорожно-тропиночной сети;
2. Все сообщества на пяти исследуемых площадках находятся на III степени рекреационной дигрессии, основной тип воздействия – ландшафтно-деструктивный;
3. Несмотря на то, что для всех исследуемых площадок характерно низкое суммарное загрязнение почв Z_c (<16), оно не равно нулю, что говорит о присутствии влияния антропогенной деятельности на почвенный покров. Также наблюдаются единичные высокие концентрации цинка, свинца и никеля (до уровня ОДК);
4. Четыре из пяти площадок, находящихся на небольшом отдалении от организованного палаточного лагеря, подвержены одним и тем же факторам антропогенного воздействия на древесной – механическому повреждению ветвей, стволов, самовольным рубкам. Отмечено, что с удалением от палаточного лагеря снижается ландшафтно-деструктивное воздействие и начинают преобладать биологические факторы нарушений над антропогенными;
5. Природные комплексы, находящиеся в границах заказника, подвержены схожему антропогенному влиянию, как и комплексы, вне его территории (пл. «5»). Это обуславливает необходимость более строго контроля рекреационной нагрузки на территории заказника;
6. Анализ корки *Pinus brutia* на тяжёлые металлы показал превышение Pb, Zn, Cr над фоновым содержанием. В сравнении со значениями тяжёлых металлов в почве заказника только Zn аккумулируется в корке сосны;
7. Согласно полученным результатам, можно говорить о наличии антропогенного воздействия на заказник «Мыс Айя». Площадки подвержены как ландшафтно-деструктивному воздействию на растительный покров, так и эмиссионному воздействию на почвы и корку *Pinus brutia* вследствие рекреационной деятельности.

Заключение

В результате проведенной оценки воздействия Большой Севастопольской Тропы на заказник «Мыс Айя» можно сделать вывод о том, что присутствуют как положительные, так и отрицательные последствия реализации этого проекта.

Положительное влияние БСТ заключается в улучшении доступности заказника для туристов и развитии туристической инфраструктуры, а также возможности легального организованного отдыха.

Однако наблюдаются и отрицательные последствия реализации этого проекта. В частности, прежде всего, негативное воздействие заключается в повреждении растительного покрова, а именно древостоя. Механические рубки, повреждения ветвей и стволов, а также пожар являются наиболее распространёнными нарушениями. Наблюдается и точечное превышение содержания Zn и Pb в почвах заказника, связанное, скорее всего, с безответственным отношением рекреантов к накоплению отходов.

По мере отдаления от площадки «1», где организован палаточный лагерь, вглубь заказника нарушений становится меньше. Можно сделать вывод, что благодаря сосредоточению большого количества туристов в одном месте, меньше подвергается воздействию остальная территория заказника. Таким образом, заказник выполняет одновременно и природоохранную деятельность, и рекреационные функции.

В заключение, рекомендуется продолжать мониторинг состояния компонентов природной среды заказника и контролировать антропогенное воздействие, выработать нормы посещения заказника туристами. Для определения количества людей, посещающих ООПТ, рекомендуется использовать траплеометрический метод для контроля рекреационной деятельности.

Проводить мониторинговые наблюдения на БСТ следует не реже трех раз в сезон с учётом годового распределения рекреационных нагрузок: конец апреля, в период пиковых значений нагрузки в июле – августе и в конце сентября-начале октября (Каширина, 2018а).

Благодарности

Автор выражает благодарность

- научному руководителю – доценту кафедры геоэкологии СПбГУ, к. геол.-мин. наук Зеленковскому Павлу Сергеевичу;
- лаборатории фиторесурсов отдела биотехнологии и фиторесурсов Федерального исследовательского центра «Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН», а именно заведующей лабораторией фиторесурсов в. н. с., к. б. н. Мильчаковой Наталии Афанасьевне, с. н. с., к. б. н. Александрову Владимиру Владимировичу, м. н. с. Павшенко Дарье Андреевне, м. н. с. Пономаренко Екатерине Сергеевне;
- рецензенту – заведующей отделом экологической паразитологии Федерального исследовательского центра «Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН», в. н. с., к. б. н. Дмитриевой Евгении Вениаминовне;
- Сафарову Александру Ризаевичу, ведущему инженеру лаборатории пробоподготовки и пробообработки ЦТСОП ГГГиП.

Использованные источники

1. Агаркова-Лях И.В., Лях А.М. [Текст] / Условия развития и активность экзогенных геологических процессов на берегах Юго-Западного Крыма от мыса Айя до мыса Сарыч // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Науки о Земле. – 2020. – Т. 20, № 2. – С. 76–85.
2. Александров В. В. и др. [Текст] / КРАСНАЯ КНИГА ГОРОДА СЕВАСТОПОЛЯ. – 2018.
3. Алексеенко В. А., Алексеенко А. В. [Текст] / Химические элементы в геохимических системах. Кларки почв селитебных ландшафтов. – Издательство Южного федерального университета, 2013.
4. Атлас. Автономная республика Крым. [Текст] / Киев – Симферополь: ТНУ им. В.И.Вернадского, Крымский научн. центр НАН и МОН Украины, Ин-т географии НАН Украины, Ин-т передовых технологий, 2003. 80 с.
5. Бондарева Л. В. и др. Проблемы реализации природоохранного законодательства и формирования сети особо охраняемых природных территорий Севастополя [Текст] // Устойчивое развитие особо охраняемых природных территорий. – 2020. – С. 77-88.
6. Бровцына В. С. и др. Создание и обустройство экотроп как необходимое условие развития экологического туризма (пример Большой севастопольской тропы) [Текст] // Научный результат. Технологии бизнеса и сервиса. – 2021. – Т. 7. – №. 1. – С. 3-14.
7. Важов В.И. Агроклиматическое районирование Крыма [Текст] // Труды Государственного Никитского ботанического сада. – 1977. – Т. 71. – С. 92–120.
8. Водяницкий Ю. Н. Тяжелые металлы и металлоиды в почвах. – 2008.
9. Воронина А. Б. Использование ООПТ в туризме: крымский опыт [Текст] // Геополитика и экогеодинамика регионов. – 2019. – Т. 5. – №. 1. – С. 89-110.
10. Голубев В.Н., Корженевский В.В. Методические рекомендации по геоботаническому изучению и классификации растительности Крыма. [Текст] – Ялта: ГНБС, 1985. – 37 с.
11. ГОСТ Р. 56642-2015 Туристские услуги. Экологический туризм. Общие требования //М.: Стандартинформ. – 2016.
12. Грабовский А. В. Анализатор рентгеновский АР-104. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. [Текст] / Особое конструкторское бюро НПО «Рудгеофизика» Малое Государственное предприятие «Гея», Ленинград, 1991 год.
13. Дидух Я.П. Растительный покров Горного Крыма (структура, динамика, эволюция и охрана). [Текст] – К.: Наук. думка, 1992. – 253 с.

14. Дроздов А. В. Исследование рекреационной устойчивости государственного комплексного природного заказника «Дюкинский» [Текст] // ГБПОУ ВО «Муромцевский лесотехнический техникум». –2018. – 72 с.
15. Ежегодный доклад о состоянии и об охране окружающей среды города Севастополя за 2020 год [Текст] / Правительство Севастополя. Главное управление природных ресурсов и экологии города Севастополя (Севприроднадзор). Севастополь, 2020. 111 с.
16. Ежегодный доклад о состоянии и об охране окружающей среды города Севастополя за 2021 год [Текст] / Правительство Севастополя. Главное управление природных ресурсов и экологии города Севастополя (Севприроднадзор). Севастополь, 2021. 311 с.
17. Жуков А.М., Гниненко Ю.И. Развитие лесной фитопатологии и новые угрозы для лесов России [Текст] // Лесохозяйственная информация. – 2014. – №. 4. – С. 13–23
18. Зеленковский П. С. и др. Эколого-геохимические особенности почв заповедника «Опукский» (Республика Крым) и влияние антропогенного фактора на его природно-территориальные комплексы [Текст] // Геология Крыма. – 2021. – С. 126-139.
19. Зингер Е. Ю., Коваленко А. Е. ЛЕСНЫЕ ПОЖАРЫ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ КАК ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ КАТАСТРОФА [Текст] // Безопасность городской среды. – 2021. – С. 183-187.
20. Исигов В.П., Трикоз Н.Н. О причинах усыхания Сосны крымской и Сосны пицундской в Крыму в 2020 году [Текст] // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. – 2021. – №. 138. – С. 50–56.
 - а. 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.;
21. Каширина Е.С. Антропогенные угрозы биogeоценозам заповедных объектов региона Севастополь [Текст] // Биоразнообразие и устойчивое развитие: Тезисы докладов Международной научно-практической конференции (Симферополь, 19-22 мая 2010 г.) – Симферополь, 2010. — С. 149-151.
22. Каширина Е. С. РАЗВИТИЕ ООПТ НА КРЫМСКОМ ПОЛУОСТРОВЕ [Текст] // Экобиологические проблемы Азово-Черноморского региона и комплексное управление биологическими ресурсами. – 2016. – С. 102-104.

23. Каширина Е. С., Голубева Е. И. Природопользование на особо охраняемых природных территориях Крымского полуострова [Текст] // Известия Российской академии наук. Серия географическая. – 2016. – №. 5. – С. 91-97.
24. Каширина Е. С., Новиков А. А. Использование ГИС для расчета рекреационных нагрузок на особо охраняемых природных территориях [Текст] // ИнтерКарто. ИнтерГИС. – 2016. – Т. 22. – №. 2. – С. 174-181.
25. Каширина Е.С. Прибрежные сообщества *Pinus pityusa* Steven в Юго-Западном Крыму: рекреационная нагрузка в реликтовом лесу [Текст] // Материалы IV (XII) Международ. ботанической конф. молодых учёных (Санкт-Петербург, 22–28 апр. 2018 г.). – СПб.: БИН РАН, 2018. – С. 208.
26. Каширина Е. С. Ландшафтно-экологическая оптимизация природопользования на особо охраняемых природных территориях Севастополя. [Текст]: дис. канд. геогр. наук: 25.00.36. – М., 2018а. – 188 с.
27. Киричок Е. И. Онтогенез можжевельника высокого (*Juniperus excelsa* M. Bieb) в редколесьях Черноморского побережья Крыма и Кавказа [Текст] // Russian Journal of Ecosystem Ecology. – 2016. – Т. 1. – №. 3. – С. 1-22.
28. Климатический атлас Крыма. [Текст] - Симферополь: Таврия-Плюс, 2000. - 118 с.
29. Ключкин, А.А. Природа и разнообразие факторов среды территории Опукского природного заповедника [Текст] / А.А. Ключкин // Биология растений и садоводство: теория, инновации. 2006. – №126. – 15 с.;
30. Кобечинская В. Г., Отурина И. П., Ярош О. Б. Пирогенный фактор и его влияние на устойчивость экосистем заповедных территорий [Текст] // Материалы IV международной научно-практической конференции «Заповедники Крыма–2007». Симферополь. – 2007. – Т. 2. – С. 221-226.
31. Кононова Л.А., Подлипский И.И., Зеленковский П.С., Хохряков В.Р. Рассчёт коэффициента суммарного загрязнения в почвах и донных отложениях рекреационной зоны национального парка "Смоленское Поозерье" [Текст] // 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. 2016. – С. 260-262.;
32. Красная книга города Севастополя / И.В. Довгаль и В.В. Корженевский (ред.). – Калининград; Севастополь: ИД «РОСТ–ДОАФК», 2018. – 432 с.

33. Красная книга Краснодарского края. Растения и грибы. III издание / Отв. ред. С.А. Литвинская – Краснодар: Адм. Краснодар. края, 2017. – 850 с.
34. Красная книга Республики Крым. Растения, водоросли и грибы / Отв. ред. д.б.н., проф. А.В. Ена и к.б.н. А.В. Фатерыга. – Симферополь: ООО «ИТ «АРИАЛ», 2015. – 480 с.
35. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы) / сост. Т. В. Абрамова и др.; гл. ред. Ю.П. Трутнев и др.; отв. ред.: Р.В. Камелин, В.С. Новиков. – М.: Т-во науч. изд. КМК, 2008. – 885 с.
36. Мильчакова Н. А. и др. [Текст] / Морские охраняемые акватории Крыма. Научный справочник. – 2015. 312 с.
37. Молчанов Е.Ф., Григоров А.Н., Голубева И.В., Ларина Т.Г., Щербатюк Л.К., Ругузов И.А., Склонная Л.У., Бескаравайный М.М. Высокоможжевеловые леса Крыма и проблемы их охраны [Текст] / Гос. Никит. ботан. сад. – М., 1992. – 296 с. – Деп. в ВИНТИ 30.12.1992, № 3706-В92.
38. Молчанов Е.Ф., Щербатюк Л.К., Голубева И.В., Григоров А.Н. Уникальный природный комплекс нового государственного заказника УССР «Мыс Айя» [Текст] // Природные экосистемы Южного берега Крыма и их охрана. Сб. науч. тр. — Ялта: Никитский ботанический сад. – 1984. – Т. 94 – С. 7–26.
39. 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.
40. Об утверждении Правил санитарной безопасности в лесах: Постановление Правительства РФ N 2047 от 09.12.2020.
41. Опекунова М. Г. и др. Методы физико-химического анализа почв и растений. [Текст] – 2015.
42. Орлов Д. С., Садовникова Л. К., Лозановская И. Н. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении. [Текст] – 2002.
43. 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.;
44. Особо охраняемые природные территории Севастополя / Гл. упр. природ. ресурсов и экологии города Севастополя; редкол.: Ю. А. Гаврилова (пред.), Е. И. Голубева, Е. А. Позаченюк. Симферополь: Ариал, 2020. 140 с.
45. Плугатарь Ю.В., Швец Ю.П., Курпас С.В., Папельбу В.В. Влияние рекреации на отдельные компоненты лесных биогеоценозов [Текст] // Науковий вісник НУБіП

- України. Лісівництво. Декоративне садівництво / Редкол.: Д.О. Мельничук (відп. ред.) та ін. – К., 2009. – Вип. 135. – С. 31–39.
46. Плугатарь Ю. В. и др. Типологическая структура и продуктивность сосновых лесов Горного Крыма [Текст] // Биология растений и садоводство: теория, инновации. – 2019. – №. 152. – С. 26-35.
47. Плугатарь Ю.В. Леса Крыма: монография. [Текст] – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2015. – 368 с.
48. Подгорный Ю.К. Аннотированный каталог сосен арборетума Никитского ботанического сада. [Текст] / Ялта, 1977. 47 с.
49. Подгорный Ю.К. Географическая изменчивость роста сосны пицундской [Текст] // Лесоведение, 1973. №5. С. 40-44.
50. Подгородецкий П. Д., Кудрявцев В. Б. География Крыма [Текст] // Симферополь: Крымчпедиз. – 1995.
51. Позаченюк Е. А. и др. Состояние особо охраняемых природных территорий города федерального значения Севастополя [Текст] // Геополитика и экогеодинамика регионов. – 2020. – Т. 6. – №. 2.
52. Позаченюк Е. А. Ландшафтное разнообразие Крыма [Текст] // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. География. Геология. – 2015. – Т. 1. – №. 4. – С. 37-50.
53. Позаченюк Е. А., Панкеева Т. В. Геоэкологическая экспертиза административных территорий. [Текст] / Большой Севастополь: Бизнес-Информ, 2008. 296 с.
54. Поляков А. Ф., Плугатарь Ю. В. Лесные формации Крыма и их экологическая роль. [Текст] – 2009.
55. Поляков, А.Ф., Каплюк, Л.Ф., Савич, Е.И., Рудь, А.Г. Рекреационное лесопользование в Горном Крыму [Текст] / А.Ф. Поляков, Л.Ф. Каплюк, Е.И. Савич, А.Г. Рудь // Рекреационное лесопользование в СССР. — М.: Наука, 1983. — С. 95-103.
56. Ревина Я. С. Актуализация среднemasштабной почвенной карты южного берега Крыма [Текст] // Выпускная квалификационная работа. – 2018. 137 с.
57. Региональный доклад о состоянии окружающей природной среды в автономной республике Крым в 2013 г., [Текст] — Симферополь: Рескомприроды Крыма, 2014. — 136 с.
58. 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;

59. Сает, Ю.Е. Геохимия окружающей среды [Текст] / Ю.Е. Сает, 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.;
60. СанПин 1.2.3685-21. «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». 2021. 1153 с.
61. Теплая Г. А. Тяжелые металлы как фактор загрязнения окружающей среды (обзор литературы) [Текст] // Астраханский вестник экологического образования. – 2013. – №. 1 (23). – С. 182-192.
62. Терехова А.В, Зеленковский П.С., Подлипский И.И., Хохряков В.Р. Определение фоновых содержаний тяжелых металлов в почвах и донных осадках центральной части национального парка «Смоленское Поозерье» [Текст] // 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. 2017. – С. 67-74;
63. Тягнирядно В. В. Оценка рекреационной нарушенности травяного покрова высокоможжевеловых лесов западной части Южного берега Крыма [Текст] // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. – 2008. – №. 96. – С. 29–35.
64. Фатерыга В.В. Состояние высокоможжевеловых лесов Южного берега Крыма при различной рекреационной нагрузке [Текст] // Заповедники Крыма: теория, практика и перспективы заповедного дела в Черноморском регионе: Материалы V междунар. науч.-практич. конф. / Симферополь (22–23 октября 2009 г.). – Симферополь, 2009. – С. 245–249.
65. Черненко Т. В. Закономерности аккумуляции тяжелых металлов сосной обыкновенной в фоновых и техногенных местообитаниях [Текст] // Лесоведение. – 2004. – №. 2. – С. 25-35.
66. Шеляг-Сосонко Ю.Р., Дидух Я.П., Молчанов Е.Ф. [Текст] Государственный заповедник "Мыс Мартыан". – Киев: Наук. думка, 1985. – 260 с.: ил.
67. Шиловская Э. А. Возобновление *Pistacia atlantica* desf в Горном Крыму [Текст] / Э. А. Шиловская // Сборник научных трудов ГНБС . – 2018. – Т.147. – С.71–73.
68. Шляхова П. С., Матушевская Е. А. Туристический кластер Крыма: современное состояние и перспективы развития [Текст] // Крымский научный вестник. – 2018. – №. 3. – С. 15-23.

69. Щербенко Т. А. и др. Поглощение элементов питания и тяжелых металлов сосной в условиях атмосферного загрязнения [Текст] // Вестник Московского университета. Серия 17. Почвоведение. – 2008. – №. 2. – С. 9-16.

Электронные источники

70. Министерство курортов и туризма Республики Крым [Электронный ресурс] URL: <https://mtur.rk.gov.ru/ru/article/show/2506> (Дата обращения 17.03.2023)
71. Большая Севастопольская тропа [Электронный ресурс] URL: <https://bst-sev.ru/>. (Дата обращения 12.02.2023)
72. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2020 году» [Электронный ресурс] URL: <https://www.mnr.gov.ru/upload/iblock/60f/%D0%94%D0%BE%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D0%B4%20%D0%9E%D0%9E%D0%A1%202020.pdf>. (Дата обращения: 02.04.2022).
73. ООПТ России [Электронный ресурс] URL: <http://oopt.aari.ru/>. (Дата обращения 12.02.2023)
74. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 20.09.2019 года №2129-р «Стратегия развития туризма в Российской Федерации на период до 2035 г.» [Электронный ресурс] URL: <https://tourism.gov.ru/upload/iblock/298/Стратегия%20развития%20туризма%20на%20период%20до%202035%20года.pdf>. (Дата обращения: 01.04.2022).
75. Яндекс картинки [Электронный ресурс] URL: <https://yandex.ru/images/>. (Дата обращения 03.04.2023)

Иностранные источники

76. Jarque C. M., Bera A. K. Efficient tests for normality, homoscedasticity and serial independence of regression residuals [Текст] // Economics letters. – 1980. – Т. 6. – №. 3. – С. 255-259.
77. Robson A.D. Zinc in soil and plants. [Текст]. Klumer Acad. Publ. Australia, 1993. 320 p.
78. Türkan I. et al. Comparison of moss and bark samples as biomonitors of heavy metals in a highly industrialised area in Izmir, Turkey [Текст] // Science of the total environment. – 1995. – Т. 166. – №. 1-3. – С. 61-67.
79. Liu, Z. Prediction of high-risk areas of soil heavy metal pollution with multiple factors on a large scale in industrial agglomeration areas [Текст] / Z. Liu, Y. Fei, H. Shi, L. Mo, J. Qi // Science of The Total Environment. – V.808. – 2022. – 12 p.;
80. Sharma R. K. Biological effects of heavy metals: an overview [Текст] / R. K. Sharma, M. Agrawal // Journal of environmental Biology. – 2005. – Т. 26. – №. 2. – С. 301-313.

Приложения

Приложение 1

Полученные значения содержаний тяжелых металлов на площадках «1», «2», «3», «4», «5» в заказнике «Мыс Айя» рентгенофлуоресцентным методом

Площадка	№ пробы	Pb мг/кг	Zn мг/кг	Cu мг/кг	Ni мг/кг	Cr мг/кг
1	1	41	74	30	34	70
1	2	57	164	48	33	65
1	3	62	221	40	29	67
1	4	93	120	61	59	63
1	5	39	94	29	37	55
1	6	37	75	20	51	52
1	7	65	137	41	53	58
1	8	57	89	32	41	74
1	9	58	99	31	53	76
1	10	53	73	27	54	49
1	11	38	54	22	62	54
1	12	54	93	47	44	59
1	13	44	81	39	45	67
1	14	55	107	41	44	50
2	1	110	122	52	64	79
2	2	164	103	44	66	75
2	3	137	106	35	60	83
2	4	60	84	35	90	100
2	5	59	98	44	110	126
2	6	58	87	41	79	119
2	7	75	123	37	74	98
2	8	68	99	32	61	103
2	9	63	88	30	72	109
2	10	59	86	31	67	101
2	11	73	117	30	80	96
2	12	69	99	39	84	129
2	13	57	112	33	81	136
2	14	87	103	34	82	96
3	1	54	76	41	67	82
3	2	56	82	42	73	74
3	3	58	73	39	51	84
3	4	38	69	41	71	78
3	5	56	83	33	55	80

3	6	58	80	40	68	80
3	7	68	126	54	47	74
3	8	58	151	41	73	82
3	9	49	90	55	79	86
3	10	73	109	44	79	85
3	11	55	93	37	74	89
3	12	49	78	39	55	74
3	13	57	90	61	54	73
3	14	50	52	35	57	72
4	1	54	68	43	64	61
4	2	56	71	42	56	59
4	3	57	100	43	85	79
4	4	53	63	43	72	62
4	5	67	112	46	74	71
4	6	67	89	46	69	82
4	7	54	55	58	45	68
4	8	50	61	41	49	73
4	9	56	75	41	53	65
4	10	50	77	51	58	82
4	11	60	67	36	42	61
4	12	67	72	47	54	66
4	13	50	66	31	42	61
4	14	57	71	38	61	74
5	1	87	79	41	62	81
5	2	76	101	47	94	70
5	3	93	91	50	75	82
5	4	65	62	33	74	72
5	5	75	79	39	57	66
5	6	53	66	31	62	82
5	7	103	100	50	75	62
5	8	56	87	41	82	80
5	9	63	89	56	51	75
5	10	78	82	56	56	73
5	11	91	90	52	44	84
5	12	64	85	43	51	75
5	13	57	78	47	66	77
5	14	66	77	51	54	69

Приложение 2

Результаты вычисления суммарного показателя загрязнения почв Zc

Проба	№	Pb ppm	Zn ppm	Cu ppm	Ni ppm	Cr ppm	Kci Pb	Kci Zn	Kci Cu	Kci Ni	Kci Cr	Сумма Kci	Zc
1	1	41	74	30	34	70	1,02429	1,038994	1,188775	1,022394	1,037872	5,3	0,3
1	2	57	164	48	33	65	1,433455	2,31228	1,928764	0,999938	0,97702	5,7	2,7
1	3	62	221	40	29	67	1,538827	3,105695	1,585292	0,876239	1,006179	7,2	3,2
1	4	93	120	61	59	63	2,320382	1,685562	2,442058	1,78327	0,937502	8,2	4,2
1	5	39	94	29	37	55	0,981147	1,326303	1,160663	1,124416	0,816038	3,6	0,6
1	6	37	75	20	51	52	0,918486	1,059219	0,804346	1,554007	0,77956	2,6	0,6
1	7	65	137	41	53	58	1,636917	1,922938	1,622667	1,614471	0,861376	6,8	2,8
1	8	57	89	32	41	74	1,413831	1,249926	1,292788	1,237115	1,109017	6,3	1,3
1	9	58	99	31	53	76	1,441015	1,392589	1,256799	1,607371	1,131734	6,8	1,8
1	10	53	73	27	54	49	1,335698	1,024047	1,089662	1,627792	0,726019	5,1	1,1
1	11	38	54	22	62	54	0,958477	0,758418	0,898893	1,871984	0,801693	1,9	0,9
1	12	54	93	47	44	59	1,340046	1,30378	1,892616	1,327489	0,879262	5,9	1,9
1	13	44	81	39	45	67	1,112486	1,136388	1,556779	1,361073	0,99586	5,2	1,2
1	14	55	107	41	44	50	1,364291	1,513165	1,650962	1,322541	0,740558	3,2	1,2
2	1	110	122	52	64	79	2,7443	1,713829	2,064545	1,93004	1,177958	9,6	4,6
2	2	164	103	44	66	75	4,094178	1,447953	1,778177	2,013684	1,12432	10,5	5,5
2	3	137	106	35	60	83	3,422459	1,492182	1,410383	1,824054	1,234983	9,4	4,4
2	4	60	84	35	90	100	1,497823	1,17713	1,417627	2,727826	1,497582	8,3	3,3
2	5	59	98	44	110	126	1,48419	1,376445	1,768226	3,332661	1,879953	9,8	4,8
2	6	58	87	41	79	119	1,445478	1,218679	1,628387	2,39557	1,772302	8,5	3,5
2	7	75	123	37	74	98	1,885161	1,735021	1,475631	2,251618	1,457838	8,8	3,8
2	8	68	99	32	61	103	1,705679	1,390638	1,268834	1,855001	1,53372	7,8	2,8
2	9	63	88	30	72	109	1,576119	1,241156	1,193585	2,188609	1,630588	7,8	2,8
2	10	59	86	31	67	101	1,48295	1,210509	1,227405	2,03333	1,507029	7,5	2,5
2	11	73	117	30	80	96	1,835016	1,654473	1,197082	2,411585	1,426459	8,5	3,5
2	12	69	99	39	84	129	1,727148	1,39631	1,5504	2,550202	1,926729	9,2	4,2
2	13	57	112	33	81	136	1,433084	1,572023	1,304887	2,467866	2,030633	8,8	3,8

2	14	87	103	34	82	96	2,172694	1,452965	1,377642	2,486828	1,437481	8,9	3,9
3	1	54	76	41	67	82	1,351001	1,076175	1,646473	2,019788	1,225433	7,3	2,3
3	2	56	82	42	73	74	1,409076	1,150145	1,680363	2,222005	1,105978	7,6	2,6
3	3	58	73	39	51	84	1,447419	1,028809	1,551605	1,530789	1,248544	6,8	1,8
3	4	38	69	41	71	78	0,943761	0,976411	1,64394	2,159702	1,168277	5,0	2,0
3	5	56	83	33	55	80	1,394001	1,168583	1,305856	1,660042	1,187865	6,7	1,7
3	6	58	80	40	68	80	1,450498	1,130028	1,613413	2,066787	1,20028	7,5	2,5
3	7	68	126	54	47	74	1,702615	1,77568	2,16142	1,416132	1,109658	8,2	3,2
3	8	58	151	41	73	82	1,442577	2,121686	1,647726	2,208884	1,223515	8,6	3,6
3	9	49	90	55	79	86	1,221329	1,270566	2,181289	2,396877	1,285799	8,4	3,4
3	10	73	109	44	79	85	1,813217	1,538822	1,744202	2,404338	1,266431	8,8	3,8
3	11	55	93	37	74	89	1,369046	1,307185	1,470885	2,241339	1,330683	7,7	2,7
3	12	49	78	39	55	74	1,221113	1,104949	1,54573	1,67439	1,097969	6,6	1,6
3	13	57	90	61	54	73	1,429497	1,264771	2,444799	1,637415	1,08585	7,9	2,9
3	14	50	52	35	57	72	1,25669	0,733418	1,389252	1,738849	1,077984	5,5	2,5
4	1	54	68	43	64	61	1,357172	0,951214	1,733816	1,931595	0,915204	5,0	2,0
4	2	56	71	42	56	59	1,404804	0,994575	1,699351	1,683811	0,883961	5,8	1,8
4	3	57	100	43	85	79	1,435353	1,412036	1,718166	2,568543	1,184946	8,3	3,3
4	4	53	63	43	72	62	1,33522	0,890925	1,717531	2,177934	0,925917	5,2	2,2
4	5	67	112	46	74	71	1,663413	1,578234	1,835949	2,250238	1,055076	8,4	3,4
4	6	67	89	46	69	82	1,679639	1,257277	1,840905	2,077022	1,218241	8,1	3,1
4	7	54	55	58	45	68	1,341513	0,777513	2,331327	1,369094	1,01606	6,1	2,1
4	8	50	61	41	49	73	1,240427	0,856275	1,654856	1,485737	1,09377	5,5	1,5
4	9	56	75	41	53	65	1,389694	1,055725	1,653831	1,605775	0,977611	5,7	1,7
4	10	50	77	51	58	82	1,247643	1,085011	2,021629	1,748091	1,223772	7,3	2,3
4	11	60	67	36	42	61	1,501043	0,947674	1,429247	1,283049	0,910805	4,2	1,2
4	12	67	72	47	54	66	1,679352	1,01529	1,87255	1,637841	0,983052	7,2	2,2
4	13	50	66	31	42	61	1,254691	0,935284	1,227342	1,284006	0,917015	3,8	0,8
4	14	57	71	38	61	74	1,420299	1,001884	1,516154	1,846415	1,104302	6,9	1,9

5	1	87	79	41	62	81	2,181464	1,107354	1,634596	1,893919	1,214089	8,0	3,0
5	2	76	101	47	94	70	1,907684	1,427642	1,888615	2,841528	1,037985	9,1	4,1
5	3	93	91	50	75	82	2,334998	1,281637	2,000157	2,273214	1,226907	9,1	4,1
5	4	65	62	33	74	72	1,625675	0,871015	1,315096	2,242997	1,075799	6,3	2,3
5	5	75	79	39	57	66	1,868774	1,113771	1,575994	1,731176	0,979507	6,3	2,3
5	6	53	66	31	62	82	1,319392	0,932193	1,249075	1,891146	1,228736	5,7	1,7
5	7	103	100	50	75	62	2,563863	1,415284	2,015867	2,282377	0,926247	8,3	4,3
5	8	56	87	41	82	80	1,409561	1,227468	1,621986	2,494903	1,198017	8,0	3,0
5	9	63	89	56	51	75	1,585385	1,253811	2,234928	1,559747	1,115319	7,7	2,7
5	10	78	82	56	56	73	1,960848	1,151786	2,255837	1,710988	1,096158	8,2	3,2
5	11	91	90	52	44	84	2,263229	1,261663	2,081795	1,322433	1,252131	8,2	3,2
5	12	64	85	43	51	75	1,612267	1,193654	1,717274	1,548991	1,121865	7,2	2,2
5	13	57	78	47	66	77	1,433645	1,096667	1,878047	2,002978	1,153412	7,6	2,6
5	14	66	77	51	54	69	1,650136	1,089394	2,034482	1,623065	1,027488	7,4	2,4

Место Инжир Дата 06.07.22 квартал лесничества 54 ООПТ Мыс Айя

Площадка № 1 Площадь 30x30

Древесный ярус. Общее проективное покрытие 80% Сомкнутость крон 50 %

Количество стволов 65

Кустарниковый ярус. Общее проективное покрытие 10% кол-во видов 1

Травянистый ярус. Общее проективное покрытие 30% кол-во видов 22

пырей удлиненный *Elytrigia nodosa* 3 %; чий костёровидный *Achnatherum bromoides* 20 %

Лесная подстилка: общее проективное покрытие подстилки 20%;

Максимальная 1 см и минимальная толщина 0 см.

Описание состояния биотопа

Рекреационная нагрузка 0.7 (РД=1- ОПП травянистого яруса в долях)

Рекреационная дигрессия III стадия

Санитарное состояние фитоценоза, стадии замусоривания (отметить нужное): **I - замусоренность практически отсутствует, кострищ нет (1 кострище, небольшое, старое);** **II** - слабое диффузное замусоривание, 1-2 мусорные ямы на 1 га, единичные кострища; **III** - среднее и сильное диффузное замусоривание, 2-3 мусорные ямы и 2-3 кострища на 1 га, единичные свалки мусора; **IV** - сильное диффузное замусоривание, более трех мусорных ямы и кострищ на 1 га, свалки

Общие причины ослабления, повреждения насаждений (отметить нужное - сильное, слабое):

Рекреационная нагрузка	
Стихийные одиночные и групповые палаточные лагеря	-
Организованные одиночные и групповые палаточные лагеря	Сильно
Стихийный пешеходный маршрут	-
Утверждённый пешеходный маршрут (БСТ)	Сильно
Стихийный веломаршрут или мотомаршрут	-
Утверждённый веломаршрут или мотомаршрут	-
Вытаптывание	Сильно
Тропинки	Сильно
Дороги	Близко дорога
Сгребание подстилки	Сильно
Самовольные рубки, сломы	Слабо
Загрязнение леса бытовыми отходами	-
Уплотнение почвы	Сильно
Другие нарушение почвенного покрова (антропогенного характера)	-
Повреждения домашними животными, прогон и пастьба скота	-
Загрязнение почвы (антропогенного характера)	Сильно
Загрязнение грунтовых вод (антропогенного характера)	-
Сельскохозяйственная деятельность	-
Строительная деятельность	-
Лесохозяйственная и лесопромышленная деятельность	-
Лесные пожары: низовой <u> </u> верховой год <u> </u> причина <u> </u>	-

Место Инжир Дата 23.06.2022 квартал лесничества 54 ООПТ Мыс Айя

Площадка № 2 Площадь 30x30

Древесный ярус. Общее проективное покрытие 80% Сомкнутость крон 30%

Кустарниковый ярус. Общее проективное покрытие 1% кол-во видов 1

Травянистый ярус. Общее проективное покрытие 20% кол-во видов 7

проективное покрытие

пырей удлиненный Elytrigia nodosa 5 %; чий костёровидный Achnatherum bromoides 5 %

Лесная подстилка: общее проективное покрытие подстилки 50%;

Максимальная 4 см и минимальная толщина 0.5 см.

Описание состояния биотопа

Рекреационная нагрузка 0.8 (РД=1- ОПП травянистого яруса в долях)

Рекреационная дигрессия III стадия

Санитарное состояние фитоценоза, стадии замусоривания (отметить нужное): I-

замусоренность практически отсутствует, кострищ нет (1 небольшое кострище); II -

слабое диффузное замусоривание, 1-2 мусорные ямы на 1 га, единичные кострища; III -

среднее и сильное диффузное замусоривание, 2-3 мусорные ямы и 2-3 кострища на 1 га,

единичные свалки мусора; IV - сильное диффузное замусоривание, более трех мусорных

ямы и кострищ на 1 га, свалки

Общие причины ослабления, повреждения насаждений (отметить нужное - сильное, слабое):

Рекреационная нагрузка	Слабое
Стихийные одиночные и групповые палаточные лагеря	-
Организованные одиночные и групповые палаточные лагеря	-
Стихийный пешеходный маршрут	-
Утверждённый пешеходный маршрут (БСТ)	Сильно
Стихийный веломаршрут или мотомаршрут	-
Утверждённый веломаршрут или мотомаршрут	-
Вытаптывание	Сильно
Тропинки	Много
Дороги	-
Стребание подстилки	-
Самовольные рубки, сломы	Слабо
Загрязнение леса бытовыми отходами	-
Уплотнение почвы	Слабо
Другие нарушения почвенного покрова (антропогенного характера)	-
Повреждения домашними животными, прогон и пастьба скота	-
Загрязнение почвы (антропогенного характера)	Сильно
Загрязнение грунтовых вод (антропогенного характера)	-
Сельскохозяйственная деятельность	-
Строительная деятельность	-
Лесохозяйственная и лесопромышленная деятельность	-
Лесные пожары: низовой <u> </u> верховой <u> </u> год <u> </u> причина <u> </u>	?

Место Инжир Дата 06.07.22 квартал лесничества 67 ООПТ Мыс Айя

Площадка № 3 Площадь 30x30

Древесный ярус. Общее проективное покрытие 60% Сомкнутость крон 20%

Количество стволов 27

Кустарниковый ярус. Общее проективное покрытие 5% кол-во видов 1

Травянистый ярус. Общее проективное покрытие 20% кол-во видов 7

проективное покрытие

пырей удлиненный Elytrigia nodosa 5%; чий костёровидный Achnatherum bromoides 5%

Лесная подстилка: общее проективное покрытие подстилки 40%;

Максимальная 2 см и минимальная толщина 0.1 см.

Описание состояния биотопа

Рекреационная нагрузка 0,8 (РД=1- ОПП травянистого яруса в долях)

Рекреационная дигрессия III стадия

Санитарное состояние фитоценоза, стадии замусоривания (отметить нужное): **I** - замусоренность практически отсутствует, кострищ нет; **II** - слабое диффузное замусоривание, 1-2 мусорные ямы на 1 га, единичные кострища; **III** - среднее и сильное диффузное замусоривание, 2-3 мусорные ямы и 2-3 кострища на 1 га, единичные свалки мусора; **IV** - сильное диффузное замусоривание, более трех мусорных ямы и кострищ на 1 га, свалки

Общие причины ослабления, повреждения насаждений (отметить нужное - сильное, слабое):

Рекреационная нагрузка	Сильно
Стихийные одиночные и групповые палаточные лагеря	Сильно
Организованные одиночные и групповые палаточные лагеря	Слабо
Стихийный пешеходный маршрут	-
Утверждённый пешеходный маршрут (БСТ)	Сильно
Стихийный веломаршрут или мотомаршрут	-
Утверждённый веломаршрут или мотомаршрут	-
Вытаптывание	Сильно
Тропинки	-
Дороги	-
Сгребание подстилки	Средне
Самовольные рубки, сломы	Средне
Загрязнение леса бытовыми отходами	Слабо
Уплотнение почвы	Сильно
Другие нарушения почвенного покрова (антропогенного характера)	Средне
Повреждения домашними животными, прогон и пастьба скота	-
Загрязнение почвы (антропогенного характера)	Слабо
Загрязнение грунтовых вод (антропогенного характера)	-
Сельскохозяйственная деятельность	-
Строительная деятельность	-
Лесохозяйственная и лесопромышленная деятельность	-
Лесные пожары: низовой <u> </u> верховой <u> </u> год <u> </u> причина <u> </u>	-

Место Инжир Дата 05.08.2022 квартал лесничества 67 ООПТ Мыс Айя
 Площадка № 4 Площадь 30*30
Древесный ярус. Общее проективное покрытие 80% Сомкнутость крон 10%
 Количество стволов 14
Кустарниковый ярус. Общее проективное покрытие 1 % кол-во видов 3
Травянистый ярус. Общее проективное покрытие 20 % кол-во видов 10
 проективное покрытие
пырей удлиненный *Elytrigia nodosa* 3%; чий костёровидный *Achnatherum bromoides* 5%
Лесная подстилка: общее проективное покрытие подстилки 40 %;
 Максимальная 20 см и минимальная толщина 0 см

Описание состояния биотопа

Рекреационная нагрузка 0.8 (РД=1- ОПП травянистого яруса в долях)

Рекреационная дигрессия III стадия

Санитарное состояния фитоценоза, стадии замусоривания (отметить нужное): **I** - замусоренность практически отсутствует, кострищ нет; **II** - слабое диффузное замусоривание, 1-2 мусорные ямы на 1 га, единичные кострища; **III** - среднее и сильное диффузное замусоривание, 2-3 мусорные ямы и 2-3 кострища на 1 га, единичные свалки мусора; **IV** - сильное диффузное замусоривание, более трех мусорных ямы и кострищ на 1 га, свалки

Общие причины ослабления, повреждения насаждений (отметить нужное - сильное, слабое):

Рекреационная нагрузка	Средне
Стихийные одиночные и групповые палаточные лагеря	Средне
Организованные одиночные и групповые палаточные лагеря	-
Стихийный пешеходный маршрут	Сильно
Утверждённый пешеходный маршрут (БСТ)	Сильно
Стихийный веломаршрут или мотомаршрут	-
Утверждённый веломаршрут или мотомаршрут	-
Вытаптывание	-
Тропинки	Слабо
Дороги	-
Сгребание подстилки	Слабо
Самовольные рубки, сломы	-
Загрязнение леса бытовыми отходами	-
Уплотнение почвы	Сильно
Другие нарушение почвенного покрова (антропогенного характера)	-
Повреждения домашними животными, прогон и пастьба скота	-
Загрязнение почвы (антропогенного характера)	Слабо
Загрязнение грунтовых вод (антропогенного характера)	-
Сельскохозяйственная деятельность	-
Строительная деятельность	-
Лесохозяйственная и лесопромышленная деятельность	-
Лесные пожары: верховой год причина	

Место Золотой пляж, серая скала Дата 05.08.2022 квартал лесничества __ ООПТ Мыс Айя
 Площадка № 5 Площадь 30*30
Древесный ярус. Общее проективное покрытие 50% Сомкнутость крон 40%
 Количество стволов 30
Кустарниковый ярус. Общее проективное покрытие 2 % без можжевельника кол-во видов 3
Травянистый ярус. Общее проективное покрытие 20 % кол-во видов 9
 проективное покрытие
пырей удлинённый *Elytrigia nodosa* 1 %; чий костёровидный *Achnatherum bromoides* 3 %
Лесная подстилка: общее проективное покрытие подстилки 40 %;
 Максимальная 3 см и минимальная толщина 0 см

Описание состояния биотопа

Рекреационная нагрузка 0.8 (РД=1- ОПП травянистого яруса в долях)

Рекреационная дигрессия III стадия

Санитарное состояние фитоценоза, стадии замусоривания (отметить нужное): **I - замусоренность практически отсутствует, кострищ нет; II - слабое диффузное замусоривание, 1-2 мусорные ямы на 1 га, единичные кострища; III - среднее и сильное диффузное замусоривание, 2-3 мусорные ямы и 2-3 кострища на 1 га, единичные свалки мусора; IV - сильное диффузное замусоривание, более трех мусорных ямы и кострищ на 1 га, свалки**

Общие причины ослабления, повреждения насаждений (отметить нужное - сильное, слабое):

Рекреационная нагрузка	Слабо
Стихийные одиночные и групповые палаточные лагеря	-
Организованные одиночные и групповые палаточные лагеря	-
Стихийный пешеходный маршрут	-
Утверждённый пешеходный маршрут (БСТ)	Слабо
Стихийный веломаршрут или мотомаршрут	-
Утверждённый веломаршрут или мотомаршрут	-
Вытаптывание	Слабо
Тропинки	Слабо
Дороги	-
Сгребание подстилки	Средне
Самовольные рубки, сломы	-
Загрязнение леса бытовыми отходами	-
Уплотнение почвы	Средне
Другие нарушения почвенного покрова (антропогенного характера)	Средне
Повреждения домашними животными, прогон и пастьба скота	-
Загрязнение почвы (антропогенного характера)	-
Загрязнение грунтовых вод (антропогенного характера)	-
Сельскохозяйственная деятельность	-
Строительная деятельность	-
Лесохозяйственная и лесопромышленная деятельность	-
Лесные пожары: верховой год _____ причина _____	

Условные обозначения причин ослаблений, повреждения насаждений

1 Антропогенные факторы

- 11 Механические повреждения стволов в результате антропогенной деятельности
- 12 Механические повреждения крон в результате антропогенной деятельности
- 13 Механические повреждения ветвей в результате антропогенной деятельности
- 14 Механические повреждения корней в результате антропогенной деятельности
- 15 Самовольные рубки
- 16 Неправильное проведение рубок ухода
- 17 Повреждение при сборе плодов
- 18 Повреждение стволов домашними животными
- 19 Повреждение корней домашними животными
- 120 Резкое изменение светового режима в результате антропогенного воздействия (рубки, сломы, установка палаток и т.п.)

2 Повреждения насекомыми

- 21 Повреждение почек, плодов и семян
- 22 Повреждение листьев насекомыми
- 23 Заселение стволов насекомыми
- 24 Повреждение ветвей
- 25 Повреждение корней

3 Поражение болезнями леса

- 31 Болезни хвой (листьев)
- 32 Некрозно-раковые заболевания ветвей
- 33 Ведьмины метлы
- 34 Омела
- 35 Можжевельягодник – *Arceuthobium oxycedri*
- 36 Разрастания, наплывы на стволах
- 37 Гнили стволовые
- 38 Поражение губкой
- 39 Поражение трутовиком
- 310 Гнили корневые
- 311 Поражение шишек, плодов и семян болезнями

4 Повреждение дикими животными и грызунами

- 41 Повреждение ветвей дикими животными
- 42 Повреждение стволов дикими животными
- 43 Повреждение корней дикими животными
- 44 Повреждение корней грызунами
- 45 Повреждение шишек, плодов и семян дикими животными

5 Непатогенные факторы

- 51 Межвидовая конкуренция
- 52 Внутривидовая конкуренция
- 53 Затенение
- 54 Охлест
- 55 Ошмыг

6 Неблагоприятные почвенно-климатические факторы

- 61 Механическое повреждение крон под воздействием почвенно-климатических факторов
- 62 Резкое изменение светового режима под воздействием почвенно-климатических факторов
- 63 Изменение уровня грунтовых вод под воздействием почвенно-климатических факторов
- 65 Оползни
- 66 Неблагоприятные условия произрастания
- 67 Бедные почвы
- 68 Эрозия ветровая, водная
- 69 Засоление почвы
- 610 Близкое залегание корннепроницаемых горизонтов
- 611 Засыпание почвой

- 7 Неблагоприятные погодные условия**
- 71 Воздействие низких температур (морозы, заморозки)
- 72 Воздействие высоких температур
- 73 Недостаток увлажнения, засуха
- 74 Стихийные бедствия
- 75 Воздействия сильных шквалистых и ураганных ветров
- 76 Поражение молнией
- 77 Другие аномальные погодные условия

Приложение 5

Условные обозначения повреждений кроны, листвы, ствола, корней

КРОНА

- 01 Деформация побегов
- 02 Усыхание менее 1/4 ветвей в кроне
- 03 Усыхание от 1/4 до 1/2 ветвей в кроне
- 04 Усыхание от 1/2 до 3/4 ветвей в кроне
- 05 Усыхание более 3/4 ветвей в кроне
- 06 Усыхание вершины м 1/3 длины кроны
- 07 Усыхание вершины от 1/3 до 2/3 длины кроны
- 08 Усыхание вершины более 2/3 длины кроны
- 09 Повреждение ветвей менее 3/4
- 010 Повреждение ветвей более 3/4
- 011 Вторичная крона
- 012 Многовершинность
- 013 Наличие паразитирующих растений на ветвях - единично
- 014 Наличие паразитирующих растений на ветвях - умеренное кол-во
- 015 Наличие паразитирующих растений на ветвях - много
- 016 Флагообразная крона
- 017 Ажурность кроны
- 018 Опадение побегов
- 019 Водяные побеги
- 0191 Ожог менее 3/4 кроны
- 021 Ожог более 3/4 кроны

ЛИСТВА

- 020 Преждевременный листопад
- 021 Поражение листвы (хвой) до 1/3 кроны
- 022 Поражение листвы (хвой) от 1/3 до 2/3 кроны
- 023 Поражение листвы (хвой) более 2/3 кроны
- 024 Повреждение листвы (хвой) (град, охлест, обдирание и т.п.)
- 025 Деформация листвы (хвой)
- 026 Дехромация (обесцвечивание) листвы (хвой) патологическая менее 25%
- 027 Дехромация листвы (хвой) патологическая 25-50%
- 028 Дехромация листвы (хвой) патологическая 51-75%
- 029 Дехромация листвы (хвой) патологическая более 75%

СТВОЛ

- 030 Деформация стволов
- 033 Трещина ствола менее 1/3 диаметра
- 034 Трещина ствола более 1/3 диаметра
- 035 Расщепление ствола в верхней части
- 036 Расщепление ствола у комля
- 037 Сухобочины, подсушины
- 038 Морозобоины
- 039 Механические повреждения ствола в области кроны- менее 2/3 окружности ствола
- 040 Механические повреждения ствола в области кроны - более 2/3 окружности ствола
- 041 Механические повреждения ствола под кроной - менее 2/3 окружности ствола
- 042 Механические повреждения ствола под кроной - более 2/3 окружности ствола
- 044 Наклон ствола более 10°
- 045 Дугообразный изгиб ствола
- 57 Ожог стволов (камбий не поврежден)
- 58 Ожог стволов (камбий поврежден менее 3/4 окружности ствола)
- 510 Ожог стволов (камбий поврежден более 3/4 окружности ствола)
- 031 Слом ствола в области кроны
- 032 Слом ствола под кроной
- 060 Смолотечение

КОРНИ

- 047 Механические повреждения корней - менее 3/4 корневых лап
- 048 Механические повреждения корней - более 3/4 корневых лап
- 53 Ожог корней - более 3/4 корневых лап
- 54 Ожог корней - менее 3/4 корневых лап
- 55 Ожог корневой шейки - менее 3/4 окружности
- 56 Ожог корневой шейки - б 3/4 окр
- 049 Обрыв корней (вывал)
- 043 Вывал деревьев под действием шквалистых и ураганных ветров
- 513 Вывал деревьев в результате воздействия лесных пожаров
- 514 Засыпание

Отмеченные повреждения и причины ослабления древостоя на площадке «1» 06.07.2022

№ дерева	Вид дерева	Стадия (im, v, g)	Наличие шишек (+, ++, +++)	Категория состояния	Повреждения: крона, листва, ствол, корни)	Причины ослабления, повреждения насаждений
1	МВ	gg	++	2	03, 09, 021, 039	13, 15, 52, 53, 54, +
2	МВ	gg	-	2	02, 09, 021	11, 13, 52, 53, 54, +
3	МВ	g	+	2	01, 02, 09, 012, 021	13, 52, 53, 54
4	МВ	g	+	2	09, 021, 033	13, 52, 53, 54
5	МВ	g	+	4	04, 08, 09, 016, 017, 021, 031	11, 13, 51, 52, 53, 54
6	МВ	g	+++	1	021	13, 15, 23
7	МВ	g	++	1	09, 021, 060	13, 15, +
8	МВ	g	+	3	01, 02, 09, 016, 030, 041, 044, 045, 033	11, 13, 51, 53, 54, 611
9	МВ	g	+	1	02, 016, 021, 033	13, 11, 52, 53, 54, 15, +
10	МВ	g	+	1	02, 016, 021, 033	13, 11, 52, 53, 54, 15, +
11	МВ	g	+	1	02, 021	13, 52, 55, 54, 15, +
12	МВ	g	+	1	02, 021, 060, 514	13, 52, 51
13	МВ	g	+	3	01, 03, 09, 017, 016, 021, 030, 044, 045, 514	13, 52, 51, 53

14	MB	g	+	1	02, 09, 021	13, 15, 16?, 51, 52, 53, 54, +
15	MB	g	+	1	02, 09, 021, 030, 033	11, 13, 15, 52, 54, +
16	MB	g	+	2	02, 09, 016, 017, 021	51, 52, 53, 54
17	MB	g	+	1	01, 02, 09, 016, 021, 030	13, 15, 54, +
18	MB	g	++	1	02, 09, 016, 021, 060	13, 15, 23, 53, 54
19	MB	g	+	2	02, 09, 021	13, 15, 51, 52
20	MB	g	+	3	03, 09, 017, 021	13, 15, 51, 52
21	MB	g	+	3	03, 09, 017, 021	13, 15, 51, 52
22	MB	g	+	3	03, 09, 017, 021	13, 15, 51, 52
23	MB	im	-	1	-	-
24	MB	im	-	1	-	-
25	MB	im	-	1	-	-
26	MB	g	+	2	09, 02, 016, 021, 011	13, 15, 52
27	MB	g	+	1	09, 02, 021	13, 15, 37, 52, 53, 54
28	MB	g	+	1	09, 02, 021	13, 15, 52, 53, 54
29	MB	g	+	2	09, 02, 021, 017	13, 15, 52, 53, 54
30	MB	g	+	1	09, 02, 021, 060	11, 13, 15, 52, 53, 54
31	MB	g	++	1	09, 040	11, 13, 15, 52, 53, 51, +

32	MB	g	-	2	02, 09, 016, 017, 021	13, 15, 51, 52, 54
33	MB	g	+	2	02, 09, 017, 021, 060, 041	11, 13, 15, 52, 54
34	MB	g	++	1	09, 02, 021	13, 15, 52, 53, 54, 37
35	MB	g	+	2	02, 09, 017, 021, 060, 041	11, 13, 15, 52, 54
36	MB	g	+	4	-	-
37	MB	g	+	2	01, 09, 016, 017, 021, 030, 044	13, 15, 23, 24, 52, 54
38	MB	g	+	1	03, 09, 017, 021	13, 15, 51, 52, 53, 54
39	MB	g	+	1	03, 09, 017, 021	13, 15, 51, 52, 53, 54
40	MB	g	+	1	03, 09, 017, 021	13, 15, 51, 52, 53, 54
41	MB	g	+	1	03, 09, 017, 021	13, 15, 51, 52, 53, 54
42	MB	g	+	2	03, 09, 017, 021	13, 15, 51, 52, 53, 54
43	MB	g	+	2	03, 09, 017, 021	13, 15, 51, 52, 53, 54
44	MB	g	+	2	03, 09, 017, 021	13, 15, 51, 52, 53, 54
45	MB	g	++	1	03, 09, 017, 021, 016, 030	13, 15, 51, 52, 53, 54
46	MB	g	+	1	02, 016, 021, 060	13, 51, 52, 53, 54
47	MB	g	+	1	01, 02, 016, 017, 030, 044, 060	13, 15, 51, 52, 53, 54

48	MB	g	+	1	02, 09, 060	13, 52, 53, 54, 15
49	MB	g	+	1	09, 021, 060	13, 15, 37, 54
50	MB	g	++	1	01, 09, 030, 060	13, 15, 52
51	ФТ	g	-	1	01, 09, 030, 044, 045, 060	22, 51, 53, 54
52	ФТ	im	-	1	-	-
53	ФТ	im	-	1	-	-
54	ФТ	im	-	1	-	-
55	ФТ	im	-	1	-	-
56	ФТ	im	-	1	-	-
57	ФТ	g	-	1	01, 030, 045	13, 31, 51, 54
58	ФТ	g	+	1	022, 033	51, 53, 54, 611
59	ФТ	g	+	1	02	13, 15, 22, 23, 24, 53
60	ФТ	g	-	1	030, 044	13, 51, 53, 54
61	ФТ	g	++	1	01, 030, 044, 045, 060	13, 22, 23, 51, 53, 54
62	ФТ	g	-	1	09, 030, 044, 045	13, 22, 51, 53, 54
63	ФТ	g	-	1	09	13, 22, 51, 53, 54
64	ФТ	g	-	1	09	51, 53, 54, 22
65	ФТ	g	-	1	01,030, 044	13, 15, 22, 51, 54, 53

Приложение 7

Отмеченные повреждения и причины ослабления древостоя на площадке «З» 06.07.2022

№ дерева	Вид дерева	Высота, м.	Диаметр, см. Окружность	Стадия (m, v, g)	Наличие шишек (+, ++, +++)	Категория состояния	Повреждения: крона, листва, ствол, корни)	Причины ослабления, повреждения
1	CC	6.8	94	gg	+++	4	020, 05, 08, 023	11, 23, 31, 311
2	CC	3	36	gg	+	4	05, 08, 020, 023	11, 23, 31, 311
3	MB	5	67	gg	++	3	03, 016	013, 23, 31
4	MB	2.8	39	gg	+	3	016	013, 23, 31
5	CC	3	33	gg	+++	4	05, 08, 020, 023	11, 23, 31, 311
6	CC	2	36	g	-	4	сломано	-
7	CC	7	144	g	++	4	05, 08, 020, 023	13, 23
8	CC	2.3	37	-	-	4	сломано	-
9	CC	6	34	g	++	3	03, 09, 021	13, 23
10	CC	7	91	g	+++	3	03, 09, 021	13, 23
11	CC	6	36	g	+	3	03, 09, 021	13, 23
12	CC	5	21	g	+	3	03, 09, 021	13, 23
13	CC	103	34	v	-	6	-	-
14	CC	3.5	27	v	-	2	03, 09	13, 23
15	CC	3.5; 4.5; 6	54; 27; 38	g	+++	3	03, 09	13, 23
16	CC	3.5	29	g	+	2	03, 09	13, 23
17	CC	3.5	26	v	-	4	05, 08, 020, 021	11, 23, 31, 311
18	CC	4	33	g	+++	4	05, 08, 020, 021	11, 23, 31, 311
19	CC	4.5	32	g	++	4	05, 08, 020, 021	11, 23, 31, 311
20	CC	5	30	g	+++	3	03, 09	13, 23
21	CC	6	47	g	++	3	03, 09	13, 23

22	СС	7	82	g	+++	2	03, 09	13, 23
23	СС	4	30	g	+	2	03, 09	13, 23
24	СС	6	64	g	+++	4	05, 08, 020	11, 23, 31, 311
25	СС	5	39	g	++	2	03, 09	13, 23
26	СС	1.8	8	v	-	2	03, 09	13, 23
27	СС	6; 4	52; 36	g	+	2	03, 09	13, 23

Приложение 8

Отмеченные повреждения и причины ослабления древостоя на площадке «4» 06.07.2022

№ дерева	Вид дерева	Высота, м.	Диаметр, см.	Стадия (im, v, g)	Наличие шишек (+, ++, +++)	Категория состояния	Повреждения: крона, листва, ствол, корни)	Причины ослабления, повреждения насаждений
1	СС	18	58	g	+++	1	06, 060	пожар
2	СС	15	23	g	+	1	06, 016	пожар, 52
3	СС	0,5	70	im	-	1	017	-
4	СС	17	40	g	+	1	06, 016	пожар
5	СС	0,8	70	im	-	1	06	52, 53
6	СС	10	35	g	+	2	017	52, 53, пожар
7	СС	14	47*28	g	++	1	06, 044, 045	52, пожар
8	СС	18	58	g	+	1	06, 044	пожар
9	СС	16	36	g	+	1	06, 044, 033, 016	52
10	СС	18	44	g	+++	1	06, 044	пожар
11	СС	11	16	g	+	1	06, 044, 045	52, 53, пожар
12	СС	15	41	g	+++	1	06, 044, 037	52, пожар
13	СС	12	39	-	-	6	06, 044	пожар
14	СС	15	37	g	++	1	06, 044, 045	52, пожар

Приложение 9

Отмеченные повреждения и причины ослабления древостоя на площадке «5» 05.08.2022

№ дерева	Вид дерева	Высота, м.	Диаметр, см.	Стадия (im, v, g)	Наличие шишек (+, ++, +++)	Категория состояния	Прирост	Повреждения: крона, листва, ствол, корни)	Причины ослабления, повреждения насаждений.
1	СС	7.5	15	g	+	1	7	02,030,060,09	13,611
2	СС	5	9	g	++	2	7-4	060,03,030,09	13,611,52,53,54
3	СС	5.5	13	g	++	1	7-3	02,030,060,09	13,611
4	СС	3	8	g	+	2	6	017,02	52,53,13,611
5	МД	1.5	2	g ?	-	3	4	04,017,023	51,53,54
6	МВ	2.5	5	g	+	3	-	04,011,022	53,11,15,611
7	СС	0.107	1	v	-	1	6	017	53,52
8	МД	0.098	2	g	+	2	3	04,022	52
9	СС	4	8	g	+	1	8	030,02,016,060	52,53,54,13
10	СС	5.5	11	g	+	1	2-8	030,060	52,53,54,611
11	СС	4	9.5	g	+	1	6	030,045,016,060	52,53,54,611
12	СС	0.7	2	v	-	1	2-8	017	-
13	СС	7	26	g	+++	1	8	060	13

14	CC	4	11	g	+	1	3-7	030,02	52,54
15	CC	7	15	g	++	1	5-9	030	52,54
16	CC	6	15	g	++	1	7	02,060	52,53,54
17	CC	6	10	g	++	1	7	02,030,060	13,52,53,54
18	CC	6	16	g	++	1	9	02,030,060	52,53,54
19	CC	5	9	g	+	1	7	02,060	13,52,53,54,24,611
20	CC	5	10	g	+	1	6	02	13,52,53,54,24,611
21	CC	3.5	9	g	+	1	2-7	044,03	52,611
22	CC	4	10	g	+	1	8	060,02,016,017	52,611
23	MB	4	9	g	+++	1	-	060	51,53
24	CC	5	10	g	+	1	9	02,030	51,52,611
25	CC	7.5	15	g	++	1	7	02,060	-
26	МД	2.5	8	g	+	2	2-5	03	51,53
27	CC	1	5	v	-	2	8	016,017	51,52,53
28	CC	1.5	3	g	-	1	11	-	-
29	CC	10	24	g	+++	1	11	02,09,060	13

30	СС	0.2	0.1	im	-	1	6	-	-
----	----	-----	-----	----	---	---	---	---	---

Приложение 10

Предложенные критерии санитарного состояния фитоценоза

Стадии	Критерии
I	замусоренность практически отсутствует
II	слабое диффузное замусоривание, 1-2 мусорные ямы на 1 га
III	среднее и сильное диффузное замусоривание, 2-3 мусорные ямы на 1 га, единичные свалки мусора
IV	сильное диффузное замусоривание, 3 и более мусорные ямы на 1 га, свалки строительного и бытового мусора

Приложение 11

Результаты анализа корки *Pinus brutia* на тяжёлые металлы (Pb, Zn, Cu, Fe, Cr), мг/кг

№ площадки	Pb ppm	Zn ppm	Cu ppm	Fe ppm	Ni ppm	Cr ppm	Зольность
2	40	204	49	7057	5	35	2,3%
3	47	238	33	10587	13	47	4,0%
4	34	272	58	10944	20	44	2,7%
5	29	244	34	3969	5	26	2,8%

Приложение 12

Рассчитанная плотность дорожно-тропиночной сети для площадок исследования

Номер площадки	Площадь, га	Дороги, км	Плотность, км/га
1	250	0,467	0,002
2	250	0,158	0,0007
3	250	0,434	0,002
4	250	0,2	0,0007
5	250	0,28	0,0011

Действующие ООПТ:*Природные парки*

1. Природный парк регионального значения «Максимова дача»

Государственные природные заказники

2. Государственный природный ландшафтный заказник регионального значения «Байдарский»
3. Государственный природный ландшафтный заказник регионального значения «Мыс Айя»
4. Государственный природный ландшафтный заказник регионального значения «Мыс Фиолент»
5. Государственный природный ландшафтный заказник регионального значения «Караньский»
6. Государственный природный ландшафтный заказник регионального значения «Ласпи»
7. Государственный природный ландшафтный заказник регионального значения «Бухта Казачья»

Памятники природы

8. Ботанический памятник природы регионального значения «Ушакова Балка»
9. Гидрологический памятник природы регионального значения «Прибрежный аквальный комплекс у мыса Фиолент»
10. Гидрологический памятник природы регионального значения «Прибрежный аквальный комплекс у мыса Лукулл»
11. Гидрологический памятник природы регионального значения «Прибрежный аквальный комплекс у мыса Сарыч»
12. Гидрологический памятник природы регионального значения «Прибрежный аквальный комплекс у Херсонеса Таврического»
13. Комплексный памятник природы регионального значения «Мыс Фиолент»
14. Памятник природы регионального значения «Заповедное урочище «Скалы Ласпи»

Перспективные ООПТ*Государственные природные заказники*

1. Плато Мекензи
2. Гора Спилия (Аскети)
3. Бассейн реки Уппа (Уппинская котловина)
4. Сапун-гора
5. Холм Канробера
6. Бассейн реки Ай-Тодорка

Памятники природы

7. Можжевельник высокий «Патриарх Тавриды»

8. Фисташка на мысе Сарыч
9. Платан Палласа
10. Озерные дубы
11. Дубы «Стражи Бельбека»
12. Фисташки у с. Камышлы
13. Фисташки у бухты Круглая

Приложение 14

Содержание тяжёлых металлов в корке *Pinus brutia* из статьи Türkan I. et al., 1995

№ площадки	Pb ppm	Zn ppm	Cu ppm	Ni ppm	Cr ppm
<i>Корка Pinus brutia</i>					
2	40	204	49	5	35
3	47	238	33	13	47
4	34	272	58	20	44
5	29	244	34	5	26
<i>Почва</i>					
2	87	103	34	82	96
3	50	52	35	57	72
4	57	71	38	61	74
5	66	77	51	54	69