

Санкт-Петербургский Государственный Университет

ЛЕЗЖОВ Владислав Михайлович

Выпускная квалификационная работа

Выявление видов растений-индикаторов антропогенной нагрузки на территории острова Рязков Кандалакшского заповедника

Уровень образования: бакалавриат

Направление *05.03.06 «Экология и природопользование»*

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

Профиль *07 Рациональное природопользование*

Научный руководитель:

профессор кафедры геоэкологии и
природопользования СПбГУ, д.г.н.,
ОПЕКУНОВА Марина Германовна



Рецензент:

доцент кафедры естественных наук
Сибайского института БашГУ, к. г. н.,
ПАПЯН Эльза Эльдаровна

Санкт-Петербург

2021

Содержание

Введение	2
1. Общая характеристика	5
2. Методика исследований.....	8
2.1. Методика полевых исследований	8
2.2. Методика камеральных исследований	9
3. Физико-географическая характеристика.....	14
3.1. Геология и рельеф.....	14
3.2. Климат.....	18
3.3. Природные воды	21
3.4. Почвы	23
3.5. Растительность	24
3.6. Животный мир	26
4. Источники антропогенного воздействия	28
4.1. Виды антропогенных воздействий.....	28
4.2. Ртуть в донных осадках.....	29
4.3. Нефтяные углеводороды (НУ).....	30
4.4. Тяжёлые металлы (ТМ)	32
4.5. Остальные источники воздействия.....	33
5. Влияние природных и антропогенных факторов на формирование растительности острова Ряжков Кандалакшского залива.....	40
6. Принципы и основы биоиндикации	42
6.1. Бионидикатор и объект индикации.....	42
6.2. Биоиндикация рекреационной и пастбищной дигрессии	46
6.3. Биоиндикация изменения кислотности почв	47
6.4. Биоиндикация загрязнения биогенными элементами.....	47
6.5. Биоиндикация загрязнения нефтью и нефтепродуктами.....	47
7. Виды растения-индикаторы антропогенной нагрузки на острове Ряжков Кандалакшского заповедника	49
8. Заключение.....	53
9. Приложения	54
Список литературы.....	62

Введение

В основу ВКР положены материалы, полученные в результате геоэкологических исследований, проводимых на о. Ряжков с 15 по 21 июля 2020 года по запросу Кандалакшского заповедника, что показывает заинтересованность заповедника в выполнении этой работы. Материалы включали в себя геоэкологические описания 86 площадок с 77 видами растений, что позволяет проводить анализ данных, обоснованный на достаточно большой выборке.

Актуальность работы подтверждается тем, что по данной тематике было произведено немалое число работ. Кандалакшскому заповеднику была важна данная работа, а проведение таких исследований в будущем скорее всего будет востребовано в связи с необходимостью оценки состояния и восстановления природных сообществ. Идея выделения видов-индикаторов антропогенной нагрузки уже рассматривалась в науке уже по крайней мере 65 лет. Крупная работа была произведена Раменским и его коллегами в 1956 году. Многие работы связаны с южными зонами степей и полупустынь, что объясняется наличием там важных экономических районов и проблем деградации земель.

Деятельность человека неизбежно изменяет окружающую среду. Для сохранения хотя бы части территории и иногда акватории нетронутой или минимально изменённой, создаются Особо охраняемые природные территории (ООПТ), самыми закрытыми из которых являются заповедники (ФЗ № 33 «Об особо охраняемых природных территориях», ст. 2, 6 и 9). Они могут преследовать различные цели, например, охрана мест гнездования птиц, мест произрастания редких видов растений или целых экосистем (<http://kandalaksha-reserve.ru/priroda/territoriya/>). ООПТ может быть местом, где сохранилось большое разнообразие видов, за счёт чего окружающие нарушенные земли могут восстановить свой видовой запас.

Кандалакшский заповедник был создан с целью сохранения окружающей природной среды, точнее – морских природно-территориальных комплексов (ПТК), как среды обитания и размножения организмов, по большей части мест гнездовий птиц. На рассматриваемом одном из многих островов заповедника – острове Ряжков – ведётся охрана гнездовий обыкновенной гаги (*Somateria mollissima* (Linnaeus 1758))¹. Гнездовья – территории, на которых птицы устраивают гнёзда. Человеческая деятельность прямо (несанкционированно и в меньшей степени санкционировано) и косвенно (с территорий и акваторий, прилегающих к заповеднику) влияет на функционирование общей экосистемы

¹ латинские названия даны по Каталогу Биоты Беломорской Биологической станции МГУ http://biota.wsbs-msu.ru/wiki/index.php/Заглавная_страница).

острова, в том числе на отдельные части – ПТК. ПТК острова неразрывно связаны между собой, также, как и их компоненты – биотические и абиотические. Нарушения, приводящие к изменению растительности литорали острова Ряжков, могут повлечь за собой изменения сначала на ПТК литорали, а после чего и на всём острове в целом – то есть в местах гнездования птиц (<http://www.kandalaksha-reserve.ru/>).

Объект исследования – остров Ряжков. Остров входит в состав Кандалакшского природного заповедника, являясь местом гнездования многих видов птиц, в том числе обыкновенной гаги. Это небольшой лесной остров, размерами примерно 3,5 км в длину и 1,5 км в ширину, покрытый в основном сосновым (*Pinus sylvestris* L. (*P. friesiana* Wichura; *P. lapponica* Mayr)) лесом, с выходами магматических пород на поверхность. По побережью по всему его контуру простирается каменисто-песчано-илистый пляж, затопляемый во время приливов, которые здесь бывают дважды в сутки (<http://www.kandalaksha-reserve.ru/>). Стоит упомянуть, что часто о. Ряжков пишется как «о. Ряшков», особенно на картах. Эти названия часто взаимозаменяемые, но в кадастровых данных, приведённых на официальном сайте заповедника, используется «о. Ряжков».

Целью работы является выявление закономерностей пространственного распределения видов растений на территориях, располагающихся в северных широтах, испытывающих антропогенную нагрузку и похожих на исследованный остров Ряжков по физико-географическим характеристикам.

Для достижения цели необходимо было решить следующие задачи:

- 1) выявить необходимую территорию для проведения работ, данные с которой можно будет интерпретировать на наибольшее число других местностей;
- 2) провести анализ литературных источников;
- 3) провести дешифрирование снимков местности;
- 4) разработать или найти похожую и преобразовать методику сбора и обработки материалов;
- 5) собрать и проанализировать материалы;
- 6) выявить и дать оценку природных и антропогенных факторов, воздействующих на состояние растительности, что включает в себя:
 - построение многомерного графика зависимости встречаемости видов растений от экологических факторов;
 - анализирование графика, поиск наиболее показательных видов;
 - предположение причин таких численных значений факторов;
 - выявление значимых факторов, которые могут включать измеренные на практике факторы и интерпретированные или вычисленные во время

анализа графика.

Автор работы выражает благодарность Кандалакшскому заповеднику за возможность проведения работ на его территории, также его сотруднику и, кроме того, преподавателю СПбГУ, Хайтову Вадиму Михайловичу за помощь и организацию работ в заповеднике, а также Аристову Дмитрию Александровичу, преподавателю СПбГУ, за помощь в обработке данных.

1. Общая характеристика

Кандалакшский заповедник является федеральным, государственным и природным. Кроме острова Ряжков, он включает 13 участков вокруг Кольского полуострова, от Баренцева моря до Белого, соприкасающихся или окружённых морем. В основном это архипелаги. Заповедник был основан в 1932 году и неоднократно расширялся с 1940 по 1977 года, сейчас он включает более 550 островов с прилегающей акваторией, которая занимает около 74,2% от общей площади заповедника в 78608 га. Остров Ряжков входит в состав Северного архипелага (рис. 1, 2) (<http://kandalaksha-reserve.ru/priroda/territoriya/>).



Рисунок 1. Острова Северного архипелага (https://www.kandalaksha-reserve.org/foto_gallery/photo_biotopy.htm).

Заповедник преследует множество целей, общей является охрана мест обитания растений и животных. Включающий остров Ряжков Северный архипелаг имеет цель охранения гнездовой обыкновенной гаги (<http://www.kandalaksha-reserve.ru/priroda/territoriya/>).



Рисунок 2. Карта-схема северной части Европы, Кольского полуострова со врезкой карты-схемы Кандалакшского заповедника* (OpenStreetMap.org), (<http://www.kandalaksha-reserve.ru/priroda/territoriya/>).

*Остров Рязжков находится в северной части Кандалакшского залива в Северном архипелаге и отмечен синим цветом.

Охрана гаги (рис. 3) и её местообитаний важна потому, что её пух ценится и ценится как один из лучших в мире утеплителей, что влечёт за собой его промысловую добычу и сокращение численности птиц. О печальном состоянии популяций гаги на Мурманском побережье писал в своих статьях и активно развивал эту тему, например, крупный российский зоолог А. Н. Формозов после экспедиций в 1928-1929-х годах (<http://www.kandalaksha-reserve.ru/istoriya-zapovednika/statya-ob-istorii/istoriya/>). Северный

архипелаг был включен самым первым с момента основания заповедника, показывая, как и последующие включённые участки, важность охраны гнездовой гаги, и других птиц в том числе, в морских регионах Северо-Запада ([http://www.kandalaksha-reserve.ru/prioda/territoriya/](http://www.kandalaksha-reserve.ru/priroda/territoriya/)).



Рисунок 3. Самцы гаги (чёрно-белые) и самка (коричневого цвета) (https://www.kandalaksha-reserve.org/foto_gallery/photo_biotopy.htm).

Выбор места заповедника можно объяснить, как упоминалось выше, угрозой для численности популяций и подходящим местом для гнездования гаг. Так, для гнездования гага выбирает природные комплексы типа каменистых лугов, не затапливаемых водой, либо на границе луговых и лесных сообществ, либо моховых каменистых сообществ. Кроме определённых сообществ птицы предпочитают гнездиться на островах, чтобы спрятать кладки от хищников, предпочитая по некоторым причинам каменистые острова. Ареал обитания гаги – это побережья северных морей. Остров Ряжков подходит по всем этим и другим подходящим характеристикам, что объясняется наличием на нём крупных мест скопления и гнездовой гаг и других птиц.

2. Методика исследований

2.1. Методика полевых исследований

При проведении геоэкологических исследований на о. Ряжков было проведено 86 описаний растительности. Размерами они были $1 \times 1 \text{ м}^2$. Самым главным описываемым параметром было проективное покрытие (ПП) растений. Это степень закрывания определённым видом растения территории под ним своими побегами (стеблями и листьями), рассчитывается в % от общей территории 1 м^2 . Чтобы определить ПП, бралась рамка со внутренними сторонами по 1 метру, клалась на описываемое растительное сообщество. Далее визуально (взглядом сверху) примерно оценивалось ПП для каждого вида растения отдельно. ПП важно тем, что с помощью него можно определить степень доминирования отдельных видов растений и зарастание площадки всеми видами.

Кроме проективного покрытия описывались и другие параметры. Это – сомкнутость, расстояние до ненарушенного растительного сообщества и расстояние от построек, включающее 2 градации: в 1 метре и в 2-3 метрах. Растительность на расстоянии 2 и 3 метра от постройки слабо отличалась, поэтому их объединили вместе.

Сомкнутость определялась также визуально, примерно из центра площадки взглядом вверх: % веток, листьев, стволов деревьев и крыш построек показывал сомкнутость площадки. Погрешность метода очень велика, но он позволяет примерно оценить затенённость зоны и связать это с продуктивностью растительности.

Расстояние до ненарушенного растительного покрова и расстояние от построек измерялись в метрах. Для этого бралась рамка для описаний размерами $1 \times 1 \text{ м}^2$, о которой уже сказано выше, и постепенно переставлялась, как бы перекатывалась по воздуху, при этом один «поворот» соответствовал одному метру. Для этих двух величин значения варьировались в разных пределах, до ненарушенного растительного покрова было 0-20 м, а расстояние от построек заметно меньше: с двумя градациями в 1 м и 2-3 м.

Растительность описывалась в двух растительных сообществах: болотном и хвойном лесном. Было изучено 9 построек или их остатков, 4 других объекта, а кроме того, фоновые территории для сравнения и оценки нарушения территории. Проводились описания вокруг остатков Жилого дома № 1 и № 2, сарая, посреди площадки для складирования золы, находящейся рядом с местом для колки дров и баней. Также были сделаны описания рядом со складской постройкой, на заброшенном месте для складирования бытовых отходов и старом туалете. На вырубке рядом с жилым домом № 2, вокруг дизельной и складом нефтепродуктов, на месте бывшего тента для обработки пуха и рядом с ним (таблица 1). Также для сравнения нарушенного участка было

необходимо описать ненарушенные территории соответствующих растительных сообществ: болотных и хвойных лесных с семью и тремя описаниями соответственно.

Наименования построек и их координаты.

Название постройки	Жилой дом № 1	Жилой дом № 2	Сарай	Площадка для складирования золы	Место для колки дров	Баня	Складская постройка
Неформальное название постройки	Жёлтый дом	Белый дом	-	-	-	-	Старый дом-сарай
Координаты	67.007651, 32.577559	67.007679, 32.576706	67.007947, 32.576410	67.009911, 32.569752	67.009873, 32.569996	67.009888, 32.569867	67.008225, 32.576665

Продолжение таблицы.

Название постройки	Заброшенное место для складирования бытовых отходов	Старый туалет	Вырубка на территории базы	Дизельная	Склад нефтепродуктов	Место бывшего тента по обработке пуха
Неформальное название постройки	-	-	-	-	-	-
Координаты	67.008460, 32.577433	67.008445, 32.576983	67.007613, 32.577020	67.008415, 32.576202	67.008478, 32.576268	67.008409, 32.576348

2.2. Методика камеральных исследований

Во время камеральных исследований сводная таблица была окончательно заполнена для визуальности объёмов данных и для более простого поиска информации, в последующем она была разбита на 2 для анализа и составления графиков. Используемый в составлении выводов график составлялся с применением канонического корреляционного анализа (Canonical correlation analysis – CCA) (рис. 33). При его составлении использовалось только 3 фактора для увеличения наглядности и точности определения факторов. До этого был построен график с помощью неметрического многомерного шкалирования (Non-metric multidimensional scaling – NMDS), однако его наглядность была заметно ниже (рис. 4-5). Поэтому вместо 6 факторов использовались только 3:

- общее проективное покрытие (ОПП);
- расстояние до природного сообщества;
- расстояние до ближайшего антропогенного объекта;

не использовались:

- тип антропогенного объекта;
- сомкнутость;
- тип ПТК.

При использовании графиков, построенных с помощью NMDS, пришлось бы тратить заметно больше времени без уверенности в точном результате. Необходимо было бы анализировать столько графиков, сколько использовано факторов, в данном случае 6, вместо одного. Хотя анализ NMDS и использует при построении сразу все факторы, но разделять эти факторы приходится при рассмотрении каждого фактора отдельно. Например, на рисунке 4 показано, как виды растений индицируют фактор «расстояние до антропогенного объекта», а на рисунке 5 - «тип ПТК». После долгих размышлений и сравнений можно сделать некоторые выводы, но, повторяясь, точность этого метода в данном случае не совсем очевидна. Проблема в том, что в каждом случае необходимо будет найти группу площадок, отмеченных точками, с общим признаком, например, расстоянием до антропогенного объекта, далее найти такой вектор с названием вида (сокращённым до первых 3 букв родового и видового названия), чтобы он концом попадал в эту группу. В данном случае большая точность не так важна, но и с таким условием, например, на рисунке 4 проблематично найти не только группу таких площадок, но и тем более вектора с видами, которые к ним относятся. В таком случае придётся изменять шкалу расстояния, и анализировать дальше, надеясь на то, что наконец повезёт. При проведении более детальных работ так и следовало сделать, то есть проверить все варианты, а потом их сравнить, но это уже задача другого типа.

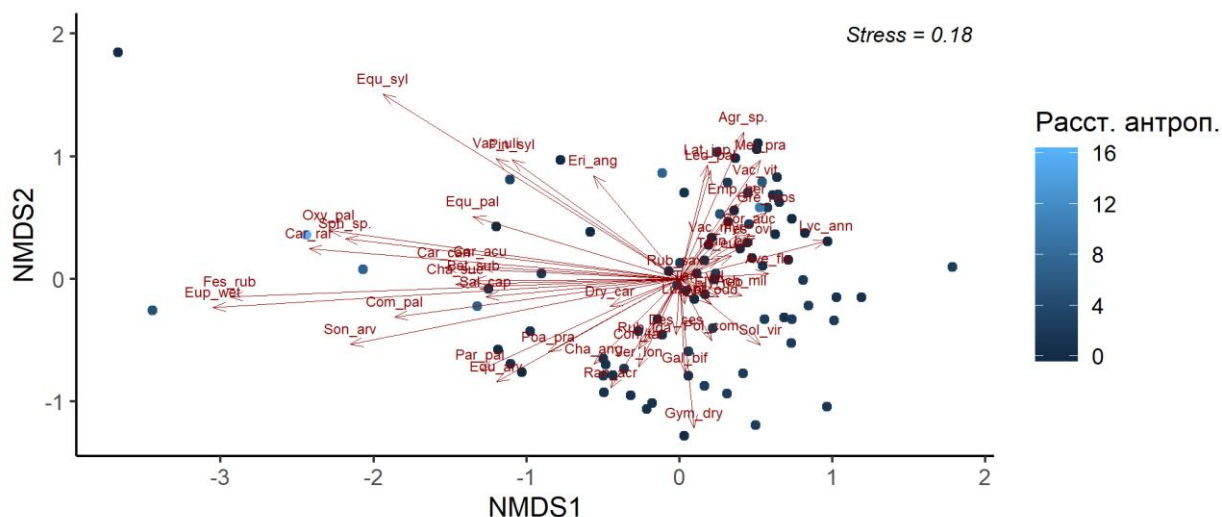


Рисунок 4. Результат анализа данных с применением неметрического многомерного шкалирования NMDS с выделенным фактором «расстояние до антропогенного объекта». Stress – значение функции стресса, Расст. антроп. – расстояние от границы площадки до границы антропогенного объекта, м. Точками обозначены площадки.

Используемая таблица сокращений, которая применяется также на рисунках 5 и 33.

Сокращённое название вида	Полное название вида
Ach_mil	<i>Achillea millefolium</i> L.
Agr_sp.	<i>Agrostis</i> sp.
Ant_odo	<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.
Ave_fle	<i>Avenella flexuosa</i> (L.) Drejer
Bet_sub	<i>Betula subarctica</i> N.I. Orlova
Car_acu	<i>Carex acuta</i> L.
Car_can	<i>Carex canescens</i> L.
Car_rar	<i>Carex rariflora</i> (Wahlenb.) Sm.
Cha_ang	<i>Chamaenerion angustifolium</i> (L.) Scop.
Cha_sue	<i>Chamaepericlymenum suecicum</i> (L.) Asch. & Graebn.
Com_pal	<i>Comarum palustre</i> L.
Con_tat	<i>Conioselinum tataricum</i> Hoffm.
Des_ces	<i>Deschampsia cespitosa</i> (L.) P. Beauv.
Dry_car	<i>Dryopteris carthusiana</i> (Vill.) H.P. Fuchs
Ely_rep	<i>Elytrigia repens</i> (L.) Nevski
Emp_her	<i>Empetrum hermaphroditum</i> Hagerup
Equ_arv	<i>Equisetum arvense</i> L.
Equ_pal	<i>Equisetum palustre</i> L.
Equ_syl	<i>Equisetum sylvaticum</i> L.
Eri_ang	<i>Eriophorum angustifolium</i> Honck.
Eup_wet	<i>Euphrasia wettsteinii</i> G.L. Gusarova
Fes_ovi	<i>Festuca ovina</i> L.
Fes_rub	<i>Festuca rubra</i> L.
Gal_bif	<i>Galeopsis bifida</i> Boenn.
Gre_mos	Зелёные мхи
Gym_dry	<i>Gymnocarpium dryopteris</i> (L.) Newman
Lat_jap	<i>Lathyrus japonicus</i> ssp. <i>maritimus</i> (L.) P.W. Ball
Led_pal	<i>Ledum palustre</i> L.
Lin_bor	<i>Linnaea borealis</i> L.
Luz_pil	<i>Luzula pilosa</i> (L.) Willd.
Lyc_ann	<i>Lycopodium annotinum</i> L.
Mel_pra	<i>Melampyrum pratense</i> L.
Oxy_pal	<i>Oxycoccus palustris</i> Pers.
Par_pal	<i>Parnassia palustris</i> L.
Pin_syl	<i>Pinus sylvestris</i> L.
Poa_pra	<i>Poa pratensis</i> L.
Pol_com	<i>Polytrichum commune</i> Hedw.
Ran_acr	<i>Ranunculus acris</i> L.
Rub_ida	<i>Rubus idaeus</i> L.
Rub_sax	<i>Rubus saxatilis</i> L.
Sal_cap	<i>Salix caprea</i> L.
Sol_vir	<i>Solidago virgaurea</i> ssp. <i>lapponica</i> (With.) Tzvelev
Son_arv	<i>Sonchus arvensis</i> ssp. <i>humilis</i>
Sor_auc	<i>Sorbus aucuparia</i> L.
Sph_sp.	<i>Sphagnum</i> sp. L.

Tan_vul	Tanacetum vulgare L.
Tri_eur	Trientalis europaea L.
Vac_myr	Vaccinium myrtillus L.
Vac_uli	Vaccinium uliginosum L.
Vac_vit	Vaccinium vitis-idaea L.
Ver_lon	Veronica longifolia L.

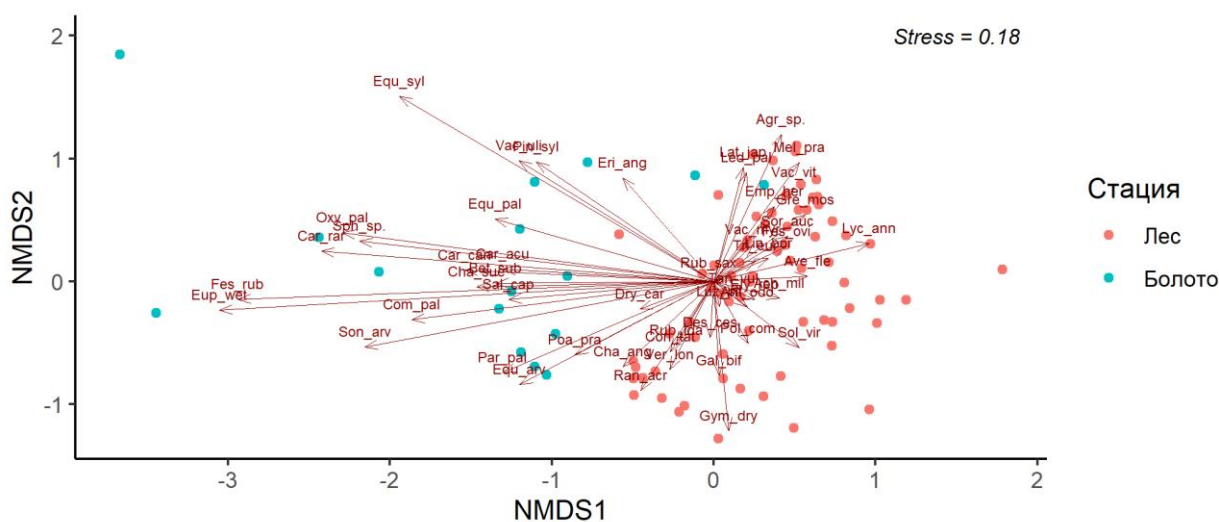


Рисунок 5. Результат анализа данных с применением неметрического многомерного шкалирования NMDS с выделенным фактором «тип сообщества (ПТК)». Stress – значение функции стресса, станция – тип ПТК, точками обозначены площадки. Сокращения видов растений приведены выше на рисунке 4.

Чтобы график был более показательным требовалось уменьшить число используемых видов, чтобы среди них не было таких, которые могли встретиться случайно с низким и даже высоким проективным покрытием. Случайные виды могут сильно исказить анализ, так как могут иметь совершенно необычные композиции факторов, которые и потом будет видно на графике, а остальные интересующие – нет. Для отсекаания случайных видов использовались критерии: в болотном ПТК (подножие моренного холма с осотово-осоковым сообществом на перегнойных почвах) число площадок, в котором встречался вид, должно было быть не меньше 3, а в лесном ПТК (подножие моренного холма с елово-сосновым кустарничково-зеленомошным лесом на подзоле иллювиально-железистом) не меньше 4. Разница в числе видов для разных ПТК объясняется тем, что число описанных площадок в них разнилось в несколько раз и в болотном ПТК было меньше (16 площадок

в болотном массиве и 70 в лесном). В то же время число выбранных площадок было не пропорционально отношению числа площадок в лесном и болотном сообществе, так как тогда в лесном ПТК надо было бы убрать виды, встречающиеся где-то на 10 площадках, а это уже 14% всех площадок, а не 5%, и уже больше половины всех видов. В итоге из 77 видов для построения графика было использовано 51.

3. Физико-географическая характеристика

Остров Рязков расположен в Кандалакшском заливе, недалеко, примерно в 15 км на ЮЮВ, от города Кандалакша, что позволяет считать многие физико-географические характеристики (особенно океанологические) северной части Кандалакшского залива, и в какой-то степени всего залива, и острова Рязков очень близкими.

3.1. Геология и рельеф

Геологическое строение Кандалакшского залива чрезвычайно сложно. Некоторые породы на островах имеют возраст более 3 млрд. лет. Около 2,8-2,6 млрд. лет назад находящиеся здесь интрузивные магматические, осадочные и смесь из этих пород вместе с подстилающими их гранитами были подвержены сильному метаморфизму и перекристаллизации во время интенсивных складчатых движений. В этих условиях высоких температур (температура Земной коры, предположительно, увеличивалась до 600-700° С, а в глубинных разломах до 900° С) и давлений (до 10 тыс. атмосфер) образовались многочисленные метаморфические породы. Изменялись внутренняя структура и минеральный состав, образовывались гнейсы и амфиболиты. В результате вдоль западного побережья Белого моря и прилегающей части образовался огромный вытянутый на северо-запад массив кристаллических горных пород. Состоит он из биотитовых, гранатобiotитовых, кианитовых и амфиболовых плагио-гнейсов, гранито-гнейсов, изредка из гнейсов с кордиеритом, корундом, андалузитом, ставролитом и другими редкими для пород Белого моря минералами (Карпович, 1988).

Позднее, в другие геологические эпохи происходила повторная активизация тектонической деятельности, сменявшаяся периодами денудации, во время которых в понижениях накапливались осадочные породы. Активность была уже не такой сильной, температуры, вероятно, были уже значительно ниже, давление тоже. Породы были более хрупкими из-за более низких температур, поэтому реже образовывались складки, скорее трещины или расколы, через которые изливалась лава. Образовавшиеся в это время магматические породы (габбро, габбро-нориты, перидотиты...) остались до нашего времени малоизменёнными. Ими сложены значительные части некоторых островов Кандалакшского залива и его северного побережья (Карпович, 1988).

Сейчас тектоническая активность района отсутствует, последние значительные изменения происходили около 500-300 млн. лет назад, когда образовались разнообразные щелочные магматические породы, в том числе не редкими на островах порфиритами и карбонатитами, в которых встречается магнетит, флюорит и другие минералы. Эти

породы в основном представлены узкими (0,15-0,8 м) дайками, в этом районе представленными образованиями, заполнившими трещины в более древних породах. Крупные массивы древних осадочных пород в Кандалакшском заливе редки. Они встречаются на полуострове Турий, где они образовались около 1 млрд. лет назад в результате размывания древним мелководным морем высоко материка, находившегося немного севернее (Карпович, 1988).

В Кандалакшском заливе большое количество островов. На 2020 год в состав заповедника входит более 550 островов, (<http://www.kandalaksha-reserve.ru/priroda/territoriya/>) самый большой из которых – остров Великий – имеет большую площадь – 6000 га – по сравнению с другими наземными объектами заповедника, самые большие из которых – Ковдорский полуостров и Турий мыс – имеют площади, соответственно, 3250 га и около 800 га (Карпович, 1988).

По ландшафтной классификации Мурманской области 1971 года все острова и берега Кандалакшского залива, включённые в заповедник, являются низкими вараками (небольшими возвышенностями от нескольких до 120 метров) на приморской равнине, покрытыми северотаёжным лесом и чередующимися с расположенными в понижениях болотными урочищами и озёрами. Высоты достигают 70-80 метров и только на южной оконечности Турьего мыса до 120 метров (Карпович, 1988).

Многие формы рельефа Кандалакшского залива связаны с деятельностью ледника, имевшей место около 10-12 тыс. лет назад, здесь присутствуют бараньи лбы, желобы выпаживания, штриховка, полировка, трюги и цирки. Небольшие острова иногда целиком представлены бараньими лбами. Моренные отложения здесь присутствуют повсеместно: почти вся поверхность покрыта их более или менее мощным слоем, на вершинах утончающимся или вовсе исчезающим. Камы и озы здесь представляют аккумулятивные ледниковые формы рельефа. Исходя из того, что почти на всём Кольском полуострове проходил ледник, здесь повсеместно имеет место гляциоизостазия, в упрощённом виде – поднятия и опускания земной поверхности после ухода ледника и уменьшения давящей на неё массы. В Кандалакшском заливе есть большое число (более 35) открытых выходов древних горных пород, имеющих большую геологическую ценность (Карпович, 1988). Часть из них были памятниками природы (<https://mpr.gov-murman.ru/activities/okhrana-okruzhayushchey-sredy/09.oopt/pp.php>).

Абразия и аккумуляция осадков имеют значительную роль в формировании местного рельефа. По размытым уступам можно судить об абразии. По береговым валам, наносам и бывшим или настоящим донным осадкам можно выявить аккумуляцию. По берегам Кандалакшского залива древние береговые уступы находятся очень высоко над уровнем

моря – на высоте до 250 м. Для сравнения, на северном побережье Кольского полуострова они на меньших высотах – 7-10 м. Такая ситуация объясняется гляциостатическими подъёмами, в результате которых бывшее побережье поднимается выше, а море отступает. Обнажается бывшее морское дно с его отложениями, на более пологих участках находятся осадки, на более крутых – не осаждались ещё при море, а что осталось, то позднее смывается с поверхностным стоком (Карпович, 1988).

Разность в поднятиях в разных районах Кольского полуострова объясняется тем, что там, где находилась большая масса ледника, там происходят более быстрые поднятия земной поверхности. Считается, что где-то в вершине Кандалакшского залива находился центр оледенения. Поднятия бывают настолько сильными, что люди всего одного поколения замечают обмеление проливов, появление новых обсыхающих в отлив береговых отмелей, называемых по-местному «корг» (рис. 6) (Карпович, 1988).



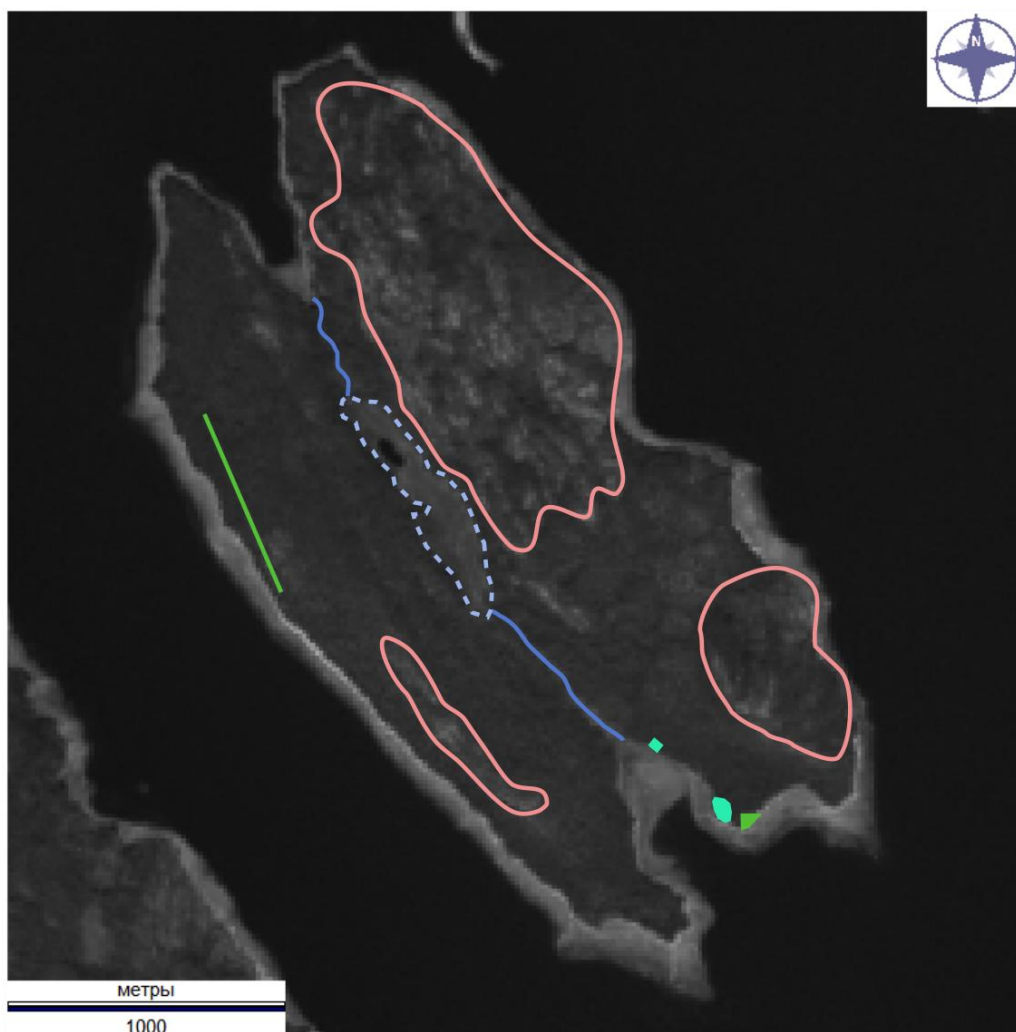
Рисунок 6. Корг в Белом море (https://www.kandalaksha-reserve.org/foto_gallery/photo_biotopy.htm).

Остров Ряжков сложен в основном метаморфическими породами: биотитовыми, амфибол-биотитовыми, амфиболовыми и пироксен-амфибол-биотитовыми гнейсами. Небольшая часть – метаморфизованными: габбро, габбро-норитами и амфиболитами по ним. В породах не мало содержания кальция: около 10,9% (Блинова, 2015). Из этого можно сделать вывод, что здешние кислые почвы северных регионов могут быть немного восстановлены подстилающими породами. Вертикальный рельеф изрезанный и представлен тремя горками с высотами около 57, 70 и 74 м (рис.7), остров пересекает ложбина с ССЗ на ЮЮВ, по которой протекают речки в двух противоположных

направлениях. Как видно на рисунке 8, холмы с разреженной растительностью выходят к берегам моря, где они скорее всего подмываются, то есть происходит абразия. За счёт этого и ещё плоскостного смыва осадками частицы (щебень или песок) попадают на побережье, где очень сильно влияют на гранулометрический и физико-химический состав почв и илов литорали. Поэтому можно считать вместе плоскостной смыв и абразию горных пород основным природным фактором, влияющим на растительность литорали (рис. 8).



Рисунок 7. Карта с изображением высот и гидрографии о. Ряжков (Блинова, 2015).



Условные обозначения







Природные объекты		Антропогенные объекты	
	— холмы с разреженной лесной растительностью		— строения
	— болото		— луг
	— реки или ручьи		— просека

Рисунок 8. Космоснимок о Ряжков, оформленный в виде карты, с изображёнными на нём природными и антропогенными объектами.

3.2. Климат

В Кандалакшском заливе климат для данных широт довольно мягкий, что объясняется Западным воздушным переносом, приносящим в Белое море осадки с тёплых от течения Гольфстрим Норвежского и Балтийского морей. Кроме того, то же течение Гольфстрим немного увеличивает температуру в Белом море, хотя в западной части моря,

особенно в Кандалакшском заливе, влияние заметно снижается (<http://www.kandalaksha-reserve.ru/priroda/klimat-i-landshaft/>).

В связи с тем, что почти весь заповедник находится за полярным кругом, на его территории бывают полярные дни и ночи. Это влияет на активность и жизнедеятельность организмов. В районе Кандалакши зимой солнце не выходит из-за горизонта около 8-9 дней в году, а полярный день длится около 40 дней. На острове Ряжков, располагающемся поблизости, сравнимо и немного меньше, так как он находится южнее примерно на 10 минут (Карпович, 1988).

Белое море оказывает смягчающее влияние на климат. Хотя оно и замерзает зимой, но по берегам Кандалакшского залива повышает температуру на 3-4° С. Летом температура падает на 1-2° С по сравнению с удалёнными от моря и водоёмов областями. Многолетняя средняя годовая температура в районе Кандалакши 0,2° С. В Кандалакшском заливе средняя температура самого тёплого месяца – июля – 13-14° С, самого холодного – февраля, от -10 до -12 в разных частях залива (Карпович, 1988).

Особенностью здешней погоды является её неустойчивость, вызванная перемещениями циклонов и частой сменой направления ветра. Температура зимой может подняться до 7° С, и в то же время опуститься до -44° С (в северной части залива), что в условиях высокой влажности (до 85-89% зимой) может быть опасным для животных, растений и людей. Летом повышаться до 32-33° С, хотя и в июле температура может упасть до -1° С. Хотя, такие значения всё-таки аномальны. Устойчивый переход к положительным температурам наступает обычно в двадцатых числах апреля, хотя и после этого могут быть продолжительные заморозки в течение месяца (Карпович, 1988).

Летний период с температурой больше 0° С в среднем длится 110-120 дней, а с температурами больше 10° С около 80 дней. Из-за сильных зимних ветров в этих широтах верхние части трав, кустарничков и кустарников могут отмирать выше уровня снежного покрова. В Кандалакшском заливе это растениям мало грозит, так как здесь высота снежного покрова в среднем колеблется от 50 до 80 см, максимально превышая 1 м. Влажность здесь почти всегда высокая, что можно объяснить испарением с Белого моря и большого количества озёр и болот, летом (в мае-июле) влажность обычно колеблется в пределах 66-72%, зимой до 85-89%. Из-за высокой влажности и постоянных циклонов здесь часто образуется большая облачность (Карпович, 1988).

Среднегодовые осадки в разных частях Кандалакшского залива от 550 до 580 мм, распределяются по сезонам они не одинаково: больше всего летом и ранней осенью (по 55-65 мм в месяц), меньше всего с февраля по апрель (25-30 мм). Кандалакшский залив является самым глубоким местом Белого моря, здесь глубины часто больше 200 м

достигая 343 м (351 м судя по карте ниже на рисунке 9) (Карпович, 1988), но акватория вокруг острова Ряжков и по всему заливу в этой части заметно мельче: порядка 20-40 м (рис. 10).

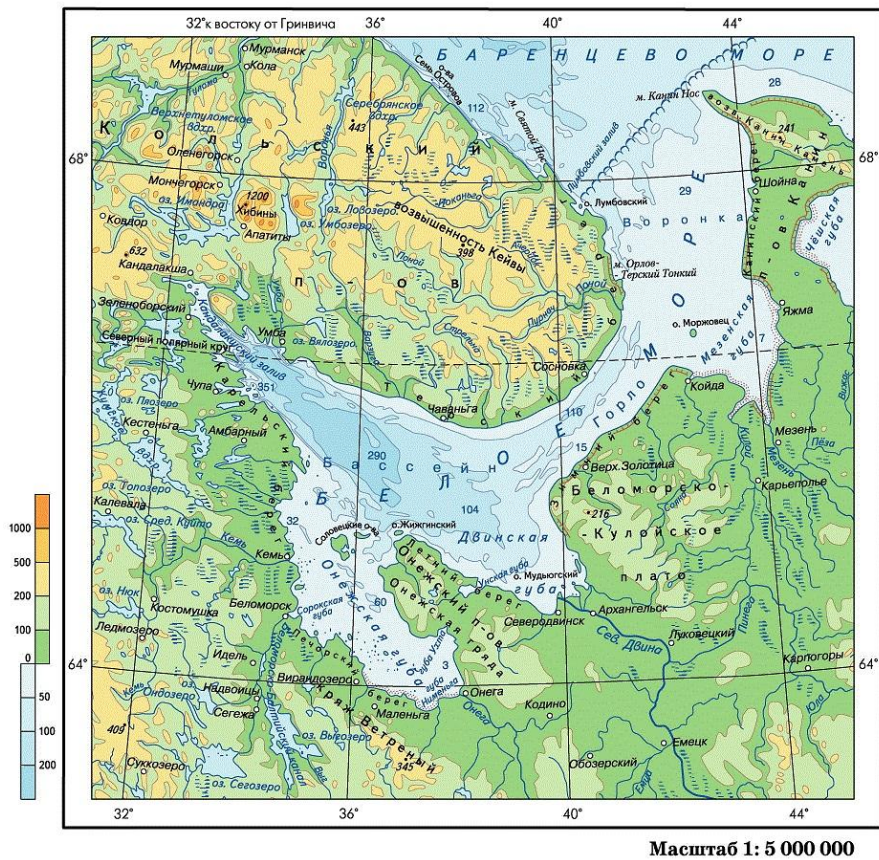


Рисунок 9. Физическая карта Белого моря (<https://geographyofrussia.com/morya-rossii-beloe-more/>).

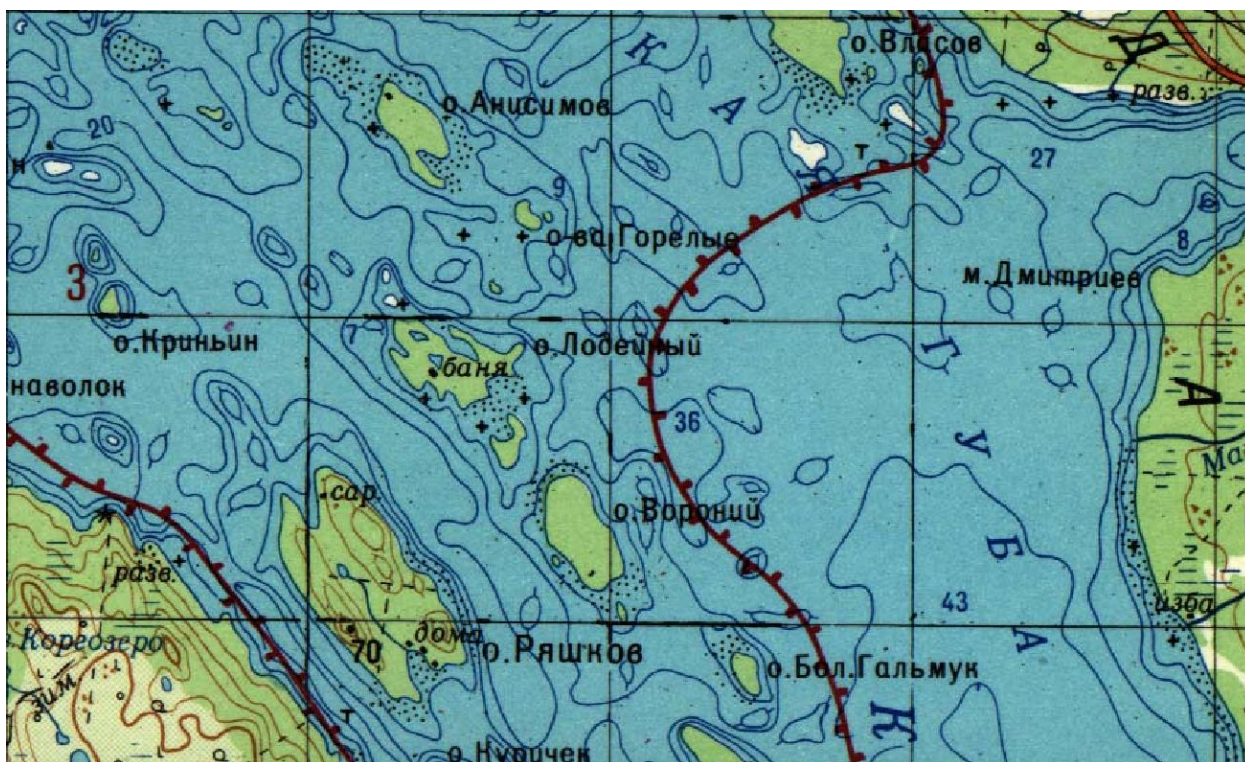


Рисунок 10. Часть физической карты с изображением о. Ряжков и окружающих его акваторий (<https://www.kandalaksha-reserve.org/maps/maps.htm>).

3.3. Природные воды

Кандалакшский залив Белого моря является самым крупным местным водным объектом и у него есть свой гидрологический режим. Летом температура воды в нём в среднем поднимается до 14-15° С, в тёплые годы до 18-20, а в отдельных мелких хорошо прогреваемых, защищённых от ветра и волн бухтах и губах – даже более 25° С. Вода заметно прогревается только до глубины 25 м, далее температура резко падает, а уже после 50-100 метров температура практически постоянна – примерно -1,4° С. Зимой температуры воды верхнего слоя (до 25 м) отрицательные, а в слое ниже от 25 до 50-75 м сохраняется промежуточный слой с температурой около 0° С, в котором часто зимуют теплолюбивые рыбы, например, треска и особенно сельдь. Солёность вод в Кандалакшском заливе ниже, чем, например, в районе Мурманска (23-25‰ против 33-34‰), что объясняется наличием довольно крупных пресных рек (реки Колвица, Канда), проток и меньшим объёмом воды в заливе, чем в открытом море. С увеличением глубины до 150-200 м солёность вырастает до 30‰. У поверхности воды, особенно у устьев рек и ручьёв, солёность может сильно меняться из-за резкого изменения стока воды, например, во время половодья. Приливы и отливы образуют особую приливно-отливную зону вдоль берегов. В Кандалакшский залив они попадают из Баренцева моря через горло Белого моря, и постепенно достигая всех его уголков. В Белом море случается 2 прилива и 2

отлива в сутки, причём сроки их наступления запаздывают по сравнению с предыдущими на 50 минут. В Баренцевом море на Мурманском побережье, откуда волна идёт в Белое море, приливы имеют высоту от 3 и более 5 метров. В Кандалакшском заливе она заметно затухает и в районе Кандалакши она составляет в среднем около 1,8-2 м, максимальная – около 3 м (Карпович, 1988).

Лёд в Кандалакшском заливе образуется в холодные годы в начале октября, в тёплые – в декабре или даже январе. Тает он обычно в мае. Лёд может таять в июле, если во второй половине зимы, весной и в начале лета преобладает северо-восточный ветер, который загоняет в Белое море мощные арктические льды из Баренцева моря, а течения не позволяют им выйти обратно. Такое было, видимо, очень редко, например, в 1966 году. Кандалакшский залив обычно замерзает целиком до Турьего мыса и Кемьлуского архипелага, а в мягкие зимы только до Порьей губы (рис. 9). Лёд на пресных озёрах остаётся дольше и замерзает раньше, это, вероятно, связано с более высокой, чем у морской воды, температурой замерзания, отсутствием сильных морских течений и волн (Карпович, 1988).

По всему Кольскому полуострову и в том числе Кандалакшскому заливу распространены болота (верховые и низинные), под влиянием которых формируются ландшафты, почвы, микроклимат, выравнивается рельеф (рис. 11).



Рисунок 11. Болото на острове Ряжков (https://www.kandalaksha-reserve.org/foto_gallery/photo_biotopy.htm)

На территории заповедника озёр немного, из них самые крупные: Серкинское на Турьем мысу и Большое Кумяжье на острове Великом площадью 33-34 га, глубиной до 10

м. Остальные озёра значительно меньше, хотя и присутствуют группировками на о. Великом (более 30), Оленьем, Лодейном, Бережном Власове и на Ковдском полуострове. В остальных местах они единичны или вообще отсутствуют. Озёра можно разделить на 3 группы:

- относительно глубокие (с глубинами 7-10 м) проточные озёра, питающиеся не только поверхностным стоком, но и подземным способом – бьющими со дна родниками. Имеют прозрачную воду, довольно большое содержание кислорода, в вытекающих из них ручьях может селиться форель (*Salmo trutta* Linnaeus 1758).
- озёра с глубинами 4-7 м, питающиеся только поверхностным стоком. Из-за того, что их не питают донные родники, вода не перемешивается и в придонных слоях оказывается низкая температура (может быть до 10-12° С ниже, чем на поверхности) и малое содержание кислорода.
- малые озёра, большинство из которых относят к типу «чёрные ламбы», они могут быть сточные и бессточные, вода в них поступает из болота, тёмно-коричневая и с низким содержанием кислорода. На дне озёр накапливается мощный слой торфянистого ила (Карпович, 1988).

В центре острова Ряжков находится небольшое (длиной примерно 700 м и шириной 100 м) зарастающее сильно заболоченное озеро, ориентацией на ССЗ. В этом же и ровно противоположном направлении из него вытекают два небольших водотока размерами с речку или ручей. Северный длиной около 500 м, южный – 900 м, каждый из них образует небольшие дельты и бухты, на вид, пробитые в острове за время существования водных потоков, размерами около 400-500 м в длину и 200 в ширину. Эти два водотока переносят в эстуарий большое количество взвешенных частиц, а также кислую болотную воду, что влияет на флору и фауну эстуариев.

3.4. Почвы

Почвы на территории заповедника в основном подзолистые. На мощных рыхлых отложениях на повышениях рельефа образуются иллювиально-гумусовые подзолы. Самые бедные из них располагаются на вершинах, более богатые – по склонам. В нижних частях склонов почвы постепенно заболачиваются, далее переходя в торфяные и перегнойные почвы (Карпович, 1988; <http://soils.narod.ru/taxon/type/a.html>).

На открытых каменных площадках в трещинах сначала развиваются петрозёмы, вероятно, образующиеся в основном из разрушенных подстилающих горных (материнских) пород, остатков закрепившихся растений и лишайников, и частиц,

принесённых ветром. На каменистых отдельных безлесных островах или далеко вдающихся в море мысах встречаются сухоторфяные почвы или похожие на них. Они образуются под водяничным (*Empetrum hermaphroditum* Nagerup – почти везде, очень редко: *Empetrum nigrum* L.) покровом, их мощность от 5 до 30 см (Карпович, 1988; <http://soils.narod.ru/taxon/type/a.html>).

Вдоль морского побережья образуются особенные почвы. В узкой полосе от 1-2 до 40-50 м иногда располагаются приморские луга, их нижнюю границу регулярно подтопляет прилив, а целиком они заливаются только в самые высокие приливы, которые достигают границы с лесом. Эти луга часто испытывают влияние брызг от морских волн, а для почв, соответственно, характерно засоление, переувлажнение и оглеение. Такие почвы назывались маршевыми (Карпович, 1988).

3.5. Растительность

Кандалакшский залив расположен в таёжной природной зоне. Он относится к Кольско-Печорской подпровинции Евразийской таёжной области. Для этой островной и прибрежной территории характерны северотаёжные леса. Острова здесь находятся на разной стадии зарастания лесной растительностью, поэтому островные растительные сообщества могут быть разнообразными. Наиболее частыми в заливе сообществами являются: болота, занимающие более 12% суши, приморские луга, образующиеся вдоль побережий под воздействием морской воды, тундроподобные сообщества, обычно образующиеся на небольших островах. Леса светлые, не только сосняки (рис. 12), но даже ельники (*Picea abies* (L.) Karst. s. l. (*P. obovata* Ledeb., *P. abies* s.str., *P. × fennica* (Regel) Kom.)), это связано с тем, что деревья небольшие и растут разреженно. Часто леса заболочены, как на острове Ряжков (<http://www.kandalaksha-reserve.ru/priroda/klimat-i-landshaft/>).



Рисунок 12. Сосняк-брусничник в Кандалакшском заповеднике (https://www.kandalaksha-reserve.org/foto_gallery/photo_biotopy.htm).

Остров Ряжков, как и многие другие крупные острова северной части Кандалакшского залива, в центральной части покрыт сосново-еловыми лесами с примесью берёзы (*Betula pendula* Roth, *Betula pubescens* Ehrh.), осины (*Populus tremula* L.), рябины (*Sorbus aucuparia* L.), ольхи (*Alnus incana* (L.) Moench s. l.), ивы (*Salix* sp. L.) и в подлеске с примесью можжевельника (*Juniperus communis* L. s. l.). В кустарничковом ярусе в основном водяника (*Empetrum hermaphroditum*), черника (*Vaccinium myrtillus* L.), брусника (*Vaccinium vitis-idaea* L.), голубика (*Vaccinium uliginosum* L.), костяника (*Rubus saxatilis* L.) и багульник (*Ledum palustre* L.) (Карпович, 1988).

Растительность на острове Ряжков изменяется, начиная с середины острова, и заканчивая морским побережьем. В центральной части о. Ряжков находится типичная континентальная растительность для этих широт: смесь сосновых и еловых лесов с кустарничками в подлеске, болотная растительность в понижениях и вокруг озера. Ближе к берегу море оказывает влияние на сообщества, из-за чего они изменяются. Возникает новый тип ПТК – приморские луга, представленный видами злаков и трав, выносящими умеренное засоление, возникающее из-за брызг волн. На самом берегу с литоралью, происходит её разделение на три части: верхнюю литораль, среднюю и нижнюю, находящуюся ближе всех к морю. В верхней литорали обитают виды растений, в

основном способные пережить только временное затопление приливом, например, астра *Aster tripolium* и триостренник *Triglochin maritima*. В средней – периодическое затопление, там в основном – это солерос европейский *Salicornia europaea*. В нижней – постоянное затопление, это в основном бурые водоросли *Ascophyllum nodosum* и *Fucus vesiculosus*.

В целом, в центральной части Рязькова находятся смешанные елово-сосновые леса с кустарничками и мхами в нижних ярусах, а на берегу растительность может сразу переходить в литоральную с солеустойчивыми растениями и водорослями или постепенно, сначала сменяясь разнотравными приморскими лугами.

3.6. Животный мир

Всего в Кандалакшском заповеднике обитает около 160 видов животных, среди них около 21 млекопитающих, 134 птиц, 2 вида рептилий и 3 амфибий. Кроме этого, около 10 видов млекопитающих и 106 видов птиц появляются временно, во время сезонных миграций, инвазий или залётов. Острова – это особая ниша, для постоянного проживания на которой, одним из важных лимитирующих факторов является площадь, которая часто слишком мала для крупных млекопитающих. Поэтому они приходят на них ради кормёжки только временно, пока корм не закончится, и возвращаются, когда он восстановится. На большие острова летом могут перебираться медведь (*Ursus arctos* Linnaeus 1758), лось (*Alces alces* (L. 1758)). Не могут – рысь (*Lynx lynx* (Linnaeus 1758)), россомаха (*Gulo gulo* (Linnaeus 1758)) и волк (*Canis lupus* Linnaeus 1758) – только зимой по льду. На островах могут постоянно обитать все остальные мелкие млекопитающие: лисицы (*Vulpes vulpes* (Linnaeus 1758)), лесные куницы (*Martes martes* (Linnaeus 1758)), горностаи (*Mustela erminea* Linnaeus 1758), ласки (*Mustela nivalis* Linnaeus 1766), американские норки (*Mustela vison* Schreber 1777), белки (*Sciurus vulgaris* Linnaeus 1758), самый распространённый заяц-беляк (*Lepus timidus* Linnaeus 1758), ондатры (*Ondatra zibethicus* (Linnaeus 1766)), куторы (*Neomys fodiens* Pennant 1771), бурозубки (*Sorex sp.* Linnaeus 1758), полёвки (*Clethrionomys sp.* Tilesius 1850) (самая частая – европейская рыжая полёвка (*Clethrionomys glareolus* (Schreber 1780))). Из птиц в лесах встречается глухарь (*Tetrao urogallus* Linnaeus 1758), тетерев (*Lyrurus tetrix* (Linnaeus 1758)), рябчик (*Tetrastes bonasia* (Linnaeus 1758)), белая куропатка (*Lagopus lagopus* (Linnaeus 1758)), синицы (*Parus sp.* Linnaeus 1758), дятлы (*Picidae sp.* Leach 1820), ворон (*Corvus corax* Linnaeus 1758), кукушка (*Perisoreus infaustus* (Linnaeus 1752)), пищуха (*Certhia familiaris* Linnaeus 1758), в некоторые годы чечётки (*Acanthis flammea* (Linnaeus 1758)) и клесты (*Loxia sp.* Linnaeus 1758). В глухих местах – бородастая (*Strix nebulosa* J. R. Forster 1772) и длиннохвостая неясыти (*Strix uralensis* Pallas 1771). У берегов поселяется в

основном серая ворона (*Corvus cornix* Linnaeus 1758) и утиные: гага (*Somateria mollissima*) тысячами, длинноносый крохаль (*Mergus serrator* Linnaeus 1758) сотнями экземпляров и турпан (*Melanitta fusca* (Linnaeus 1758)) десятками. У болот встречаются кулики: фифи (*Tringa glareola* Linnaeus 1758), большой улит (*Tringa nebularia* (Gunnerus 1767)), бекас (*Gallinago gallinago* (Linnaeus 1758)), а также воробьиные: луговой конёк (*Anthus pratensis* (Linnaeus 1758)), луговой чекан (*Saxicola rubetra* (Linnaeus 1758)), камышовая овсянка (*Emberiza schoeniclus* Linnaeus 1758), жёлтая трясогузка (*Motacilla flava* Linnaeus 1758). На безлесных малых островах постоянно встречаются чайки (*Laridae* sp. Rafinesque 1815): сизая чайка (*Larus canus* Linnaeus 1758), серебристая чайка (*Larus argentatus* Pontoppidan 1763), полярная крачка (*Sterna paradisaea* Pontoppidan 1763); кулики (Кулики-сороки (*Haematopus* sp. Bonaparte 1838) и, вероятно, Бекасовые (*Scolopacidae* sp.); отличия из-за обновления классификации) (кулик-сорока (*Haematopus ostralegus* Linnaeus 1758)) и некоторые утки (обыкновенная гага (*Somateria mollissima*)). Они устраивают там гнёзда, так как наземным хищникам туда сложнее добраться. (Карпович, 1988).

Таким образом, местная фауна сильно разнообразна в силу своей приуроченности к морю, включает редкие и охраняемые виды, особенно большое количество птиц, которое обусловило создание заповедника.

4. Источники антропогенного воздействия

4.1. Виды антропогенных воздействий

Антропогенные воздействия представляют из себя всевозможные воздействия, классифицировать такое большое многообразие, как и многие другие крайне сложно. Была предложена, например, классификация Израэля Ю. А. (1980), который разделил их по опасности и выделил устранимые, корректируемые, некорректируемые, угрожающие и катастрофические последствия. Такая классификация определённо имеет свои преимущества, но в геоэкологии гораздо чаще применяется классификация Морачевского В. Г. и Лаврова С. Б., разделяющая воздействия по происхождению. В ней выделяются эмиссионные, параметрические и ландшафтно-деструктивные воздействия (Опекунова, 2016).

Эмиссионные воздействия являются наиболее распространёнными антропогенными воздействиями. Они включают в себя различные изменения в химическом, механическом составе вещества и среды. Наиболее актуальны в последние десятилетия загрязнения нефтяными углеводородами, биогенными элементами, фенолами, соединениями тяжёлых металлов, пестицидами, хлорорганическими соединениями (ДДТ и его метаболитами, ГХЦГ и др.). Опасно загрязнение как воды, необходимой в первую очередь для использования в питьевых целях, так и воздуха – для дыхания – так и почвы, как необходимого компонента для выращивания растительной продукции и питания ими сельскохозяйственных животных (Опекунова, 2016).

Параметрические воздействия объединяют те, которые связаны с изменением физических характеристик окружающей среды, это – тепловые, радиационные, ионизационные и шумовые (Опекунова, 2016). Среди них много тех, которые относительно других крайне мало изучены, не считая радиационные, которые находятся под жёстким наблюдением начиная с примерно 1940-1950х, то есть всего через 40-50 лет после открытия радиации. Явление радиоактивности активно использовалось в быту ещё в 1930х, по тогдашним представлениям являясь элементом будущего, однако спустя несколько десятилетий стало одним из наиболее пугающих на планете. Тепловые воздействия регулируют не во всех развитых странах мира, пытаясь уменьшить изменение температуры окружающей среды человеком. Данное изменение среды возникает в результате работы тепловых и атомных электростанций, обогрева помещений и т.д. Шумовое воздействие также не часто регулируется и изучается, в основном оно связано с различным шумом в городской среде (транспорт, стройка, шумные соседи...). Воздействует как на природу (по большей части на поведение животных), так и на человека. Ионизационное воздействие связано с действием на организм

электромагнитных волн, последствия чего мало изучены, возможно отклонение в психике и поведении. На острове Ряжков сведений о наличии и влиянии каких-либо из параметических воздействий нет. Это можно объяснить тем, что на Ряжкове ведётся строгий режим охраны.

Ландшафтно-деструктивные воздействия связаны с изменением внешнего облика ландшафтов, то есть рельефа, растительного покрова, наличия животного мира, формы водных объектов и т.д. Велико значение городских ландшафтов, по которым не всегда представляется возможным угадать прошлый природный облик и систему его функционирования. Значимы и промышленные ландшафты, как места добычи ресурсов, так и их переработки. (Опекунова, 2016).

На экологическое состояние природных систем острова Ряжков оказывают влияние трансграничный перенос, состояние природных вод в акватории, а также локальные источники, расположенные на острове. В целом, Белое море слабо загрязнено в результате антропогенного воздействия. В то же время Кандалакшский залив входит в тройку наиболее загрязнённых регионов моря (Мохова, 2016). Одним из наиболее показательных компонентов загрязнения водных систем являются донные осадки. Чтобы понимать, что возможно природное происхождение кажущегося на первый взгляд антропогенного явления или процесса, будет полезно выделить и природные источники.

4.2. Ртуть в донных осадках

Ртуть в донных осадках отражает долговременные изменения поступления загрязнений в акваторию. Выделяется 3 стадии загрязнения акватории Белого моря на примере ртути: с времени промышленной революции примерно с 1850х годов до 1930х, с 1930х до 1990х и с 1990х до 2004 (времени отбора проб). В 1930х-1950х активно развивалась энергетика в городе Архангельск, были построены два крупных целлюлозно-бумажных комбината (ЦБК) – Соломбальский ЦБК в конце 1930х и Архангельский ЦБК в начале 1950х (Фёдоров, 2019).

В целом, во всём Белом море ртуть в донных осадках на всех пяти станциях отбора превышала определённое фоновое значение — 0,03 мкг/г, но происходило это в разных глубинных слоях осадков, соответственно загрязнение происходило в разное время. Не было замечено, чтобы концентрации превышали фон на порядок или больше и в общем они различались примерно в 10-20 раз. Наименьшее значение — около 0,006 мкг/кг, наибольшее — около 0,095. Наибольшие значения достигались в центральной части Белого моря рядом с горлом в слое осадков 0-5 см, где в том числе среднее для верхнего слоя было велико и больше 0,05 мкг/кг. Высокие средние концентрации ртути для

нижележащего слоя 5-10 см достигались в Кандалакшском заливе, где среднее находилось в пределах 0,04-0,05 мкг/кг, а в целом значения лежали в диапазоне 0,005-0,05 мг/кг (Фёдоров, 2019).

Важным является тот момент, что за последние годы (20-30 лет) с примерно конца 20 века, концентрация ртути в верхних слоях донных осадков сильно уменьшилось, что связано с уменьшением антропогенной нагрузки на акваторию, то есть уменьшением производства и усовершенствованию технологий и, возможно, очистных сооружений (Фёдоров, 2019).

4.3. Нефтяные углеводороды (НУ)

Источники поступления нефтяных углеводородов (НУ) бывают природные и антропогенные. К антропогенным источникам можно отнести: перевозки нефти, аварии, разливы, морское судоходство, речной сток. К природным: утечки из нефтяных месторождений, эрозия донных осадков, биосинтез в морской воде (Мохова, 2016).

В Кандалакшском заливе крупным источником НУ может быть работающая нефтебаза, расположенная в посёлке Белое море: ЗАО «Беломорская нефтебаза» (рис. 4). Также, это могут быть стоки протёкшего бензина с дороги в море или сначала в реку или ручей, а потом в море.

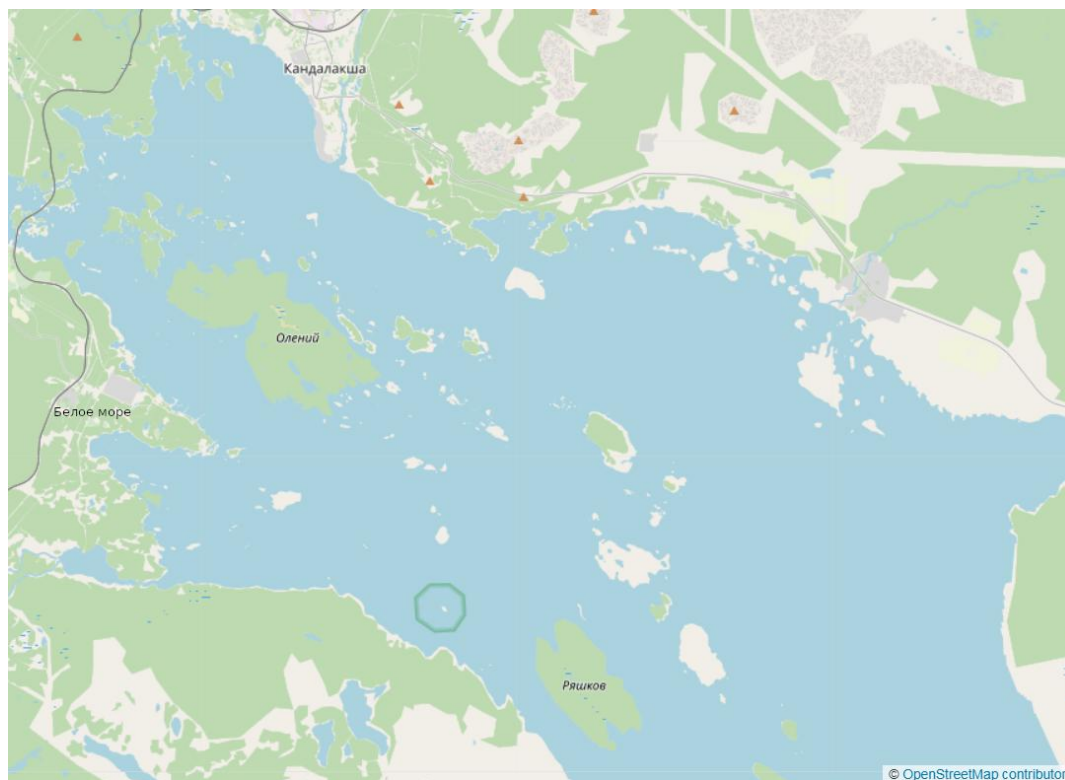


Рисунок 13. Карта-схема верхней части Кандалакшского залива (OpenStreetMap.).

Самым опасным объектом в отношении НУ в Кандалакшском заливе является Беломорская нефтебаза, так как на ней 9 лет назад уже случился разлив нефти и нефтепродуктов, что также может произойти и в будущем. В мае 2011 года на её территории был введён режим локальной чрезвычайной ситуации. На прилегающей акватории в северной части полуострова образовалось пятно нефти и нефтепродуктов общей площадью около 199000 м^2 (далее приводится в 10^6 раз большая цифра, полученная по другим измерениям, в 210 тыс. км^2 , что судя по иллюстрациям (рис. 5) скорее всего опечатка). Общая расчётная площадь, на которой проводили очистку – 9000 м^2 (6000 м^2 береговой полосы и 3000 м^2 акватории Кандалакшского залива). Причина неизвестна, из официальных версий – постепенное просачивание нефтепродуктов в течение многих лет в грунт и почву, а затем с поверхностным стоком попала в залив (Рыбчак, 2011).

По версии Всемирного фонда дикой природы зимой мог произойти разлив, часть которого убрали, а оставшуюся просочившуюся в грунт, почву, снег или лёд – не смогли или не увидели. Летом же поверхность земли оттаяла, после чего все нефтепродукты с поверхностным стоком попали в залив. Получается либо штатная ситуация, либо внештатная. В любом случае нефтебаза может и дальше представлять опасность для окружающих территорий и акваторий. Кроме того, на территории нефтебазы находится пруд, куда сбрасывается собранная эмульсия, он может быть источником постоянного, хоть и слабого загрязнения. Одним из важных моментов было то, что разлившееся пятно почти достигло острова Олений Кандалакшского заповедника, находившегося в 1,5 км от базы. При более крупных авариях пятно может достичь и острова Ряжков и всех других островов заповедника (Рыбчак, 2011).



Рисунок 14. Пятна нефти и нефтепродуктов особо высокой концентрации, выбранные для очистки (площадь около 9 тыс. м², примерные зоны показаны красными кругами), у побережья рядом с нефтебазой

4.4. Тяжёлые металлы (ТМ)

Среди антропогенных источников поступления тяжёлых металлов (ТМ) можно выделить: атмосферные осадки, промышленные отходы, городские, бытовые и промышленные стоки, добыча и выплавка металлов. Природных источников гораздо меньше, только естественная эрозия и стоки с почв (Мохова, 2016).

Наиболее сильными загрязняющими объектами в плане ТМ для Кандалакшского залива, по-моему мнению, являются металлургические комбинаты, расположенные вблизи городов Апатиты и Мончегорск. Они находятся севернее г. Кандалакша, причём г. Мончегорск севернее г. Апатиты. Друг с другом города с комбинатами соединяются одним из самых крупных местных озёр – озером Имандра. Далее по реке Нива через г. Кандалакша загрязнения могут попасть в верхнюю часть залива и далее. Стоит отметить, что в настоящее время река Нива разделена на части с помощью системы плотин с ГЭС (их как минимум 5), и это препятствует распространению загрязнений. Кроме того, понятно из того, что это плотины или озеро, то в них нет быстрого течения, как в реках, и

они скорее будут накапливать ТМ в виде осадков, чем распространять их дальше. Когда количество осажённых элементов будет чрезвычайно велико, тогда они будут активно распространяться дальше и последствия будут плачевные.

Согласно работе Sobelo-García и др. (2006), Кандалакшский залив может быть загрязнён металлами из-за деятельности промышленности на Кольском полуострове, что согласуется с тем, что написано выше. Одним из важных источников загрязнения моря, по их мнению, является растаявший весной снег и лёд, которые попадают в залив напрямую с поверхностным стоком и сильнее с помощью рек, ручьёв во время весеннего паводка (Sobelo-García, 2006). На снег и лёд загрязнение металлами, как и золой, например, может попасть с помощью воздушного переноса (Стародымова, 2016). Зимой он осуществляется дальше и конденсируется летом и осенью из-за осадков и высокой влажности. Таким образом, перенос загрязнений может иметь самые разные формы и преодолевать разные преграды.

4.5. Остальные источники воздействия

Источником биогенных элементов и соединений, в том числе, нитратов NO_3^- , нитритов NO_2^- и аммония NH_4^+ могут быть бытовые стоки из г. Кандалакша и окружающих сёл или деревень, примыкающих к побережью или к рекам или ручьям, впадающим в Кандалакшский залив.

Меньше известно об возможных источниках алюминия, это: атмосферные осадки, сточные воды, растворённые осадочные породы (Мохова, 2016). В атмосферные осадки алюминий может попасть в результате воздушного переноса с дальних территорий: промышленных районов Кольского полуострова или с западных стран в результате Западного воздушного переноса.

Источниками фенолов могут быть стоки с предприятий химической промышленности, например, из г. Кандалакша (Мохова, 2016).

Обнадёживающим выводом является то, что на 2015 год загрязнения Белого моря по НУ, ТМ (медь, цинк, кадмий и свинец), алюминию и фенолам не ограничивают жизнедеятельность морских организмов, на фоне других природных и антропогенных факторов, таких как шторма и сильные колебания температуры и солёности в заливах (Мохова, 2016).

Основными локальными источниками антропогенного воздействия на острове Рязков являются различные объекты жилой застройки (рисунки 13-24).



Рисунок 15. Основание бывшей постройки «Жилой дом № 1»



Рисунок 16. «Жилой дом № 2»



Рисунок 17. Сарай



Рисунок 18. Площадка для складирования золы (в правом нижнем углу в виде зарослей иван-чая *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop.)



Рисунок 19. Место для колки дров



Рисунок 20. Баня, место, где делались описания, относящиеся к «бане»



Рисунок 21. Складская постройка



Рисунок 22. Зброшенное место для складирования бытовых отходов



Рисунок 23. Старый туалет (на переднем плане в виде зарослей малины *Rubus idaeus* L.)



Рисунок 24. Старая вырубка на территории базы



Рисунок 25. Дизельная (слева) и склад нефтепродуктов (выше справа)



Рисунок 26. Место бывшего тента для обработки пуха (в центре)

5. Влияние природных и антропогенных факторов на формирование растительности острова Ряжков Кандалакшского залива

В результате антропогенной нагрузки ПТК изменяются, а особенно сильно это заметно в северных регионах, таких как Мурманская область, в которой находится Кандалакшский заповедник. При одинаковых воздействиях, например, вырубке леса, сообщества в северных районах обычно восстанавливаются дольше. Это, в основном, связано с тем, что здесь заметно меньше тепла поступает от солнца из-за чего здесь суровый холодный климат с длинной зимой и коротким холодным летом. Организмы развиваются медленнее и не образуют сложных биоценозов. Из-за большей уязвимости для сохранения организмов и их среды в ООПТ даже в такой слабозаселённой Мурманской области требуется немало усилий. Чтобы понять характер возможного антропогенного воздействия на компоненты окружающей среды островных систем, нужно было выявить и проанализировать ведущие экологические факторы.

В результате удалось выделить различные природные и антропогенные факторы, воздействующие на растительность литоральной зоны острова Ряжков.

К природным относятся:

- 1) абразия горных пород и плоскостной смыв частиц (влияют на химический, гранулометрический состав почв и илов, то есть субстрата для флоры);
- 2) геологические процессы (в прошлом образование пород, деятельность ледника или отступление моря);
- 3) приливно-отливные явления (формируют одноимённые зоны с периодически изменяющейся влажностью, заливанием берегов и наличием кислорода);
- 4) волновые процессы (сильные волны могут вырывать растения, как минимум нарушая их строение, а кроме того не позволяя вести прикрепленный образ жизни);
- 5) ширина литорали (чем она больше, тем больше видов или экземпляров может произрастать; напрямую связано с уклоном берега);
- 6) наличие двух водотоков (переносят взвешенные частицы с центральной части острова и пресную болотную воду с кислой реакцией в эстуарии);
- 7) солёность воды (в реках и озёрах она ниже, в море же заметно выше);
- 8) температура воды и воздуха (при повышенных значениях части организма могут отмереть);
- 9) засоление почв и грунтов (растения и водоросли впитывают корнями соли и если их содержание будет слишком высоко, то у них может, например, нарушиться обмен веществ);

- 10) Тип живых организмов, особенно растений, центральной части острова (со хвойных деревьев может попадать на берег хвоя, а с однолетних трав – легче разлагаемое сено);
- 11) содержание в грунтах и почвах азота (на местах частых птичьих гнездований его содержание может быть чрезмерным для растений, а чаще может даже стимулировать их рост);
- 12) недостаток кислорода или влаги (во время пережидания прилива или наоборот отлива).

К антропогенным относятся:

- 13) аварии и внештатные ситуации на нефтебазе у посёлка Белое (морской порт «Витино») и поверхностный сток с дорог, как источники нефтяных углеводородов;
- 14) городские, бытовые и промышленные стоки из таких городов как Апатиты и Мончегорск, а также атмосферные осадки и трансграничный перенос, как источник тяжёлых металлов;
- 15) городские и бытовые стоки г. Кандалакша и ближайших прибрежных населённых пунктов, как источник органики (нитратов NO_3^- , нитритов NO_2^- , аммония NH_4^+) и самых разнообразных загрязнителей;
- 16) стоки с предприятий химической промышленности, как источник фенолов.
- 17) поступление загрязняющих веществ при трансграничном переносе воздушных масс.

Можно сказать, что рядом с территорией острова Ряжков отсутствуют очень крупные источники загрязнения, самыми значимыми из них могут быть г. Кандалакша, комбинаты в г. Апатиты и Мончегорск. В то же время влияние комбинатов может быть не таким сильным из-за большого озера Имандра, через которое должны проходить возможные сбросы, и которое действует как накопитель осадков. Поэтому наибольшее значение на о. Ряжков скорее всего имеют природные факторы.

6. Принципы и основы биоиндикации

Биоиндикационные методы удобны своей быстротой, точностью и показательностью оценки, однако у них есть и свои минусы: возможно и довольно часто ситуация бывает неоднозначной, а иногда и вовсе неопределённой, в таких случаях страдает и точность.

В данной главе изложены принципы и основы биоиндикации, определения, классификации, виды антропогенных воздействий, а также подробнее те из них, которые были исследованы на о. Рязков (Опекунова, 2016).

6.1. Бионидикатор и объект индикации

Важнейшими понятиями в биоиндикации являются понятия «биоиндикатор» и «объект индикации». Биоиндикатором считается живой организм, который имеет характерную реакцию на изменение окружающей среды. Объектом индикации в таком случае являются природные тела, их свойства и процессы, связанные с ними. Параметры, характеризующие изменения в объектах индикации принято называть индикаторами.

На биоиндикаторы влияют многочисленные факторы, при этом необходимо учитывать и различать антропогенную и природную составляющую, чтобы не допустить ошибку во время установления биоиндикатора. Внешние глобальные факторы, участвующие в биогеохимическом круговороте разделяют на антропогенные и природные – зональные и азональные (рис. 27). На рисунке 28 представлена значимость зональных и азональных факторов при различной степени нагрузки.



Рисунок 27. Факторы, определяющие интенсивность биогеохимического круговорота.

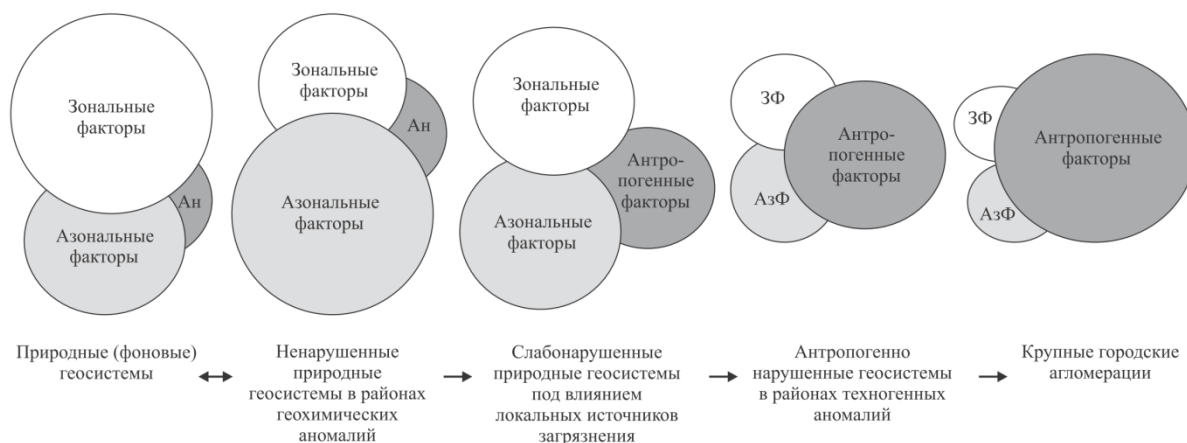


Рисунок 28. Значимость зональных (ЗФ) и азональных (АзФ) факторов в биогеохимическом круговороте при различной степени антропогенной нагрузки (Ан) (Опекунова, 2016).

Для упрощения многообразия биоиндикаторов были созданы многочисленные классификации (рис. 29). Положительные биоиндикаторы реагируют на стресс путём увеличения реакции, то есть её характеризующего параметра. Отрицательные – наоборот. Прямые биоиндикаторы реагируют и по ним можно идентифицировать прямое воздействие фактора, а не опосредованное, прошедшее через многие другие звенья, как в случае косвенных. Разделение биоиндикаторов по масштабу действия приводит к панареальным, то есть глобальным, региональным – индицирующим должным образом в частях страны или материка, и локальным – местным. Аэрофотогеничные биоиндикаторы можно обнаружить в ходе аэроисследований, а ультрадеципиентные – только в результате детальных наземных работ. При использовании в исследованиях нескольких индикационных признаков, говорят о том, что биоиндикатор комплексный, в случае одного признака – частный. Специфический биоиндикатор даёт чёткое представление о том, какой фактор повлиял на вызванное изменение, в случае многих возможных вариантов биоиндикатор называется неспецифическим.

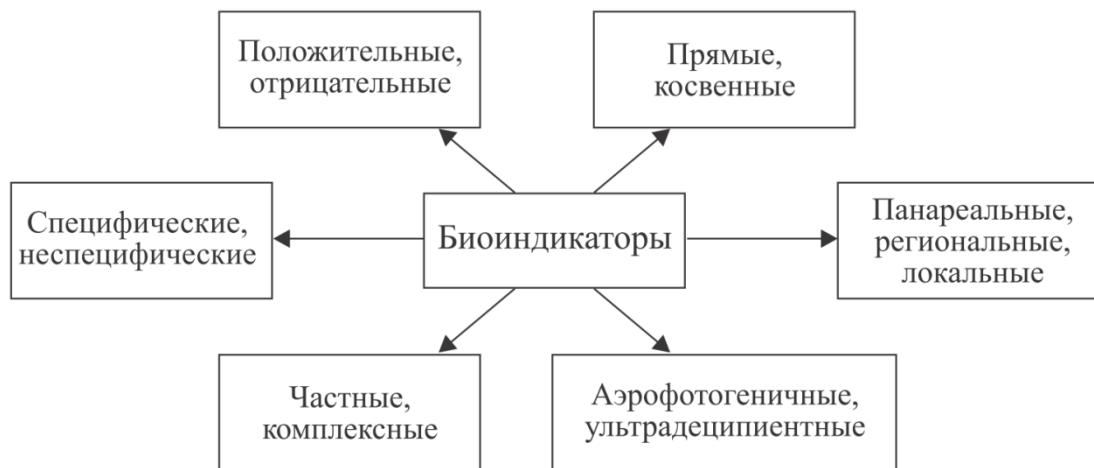


Рисунок 29. Классификация биоиндикаторов (Опекунова, 2016).

Биоиндикационные признаки разделяются по уровням организации биосистем (рисунок 30). Выделяют следующие уровни: фитоценотический, популяционный, организменный, клеточный и молекулярный. Для организменного уровня признаками будут: виды-индикаторы, разнообразие видов, плотность популяции, половой состав и другие. Для молекулярного уровня биоиндикационным признаком будет в основном химический состав клетки.



Рисунок 30. Общая схема биоиндикационных признаков (Опекунова, 2016).

В качестве биоиндикационных признаков для растений часто используют хлороз (пожелтение тканей) и некроз (отмирание тканей). Для быстрой оценки состояния древесной растительности был разработан специальный бонитировочный шкалы, с помощью которых учёный может с помощью одного лишь осмотра вида дать класс некроза листьям, хвое или побегам дерева и тут же определить степень нарушенности территории (рис. 31-32).

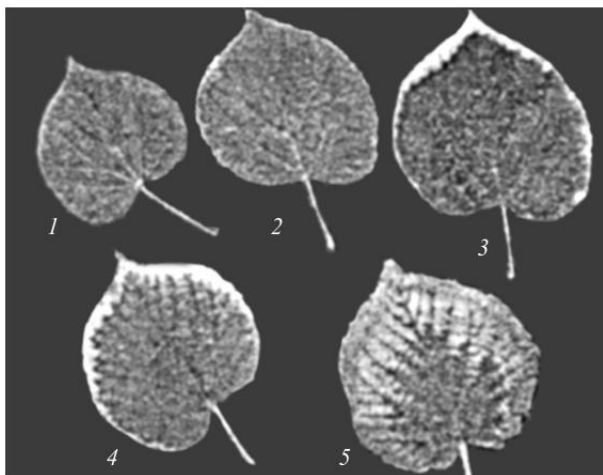


Рисунок 31. Бонитировочная шкала краевых некрозов листьев.

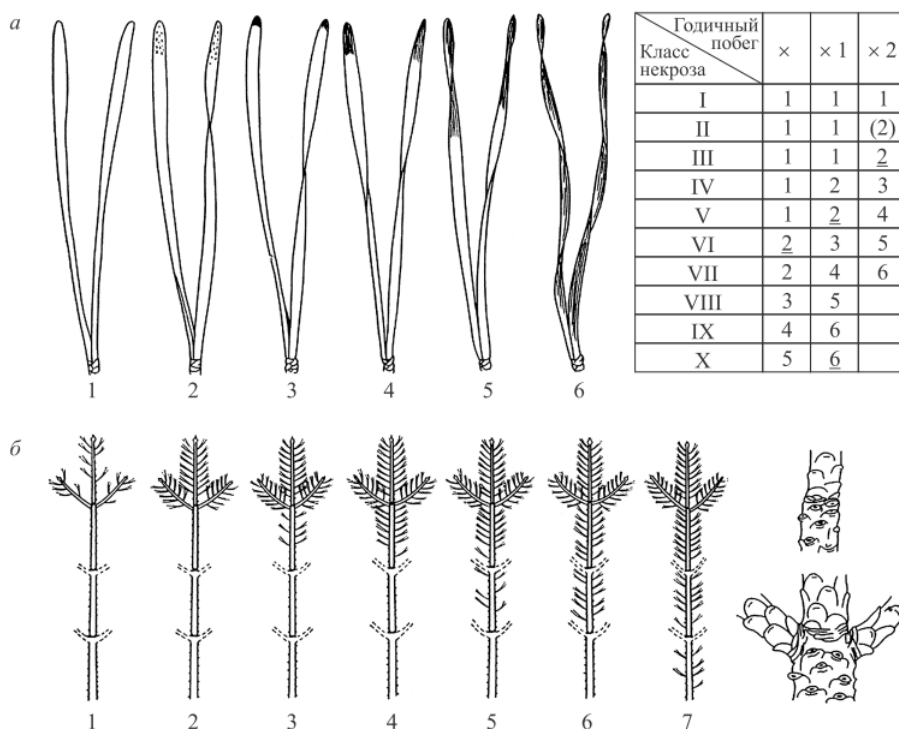


Рисунок 32. Бонитировочная шкала некрозов (*a*) и продолжительности жизни сосновой хвои (*б*) (Jäger, 1980).

Для биоиндикаторов была разработана шкала достоверности индикации с целью определения среди большого перечня биоиндикаторов те, которые можно уверенно использовать в будущем и настоящем и убрать те, которые недостаточно часто себя проявили и потому не могут быть использованы в качестве достоверных.

Шкала достоверности индикации по Викторову и др., 1962

Число случаев, % от N		Степень достоверности
Совместные встречи	Индикатор встречен вне объекта индикации	
100	0	Наивысшая (абсолютный индикатор)
90	10	Высокая (верный индикатор)
75-90	10-25	Достаточная (удовлетворительный индикатор)
60-75	25-40	Низкая (сомнительный индикатор)
60	40	Ничтожная (индикация невозможна)

6.2. Биоиндикация рекреационной и пастбищной дигрессии

Рекреационная и пастбищные нагрузки кардинально не похожи по происхождению, но мало отличаются по воздействию на ландшафты. Рекреационную нагрузку на ландшафты можно наблюдать в местах большого скопления людей, прибывших в места отдыха или оздоровления. Это парки, сады, берега рек, озёр, горы, памятники культуры и истории на открытом воздухе, и т.д. Пастбищная нагрузка напротив производится не людьми, а домашними животными, находящимися на выпасе на открытом воздухе. У рекреационной и пастбищной дигрессии существуют следующие признаки:

- уплотнение и изменение физических свойств почвы;
- механическое повреждение растений;
- замусоривание, удобрение или загрязнение экскрементами;
- обжигание пламенем и изменению кострищами.

В ходе работы была исследована нагрузка на ландшафты, больше всего по воздействию похожая на рекреационную, так как она была обусловлена в подавляющем числе случаев (57 из 77 – 74%) напрямую вытаптыванием человека. В то же время можно исключить признаки рекреационной и пастбищной дигрессии, кроме «уплотнения и изменения физических свойств почвы» и «механического повреждения растений». Замусоривание было сведено к минимуму в связи со строгим режимом заповедника и дисциплиной участников экспедиций, загрязнение экскрементами тем более минимально,

хотя и возможно. Разведение костров на исследуемой базе категорически запрещалось, учитывая что было строгое наблюдение за тем, чтобы посетители базы передвигались исключительно по отведённым путям.

Для оценки рекреационной нагрузки используют различные показатели, чаще всего – снижение продуктивности фитоценозов в общем для сообщества и радиальный прирост деревьев для лесных насаждений.

6.3. Биоиндикация изменения кислотности почв

Кислотность – одна из важных характеристик почв. Она отвечает за подвижность химических элементов в почве, способность на ней выростать флоре и выживать в ней фауне. Кислотность зависит от содержания в почве H^+ Al^{3+} и рассчитывается по величине рН – отрицательному логарифму концентрации ионов H^+ в почве. рН изменяется от 0 до 14, и характеризует кислые и щелочные условия, соответственно. Крайние значения рН показывают то, что измеренное вещество антропогенного происхождения, так как границами природного рН считаются от 2,5 до 12,5. Разные виды животных и растений предпочитают разные кислотные условия. Для флоры была разработана специальная классификация. Ацидофилы – растения, произрастающие на кислых почвах, базифилы – на щелочных почвах, а нейтрофилы – на почвах с нейтральной реакцией.

6.4. Биоиндикация загрязнения биогенными элементами

Биогенными элементами являются те, которые чаще всего встречаются в структуре клеток организмов или играют важную роль в жизни клеток. К основным таким элементам относят азот, фосфор и калий, в данном случае не считая углерода, водорода и кислорода, так как они образуют загрязняющие соединения с другими элементами и часто не в чистом виде. В небольших и достаточных концентрациях они жизненно необходимы организмам, однако в промышленных концентрациях могут принести огромный вред природе. Азот, фосфор и калий часто используются в удобрениях, также они часто обнаруживаются в сбросах вод с производств, а также в выбросах.

6.5. Биоиндикация загрязнения нефтью и нефтепродуктами

Загрязнение нефтью и нефтепродуктами является одним из наиболее распространённых. Подвержены этому загрязнению районы добычи, переработки нефти и нефтеуглеводородов (НУ), а также места их применения, то есть все обочины дорог автомобильных трасс. Остров Ряжков располагается на пути транспортировки НУ на базу, так что возможно загрязнение острова в связи со случайными потерями-протечками,

однако визуально такого загрязнения обнаружено не было. В результате добычи, транспортировки и использования НУ в природную среду попадает около 2% добытого ресурса, что говорит о немалых потерях и нагрузке на окружающую среду. Для очищения почвы микроорганизмами от НУ требуется 10-25 лет. В результате загрязнения страдает растительный покров на суше, в большей степени водная флора и фауна в связи с изменением поступления солнечного света и кислорода на глубину.

7. Виды растения-индикаторы антропогенной нагрузки на острове Рязков

Кандалакшского заповедника

В результате канонического корреляционного анализа был составлен график, на котором красными буквами написаны сокращения названий растений – первые 3 буквы родового и видового названия. Фиолетовыми стрелками показаны векторы, отвечающие за действие на виды факторов, чем длиннее вектор – тем больше действие, чем ближе название вида к вектору – тем больше вид подвержен действию именно этого фактора и соответственно тем он более точный индикатор этого фактора. У векторов есть и обратное действие – отрицательное – в сторону стрелки значение вектора увеличивается, а в обратную – уменьшается.

На графике видна неоднородность распределения видов: видно 2 группы, справа одна крупная почти из всех видов и слева вторая всего из 3 видов. Большинство видов не удастся отнести к какой-либо группе индикаторов. Стоит отметить, что виды, находящиеся на графике рядом с видами-индикаторами также являются индикаторами, но уже в меньшей мере и из-за того возникает сомнение насчёт их надёжности. В таких случаях отбор производится на усмотрение анализирующего.

Проще всего выделить индикаторы ненарушенного природного сообщества, они находятся во второй небольшой группе видов в правой части графика. Группа включает в себя виды *Carex rariflora* (Wahlenb.) Sm., *Oxycoccus palustris* Pers. род *Sphagnum*. Род сфагнум, кроме того включает в себя множество видов, и утверждать, что все виды сфагнумов являются индикаторами чего-либо при описании только нескольких из них на всего лишь 3 площадках стоит с большой осторожностью. Заранее убрать род сфагнум из анализа, возможно привело бы к искажению графика, так как сфагнум имел значительное проективное покрытие (до 30%), а в анализе использовался фактор – ОПП. Оставшиеся же 2 вида: *Carex rariflora* и *Oxycoccus palustris* можно считать индикаторами природных сообществ.

Далее можно различить несколько групп по принадлежности к антропогенной нагрузке: индикаторы антропогенной нагрузки (в нижнем левом углу рядом с концом вектора «dist_natur»), нейтральные индикаторы, которые в свою очередь делятся на: индикаторы, предпочитающие низкое общее проективное покрытие территории и не восприимчивы к антропогенной нагрузке (между векторами «dist_antrop» и «dist_natur» и подальше от центра расхождения векторов) и индикаторы, полностью безразличные к ОПП и антропогенной нагрузке (находящиеся у точки расхождения векторов).

К индикаторам антропогенной нагрузки можно отнести большое число видов,

прилегающих к вектору с левой стороны как от начала, так и до его конца, включая *Solidago virgaurea*. Важно, что виды прилегают с левой стороны вектора, так как с правой будет сильно влияние вектора «dist_antrop». Наиболее целесообразно будет отобрать виды, находящиеся ближе к концу вектора и это будут виды от *Solidago virgaurea* до *Veronica longicana*. Конец группы выбран по веронике, ориентируясь на то, что на таком же уровне находится *Vaccinium myrtillus*, которая будет использована в качестве другого индикатора.

К нейтральным индикаторам, предпочитающим низкое ОПП, можно отнести чернику *Vaccinium myrtillus*, причиной, по которой ей был отдан критерий насчёт низкого ОПП является то, что вектор «opp» (ОПП) направлен в противоположную сторону.

К полностью нейтральным индикаторам можно было бы отнести бруснику *Vaccinium vitis-idaea* и «Green moss» (название для зелёных мхов типа *Pleurozium schreberi*, *Hylocomium splendens*, *Dicranum sp.* и т. д.), но зелёные мхи здесь явно лишние. Целесообразность включения в анализ зелёных мхов объясняется тем, что если бы они оказались хорошими индикаторами антропогенной нагрузки или его отсутствия, то можно было бы предположить, что почти или даже все виды зелёных мхов являются индикаторами. Но в данном случае результат анализа получается неоднозначным, так как они могут быть как нейтральны ко всем факторам, так некоторые виды могут быть индикаторами антропогенной нагрузки, а некоторые наоборот и далее во всевозможных других комбинациях. Поэтому нейтральным индикатором можно считать только бруснику *Vaccinium vitis-idaea*.

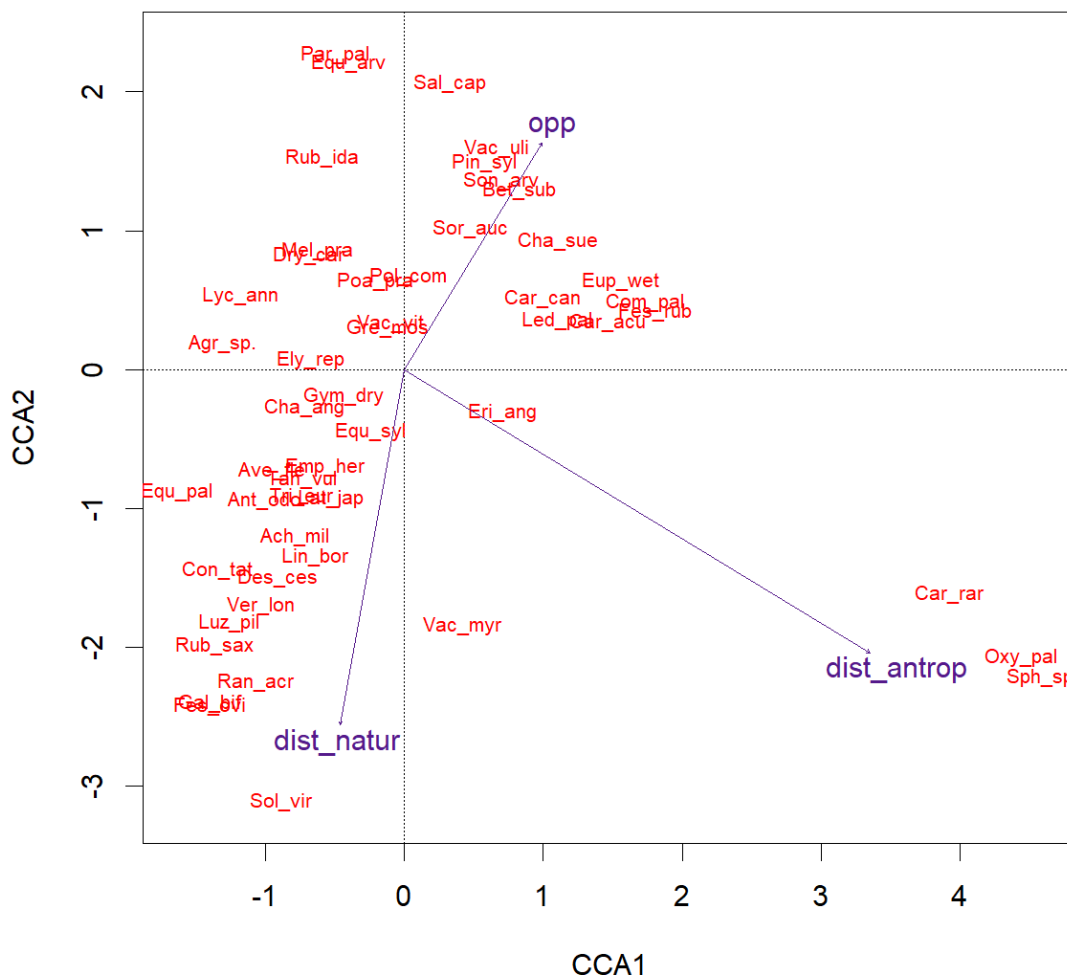


Рисунок 33. Результат анализа данных с применением канонического корреляционного анализа. opp – ОПП (общее проективное покрытие вида), dist_natur – расстояние площадки до ближайшего природного сообщества, dist_antrop – расстояние площадки до ближайшего антропогенного объекта. Сокращения видов растений приведены выше на рисунке 4.

Таким образом, можно выделить виды-индикаторы по степени антропогенной нагрузки. Из наиболее ярких это будут такие группы и виды индикаторов:

- Индикаторы антропогенной нагрузки (*Solidago virgaurea ssp. lapponica*, *Festuca ovina*, *Galeopsis bifida*, *Ranunculus acris*, *Rubus saxatilis*, *Luzula pilosa*, *Veronica longifolia*);
- Индикаторы природных сообществ (*Carex rariflora* и клюква – *Oxycoccus palustris*);
- Нейтральные индикаторы, которые в свою очередь делятся на:
 - Индикаторы с низким ОПП территории (черника – *Vaccinium myrtillus*);
 - Индикаторы, полностью безразличные к ОПП и антропогенной нагрузке

(брусника – *Vaccinium vitis-idaea*).

Важно отметить, что эти индикаторы подходят только для островов и побережий Кандалакшского залива, на смежных территориях их показательность может быть заметно снижена.

В результате сравнения полученных данных с проведёнными в 1956 году крупномасштабными исследованиями Раменского, было выяснено, что из 11 полученных видов индикаторов 7 проявляли себя как устойчивые к пастбищной дигрессии. Это означает, что в условиях повышенного выпаса скота данные виды растений могут выживать и возможно даже свободно сосуществовать с другими устойчивыми видами. Как уже говорилось выше в главе 6.2 «Биоиндикация рекреационной и пастбищной дигрессии», пастбищная дигрессия по большинству признакам похожа на рекреационную нагрузку от человека, к которой наиболее близка антропогенная нагрузка в данной работе на о. Ряжков. Устойчивыми к пастбищной дигрессии по Раменскому являлись: *Solidago virgaurea*, *Festuca ovina*, *Rubus saxatilis*, *Ranunculus acris*, *Luzula pilosa*, *Veronica longifolia* и брусника (*Vaccinium vitis-idaea*). Среди них наиболее показательным видом-индикатором являлась *Festuca ovina*, которая встречается на нарушенных участках как в массовых, так и в единичных количествах. Интересным фактом является то, что в этом списке видов оказалась брусника, которая исходя из исследований на о. Ряжков является абсолютно нейтральным индикатором. Объяснить это можно местными особенностями территории в Кандалакшском заливе.

Стоит выделить, что виды-индикаторы пастбищной дигрессии в шкалах Раменского не обязаны полностью перекрывать виды рекреационной нагрузки, так как это по происхождению 2 разных типа. Кроме того, в рекреационную нагрузку в методах биоиндикации обычно не включают захламливание территории, устройку свалок (Опекунова, 2016), на тех в свою очередь могут расти сорные виды растений в какой-то степени не исследуемые с помощью методов биоиндикации. К видам-сорнякам мог относиться, например, *Galeopsis bifida*, который произрастал рядом с основанием «Жилого дома №1». Точные выводы можно делать после тщательного анализа литературы на эту тему и сбора дополнительного материала.

8. Заключение

Остров Ряжков Кандалакшского заповедника располагается в северных районах на границе северной тайги и тундр и на берегу Белого моря, и потому имеет особенный морской климат.

Именно исходя из этих особенностей территории можно выделить виды-индикаторы по степени антропогенной нагрузки. Из наиболее ярких это будут такие группы и виды индикаторов:

- Индикаторы антропогенной нагрузки (*Solidago virgaurea ssp. lapponica*, *Galeopsis bifida*, *Festuca ovina*, *Rubus saxatilis*, *Ranunculus acris*, *Luzula pilosa*, *Veronica longifolia*);
- Индикаторы природных сообществ (*Carex rariflora*);
- Нейтральные индикаторы, которые в свою очередь делятся на:
 - Индикаторы с низким ОПП территории (черника – *Vaccinium myrtillus*);
 - Индикаторы, полностью безразличные к ОПП и антропогенной нагрузке (брусника – *Vaccinium vitis-idaea*).

Данные, полученные на острове Ряжков, показали неплохую сходимость с крупномасштабными исследованиями.

Важно отметить, что эти индикаторы подходят только для островов и побережий Кандалакшского залива, на смежных территориях их показательность может быть заметно снижена.

9. Приложения

Приложение 1. Таблица с антропогенными объектами, факторами, влияющими на растительность и типами сообществ.

Площадка №	Название антропогенного объекта	Расстояние до антропогенного объекта, м	ОПП	Сомкнутость	Расстояние до природного сообщества, м	Сообщество
1	жилой дом № 1	1	10	10	5	лесное
2	жилой дом № 1	1	35	0	5	лесное
3	жилой дом № 1	1	40	0	4	лесное
4	жилой дом № 1	2,5	40	0	4	лесное
5	жилой дом № 1	2,5	30	10	5	лесное
6	жилой дом № 1	2,5	20	0	3	лесное
7	жилой дом № 1	2,5	90	0	5	лесное
8	жилой дом № 1	1	40	0	4	лесное
9	жилой дом № 1	1	15	0	4	лесное
10	жилой дом № 1	1	15	30	4	лесное
11	жилой дом № 1	2,5	15	5	3	лесное
12	жилой дом № 1	2,5	15	5	3	лесное
13	жилой дом № 1	2,5	10	50	3	лесное
14	жилой дом № 1	1	15	40	3	лесное
15	жилой дом № 1	1	20	40	8	лесное
16	жилой дом № 1	1	15	0	10	лесное
17	жилой дом № 1	2,5	10	10	9	лесное
18	жилой дом № 1	2,5	20	0	6	лесное
19	жилой дом № 1	2,5	7	0	2	лесное
20	жилой дом № 1	1	20	0	7	лесное
21	жилой дом № 1	1	7	0	8	лесное
22	жилой дом № 1	1	20	0	6	лесное
23	жилой дом № 1	2	15	0	7	лесное
24	жилой дом № 1	2	10	10	11	лесное
25	жилой дом № 1	2	20	0	4	лесное
26	жилой дом № 2	1	80	20	2	лесное
27	жилой дом № 2	1	70	20	2	лесное
28	жилой дом № 2	2,5	80	0	0	лесное
29	жилой дом № 2	2,5	95	38	0	лесное
30	жилой дом № 2	1	80	16	1	лесное
31	сарай	1	40	90	16	лесное
32	сарай	1	60	2	18	лесное
33	сарай	1	85	10	19	лесное
34	сарай	2,5	60	90	17	лесное
35	сарай	2,5	50	0	20	лесное
36	сарай	2,5	80	7	18	лесное
37	площадка для складирования золы	0	100	0	3	болотное
38	площадка для складирования золы	0	95	0	2	болотное
39	место для колки дров	0	5	0	2	болотное
40	место для колки дров	0	15	0	1	болотное
41	место для колки дров	0	2	4	4	болотное
42	баня	1	70	0	1	болотное
43	баня	1	95	0	1	болотное
44	баня	2	100	0	0	болотное
45	баня	2	100	0	0	болотное
46	складская постройка	1	50	70	4	лесное
47	складская постройка	1	50	50	5	лесное
48	складская постройка	2,5	80	80	4	лесное
49	складская постройка	2,5	70	60	3	лесное

50	склад бытовых отходов	0	40	30	1	лесное
51	склад бытовых отходов	0	50	20	3	лесное
52	склад бытовых отходов	0	50	10	0	лесное
53	склад бытовых отходов	0	90	20	2	лесное
54	склад бытовых отходов	0	35	40	0	лесное
55	склад бытовых отходов	0	80	40	0	лесное
56	туалет	0	95	5	4	лесное
57	туалет	0	94	50	2	лесное
58	туалет	0	92	6	6	лесное
59	вырубка	0	95	0	17	лесное
60	вырубка	0	95	0	17	лесное
61	вырубка	0	95	0	16	лесное
62	вырубка	0	95	0	16	лесное
63	вырубка	0	60	0	15	лесное
64	вырубка	0	50	0	15	лесное
65	вырубка	0	36	0	14	лесное
66	вырубка	0	58	0	14	лесное
67	дизельная	1	35	70	2	лесное
68	дизельная	2	50	70	1	лесное
69	дизельная	1	4	40	3	лесное
70	дизельная	2	20	40	2	лесное
71	склад нефтепродуктов	1	90	20	2	лесное
72	склад нефтепродуктов	2	72	30	1	лесное
73	тент по обработке пуха	0	40	36	1	лесное
74	тент по обработке пуха	0	88	23	1	лесное
75	тент по обработке пуха	0	80	20	1	лесное
76	тент по обработке пуха	2	63	60	0	лесное
77	тент по обработке пуха	6	90	10	0	лесное
78	болотное сообщество	3	95	0	0	болотное
79	болотное сообщество	2,5	74	50	0	болотное
80	болотное сообщество	7	100	0	0	болотное
81	болотное сообщество	16	100	0	0	болотное
82	болотное сообщество	5	95	0	0	болотное
83	болотное сообщество	7	95	0	0	болотное
84	болотное сообщество	7	95	0	0	болотное
85	лесное сообщество	5	90	4	0	лесное
86	лесное сообщество	10	90	20	0	лесное

Приложение 2. Таблица с данными о проективном покрытии видов растений на площадках (ниже).

Площадка №	Вид	ПП
1	Salix caprea	0,01
1	Chamaenerion angustifolium	7
1	Ranunculus acris	2
1	Gymnocarpium dryopteris	1
1	Solidago virgaurea	0,01
1	Elytrigia repens	0,01
1	Vaccinium vitis-idaea	0,01
1	Linnaea borealis	0,01
1	Trientalis europaea	0,01
1	Deschampsia cespitosa	0,01
1	Achillea millefolium	0,01
1	Vaccinium myrtillus	0,01
1	Luzula pilosa	0,01
2	Chamaenerion angustifolium	10
2	Gymnocarpium dryopteris	30
2	Linnaea borealis	0,01
2	Melampyrum pratense	0,01
3	Chamaenerion angustifolium	30
3	Gymnocarpium dryopteris	20
3	Vaccinium vitis-idaea	0,01
3	Linnaea borealis	0,01
3	Trientalis europaea	0,01
3	Deschampsia cespitosa	0,01
3	Luzula pilosa	0,01
3	Melampyrum pratense	0,01
3	Galeopsis bifida	0,01
4	Green moss	10
4	Polytrichum commune	20
4	Chamaenerion angustifolium	1
4	Gymnocarpium dryopteris	5
4	Solidago virgaurea	2
4	Linnaea borealis	10
4	Trientalis europaea	0,01
4	Deschampsia cespitosa	5
4	Luzula pilosa	0,01
4	Melampyrum pratense	0,01
5	Green moss	8
5	Chamaenerion angustifolium	10
5	Gymnocarpium dryopteris	1
5	Solidago virgaurea	1
5	Vaccinium vitis-idaea	0,01
5	Linnaea borealis	5
5	Trientalis europaea	0,01
5	Deschampsia cespitosa	5
5	Luzula pilosa	0,01
5	Melampyrum pratense	0,01
5	Avenella flexuosa	1
6	Green moss	7
6	Polytrichum commune	1
6	Sorbus aucuparia	0,01
6	Chamaenerion angustifolium	0,01
6	Gymnocarpium dryopteris	2
6	Vaccinium vitis-idaea	0,01
6	Linnaea borealis	3
6	Trientalis europaea	1
6	Deschampsia cespitosa	1
6	Luzula pilosa	0,01
6	Avenella flexuosa	5

Площадка №	Вид	ПП
7	Green moss	0,01
7	Polytrichum commune	90
7	Salix caprea	2
7	Chamaenerion angustifolium	2
7	Gymnocarpium dryopteris	2
7	Linnaea borealis	1
7	Trientalis europaea	1
7	Deschampsia cespitosa	1
7	Luzula pilosa	0,01
7	Anthoxanthum odoratum	0,01
8	Green moss	5
8	Chamaenerion angustifolium	10
8	Solidago virgaurea	0,01
8	Vaccinium vitis-idaea	10
8	Linnaea borealis	10
8	Trientalis europaea	2
8	Luzula pilosa	0,01
8	Avenella flexuosa	1
8	Anthoxanthum odoratum	1
8	Empetrum hermaphroditum	0,01
9	Green moss	10
9	Solidago virgaurea	0,01
9	Vaccinium vitis-idaea	0,01
9	Linnaea borealis	2
9	Luzula pilosa	0,01
9	Galeopsis bifida	0,01
9	Avenella flexuosa	3
10	Green moss	5
10	Chamaenerion angustifolium	1
10	Vaccinium vitis-idaea	1
10	Linnaea borealis	3
10	Avenella flexuosa	5
11	Green moss	8
11	Vaccinium vitis-idaea	0,01
11	Linnaea borealis	2
11	Trientalis europaea	2
11	Vaccinium myrtillus	2
11	Luzula pilosa	0,01
11	Avenella flexuosa	3
12	Green moss	1
12	Chamaenerion angustifolium	5
12	Solidago virgaurea	0,01
12	Vaccinium vitis-idaea	0,01
12	Trientalis europaea	3
12	Vaccinium myrtillus	1
12	Luzula pilosa	1
12	Avenella flexuosa	5
12	Anthoxanthum odoratum	0,01
13	Green moss	3
13	Vaccinium vitis-idaea	0,01
13	Linnaea borealis	5
13	Avenella flexuosa	2
13	Empetrum hermaphroditum	0,01
14	Chamaenerion angustifolium	10
14	Vaccinium vitis-idaea	2
14	Linnaea borealis	2
14	Deschampsia cespitosa	0,01
14	Vaccinium myrtillus	2

Площадка №	Вид	ПП
14	Melampyrum pratense	0,01
14	Empetrum hermaphroditum	0,01
15	Salix caprea	2
15	Chamaenerion angustifolium	15
15	Ranunculus acris	0,01
15	Vaccinium vitis-idaea	2
15	Linnaea borealis	1
15	Deschampsia cespitosa	0,01
15	Vaccinium myrtillus	3
15	Melampyrum pratense	0,01
16	Chamaenerion angustifolium	10
16	Ranunculus acris	0,01
16	Elytrigia repens	0,01
16	Vaccinium vitis-idaea	5
16	Linnaea borealis	1
16	Trientalis europaea	0,01
16	Deschampsia cespitosa	1
16	Vaccinium myrtillus	0,01
16	Melampyrum pratense	0,01
16	Galeopsis bifida	0,01
17	Green moss	0,01
17	Betula subarctica	2
17	Chamaenerion angustifolium	2
17	Vaccinium vitis-idaea	0,01
17	Linnaea borealis	3
17	Deschampsia cespitosa	0,01
17	Vaccinium myrtillus	0,01
17	Melampyrum pratense	1
17	Avenella flexuosa	0,01
18	Chamaenerion angustifolium	1
18	Vaccinium vitis-idaea	0,01
18	Linnaea borealis	5
18	Deschampsia cespitosa	0,01
18	Vaccinium myrtillus	2
18	Melampyrum pratense	0,01
18	Avenella flexuosa	1
18	Anthoxanthum odoratum	0,01
18	Empetrum hermaphroditum	10
19	Vaccinium vitis-idaea	0,01
19	Linnaea borealis	0,01
19	Vaccinium myrtillus	0,01
19	Empetrum hermaphroditum	7
20	Chamaenerion angustifolium	13
20	Ranunculus acris	0,01
20	Elytrigia repens	0,01
20	Trientalis europaea	1
20	Luzula pilosa	1
20	Veronica longifolia	0,01
20	Poa pratensis	5
20	Conioselinum tataricum	0,01
21	Salix caprea	0,01
21	Chamaenerion angustifolium	5
21	Ranunculus acris	0,01
21	Trientalis europaea	0,01
21	Luzula pilosa	0,01
21	Galeopsis bifida	0,01
21	Poa pratensis	2
21	Conioselinum tataricum	0,01

Площадка №	Вид	ПП
22	Chamaenerion angustifolium	15
22	Ranunculus acris	1
22	Elytrigia repens	2
22	Linnaea borealis	0,01
22	Trientalis europaea	1
22	Veronica longifolia	0,01
22	Poa pratensis	1
22	Conioselinum tataricum	2
23	Salix caprea	0,01
23	Chamaenerion angustifolium	3
23	Ranunculus acris	0,01
23	Elytrigia repens	1
23	Trientalis europaea	2
23	Deschampsia cespitosa	2
23	Luzula pilosa	1
23	Veronica longifolia	0,01
23	Poa pratensis	5
23	Tanacetum vulgare	0,01
24	Green moss	0,01
24	Solidago virgaurea	3
24	Vaccinium vitis-idaea	0,01
24	Linnaea borealis	0,01
24	Deschampsia cespitosa	2
24	Achillea millefolium	0,01
24	Vaccinium myrtillus	0,01
24	Luzula pilosa	0,01
24	Melampyrum pratense	0,01
24	Avenella flexuosa	1
24	Poa pratensis	2
25	Chamaenerion angustifolium	10
25	Ranunculus acris	7
25	Solidago virgaurea	1
25	Linnaea borealis	0,01
25	Trientalis europaea	0,01
25	Veronica longifolia	0,01
25	Poa pratensis	3
25	Conioselinum tataricum	0,01
25	Tanacetum vulgare	0,01
26	Green moss	10
26	Elytrigia repens	0,01
26	Vaccinium vitis-idaea	30
26	Melampyrum pratense	0,01
26	Avenella flexuosa	0,01
26	Tanacetum vulgare	0,01
26	Agrostis sp.	0,01
27	Green moss	30
27	Elytrigia repens	1
27	Vaccinium vitis-idaea	50
27	Achillea millefolium	0,01
27	Luzula pilosa	0,01
27	Avenella flexuosa	1
27	Tanacetum vulgare	0,01
27	Agrostis sp.	0,01
28	Green moss	29
28	Ranunculus acris	0,01
28	Vaccinium vitis-idaea	50
28	Linnaea borealis	30
28	Trientalis europaea	3

Площадка №	Вид	ПП
28	Achillea millefolium	0,01
28	Luzula pilosa	0,01
28	Melampyrum pratense	0,01
28	Avenella flexuosa	4
28	Empetrum hermaphroditum	1
29	Green moss	40
29	Sorbus aucuparia	0,01
29	Vaccinium vitis-idaea	80
29	Trientalis europaea	10
29	Melampyrum pratense	0,01
29	Avenella flexuosa	0,01
29	Empetrum hermaphroditum	3
29	Conioselinum tataricum	0,01
29	Agrostis sp.	0,01
30	Green moss	40
30	Sorbus aucuparia	1
30	Ranunculus acris	0,01
30	Elytrigia repens	5
30	Vaccinium vitis-idaea	0,01
30	Linnaea borealis	40
30	Trientalis europaea	10
30	Melampyrum pratense	0,01
30	Avenella flexuosa	20
30	Veronica longifolia	0,01
30	Poa pratensis	10
31	Chamaenerion angustifolium	10
31	Vaccinium vitis-idaea	10
31	Linnaea borealis	20
31	Trientalis europaea	2
31	Festuca ovina	0,01
31	Vaccinium myrtillus	0,01
32	Green moss	2
32	Chamaenerion angustifolium	10
32	Solidago virgaurea	1
32	Vaccinium vitis-idaea	20
32	Linnaea borealis	40
32	Trientalis europaea	2
32	Deschampsia cespitosa	1
32	Avenella flexuosa	0,01
33	Green moss	13
33	Sorbus aucuparia	0,01
33	Chamaenerion angustifolium	10
33	Ranunculus acris	1
33	Vaccinium vitis-idaea	20
33	Linnaea borealis	70
33	Trientalis europaea	2
33	Festuca ovina	0,01
33	Deschampsia cespitosa	0,01
33	Luzula pilosa	0,01
33	Melampyrum pratense	5
33	Agrostis sp.	0,01
33	Lathyrus japonicus	0,01
34	Vaccinium vitis-idaea	5
34	Linnaea borealis	25
34	Trientalis europaea	5
34	Green moss	0,01
34	Chamaenerion angustifolium	7
34	Luzula pilosa	0,01

Площадка №	Вид	ПП
34	Melampyrum pratense	0,01
34	Vaccinium myrtillus	30
34	Festuca ovina	0,01
34	Lathyrus japonicus	1
35	Vaccinium vitis-idaea	10
35	Linnaea borealis	40
35	Trientalis europaea	4
35	Green moss	9
35	Chamaenerion angustifolium	5
35	Polytrichum commune	0,01
35	Festuca ovina	0,01
35	Solidago virgaurea	2
36	Vaccinium vitis-idaea	10
36	Linnaea borealis	30
36	Trientalis europaea	10
36	Green moss	1
36	Chamaenerion angustifolium	5
36	Luzula pilosa	0,01
36	Vaccinium myrtillus	50
36	Festuca ovina	0,01
36	Lathyrus japonicus	1
37	Trientalis europaea	0,01
37	Chamaenerion angustifolium	70
37	Deschampsia cespitosa	3
37	Comarum palustre	5
37	Sonchus arvensis	5
37	Equisetum arvense	70
38	Chamaenerion angustifolium	20
38	Deschampsia cespitosa	3
38	Poa pratensis	1
38	Chamaepericlymenum suecicum	20
38	Comarum palustre	5
38	Sonchus arvensis	30
38	Equisetum arvense	70
38	Euphrasia wettsteinii	5
38	Parnassia palustris	3
39	Equisetum sylvaticum	3
39	Equisetum palustre	0,01
39	Carex canescens	1
39	Eriophorum angustifolium	0,01
40	Trientalis europaea	1
40	Melampyrum pratense	0,01
40	Chamaepericlymenum suecicum	10
40	Betula subarctica	0,01
40	Pinus sylvestris	0,01
40	Equisetum sylvaticum	0,01
40	Equisetum palustre	1
40	Carex canescens	1
40	Eriophorum angustifolium	3
41	Vaccinium vitis-idaea	1
41	Poa pratensis	0,01
41	Equisetum sylvaticum	1
41	Equisetum palustre	0,01
42	Trientalis europaea	1
42	Chamaenerion angustifolium	60
42	Poa pratensis	50
42	Chamaepericlymenum suecicum	15
42	Betula subarctica	10

Площадка №	Вид	ПП
42	Carex acuta	10
42	Equisetum arvense	5
43	Chamaenerion angustifolium	40
43	Poa pratensis	30
43	Chamaepericlymenum suecicum	3
43	Comarum palustre	30
43	Equisetum arvense	30
44	Trientalis europaea	0,01
44	Chamaenerion angustifolium	5
44	Chamaepericlymenum suecicum	50
44	Comarum palustre	0,01
44	Salix caprea	100
44	Carex acuta	3
44	Equisetum arvense	1
44	Parnassia palustris	0,01
45	Trientalis europaea	7
45	Chamaenerion angustifolium	3
45	Avenella flexuosa	5
45	Chamaepericlymenum suecicum	1
45	Betula subarctica	80
45	Comarum palustre	5
45	Salix caprea	5
45	Carex acuta	3
45	Sonchus arvensis	0,01
45	Equisetum arvense	3
45	Euphrasia wettsteinii	0,01
45	Carex canescens	3
46	Vaccinium vitis-idaea	1
46	Linnaea borealis	0,01
46	Trientalis europaea	0,01
46	Green moss	3
46	Chamaenerion angustifolium	7
46	Luzula pilosa	0,01
46	Gymnocarpium dryopteris	45
47	Vaccinium vitis-idaea	0,01
47	Linnaea borealis	0,01
47	Trientalis europaea	0,01
47	Green moss	0,01
47	Chamaenerion angustifolium	10
47	Luzula pilosa	1
47	Poa pratensis	0,01
47	Gymnocarpium dryopteris	40
47	Lycopodium annotinum	0,01
47	Rubus idaeus	1
47	Dryopteris carthusiana	10
48	Linnaea borealis	8
48	Trientalis europaea	2
48	Green moss	0,01
48	Chamaenerion angustifolium	5
48	Luzula pilosa	0,01
48	Vaccinium myrtillus	0,01
48	Poa pratensis	0,01
48	Gymnocarpium dryopteris	80
48	Lycopodium annotinum	0,01
48	Rubus idaeus	4
49	Vaccinium vitis-idaea	0,01
49	Linnaea borealis	5
49	Trientalis europaea	2

Площадка №	Вид	ПП
49	Green moss	0,01
49	Chamaenerion angustifolium	2
49	Luzula pilosa	1
49	Gymnocarpium dryopteris	70
50	Vaccinium vitis-idaea	10
50	Linnaea borealis	25
50	Trientalis europaea	2
50	Green moss	4
50	Chamaenerion angustifolium	4
50	Luzula pilosa	0,01
50	Conioselinum tataricum	1
51	Vaccinium vitis-idaea	2
51	Linnaea borealis	30
51	Trientalis europaea	5
51	Green moss	5
51	Chamaenerion angustifolium	10
51	Luzula pilosa	2
51	Avenella flexuosa	0,01
51	Ranunculus acris	0,01
51	Lycopodium annotinum	0,01
51	Rubus saxatilis	3
52	Vaccinium vitis-idaea	3
52	Linnaea borealis	0,01
52	Trientalis europaea	1
52	Green moss	31
52	Avenella flexuosa	10
52	Vaccinium myrtillus	1
52	Lycopodium annotinum	40
53	Vaccinium vitis-idaea	6
53	Linnaea borealis	20
53	Trientalis europaea	6
53	Green moss	100
53	Luzula pilosa	0,01
53	Vaccinium myrtillus	0,01
53	Polytrichum commune	1
54	Vaccinium vitis-idaea	5
54	Linnaea borealis	1
54	Trientalis europaea	4
54	Green moss	21
54	Luzula pilosa	1
54	Avenella flexuosa	15
54	Vaccinium myrtillus	1
54	Lycopodium annotinum	4
55	Vaccinium vitis-idaea	8
55	Linnaea borealis	0,01
55	Trientalis europaea	2
55	Green moss	73
55	Vaccinium myrtillus	1
56	Vaccinium vitis-idaea	4
56	Trientalis europaea	4
56	Chamaenerion angustifolium	2
56	Rubus idaeus	90
56	Dryopteris carthusiana	16
57	Vaccinium vitis-idaea	9
57	Linnaea borealis	39
57	Trientalis europaea	8
57	Green moss	46
57	Chamaenerion angustifolium	2

Площадка №	Вид	ПП
57	Polytrichum commune	38
57	Rubus idaeus	18
58	Green moss	1
58	Chamaenerion angustifolium	4
58	Polytrichum commune	0,01
58	Gymnocarpium dryopteris	39
58	Rubus idaeus	90
59	Vaccinium vitis-idaea	16
59	Linnaea borealis	80
59	Trientalis europaea	10
59	Green moss	40
59	Chamaenerion angustifolium	4
59	Avenella flexuosa	2
59	Vaccinium myrtillus	2
59	Empetrum hermaphroditum	2
59	Polytrichum commune	4
59	Poa pratensis	4
59	Festuca ovina	4
59	Betula subarctica	1
59	Pinus sylvestris	0,01
59	Achillea millefolium	0,01
60	Vaccinium vitis-idaea	17
60	Linnaea borealis	70
60	Trientalis europaea	9
60	Green moss	43
60	Chamaenerion angustifolium	0,01
60	Avenella flexuosa	0,01
60	Melampyrum pratense	0,01
60	Empetrum hermaphroditum	26
60	Polytrichum commune	2
60	Festuca ovina	4
60	Betula subarctica	1
61	Vaccinium vitis-idaea	2
61	Linnaea borealis	16
61	Trientalis europaea	4
61	Green moss	86
61	Empetrum hermaphroditum	72
61	Polytrichum commune	0,01
61	Festuca ovina	0,01
61	Solidago virgaurea	1
61	Pinus sylvestris	0,01
62	Vaccinium vitis-idaea	12
62	Linnaea borealis	32
62	Trientalis europaea	1
62	Green moss	91
62	Empetrum hermaphroditum	62
62	Festuca ovina	0,01
62	Solidago virgaurea	0,01
62	Betula subarctica	0,01
63	Vaccinium vitis-idaea	19
63	Linnaea borealis	24
63	Trientalis europaea	14
63	Green moss	11
63	Avenella flexuosa	1
63	Empetrum hermaphroditum	4
63	Polytrichum commune	2
63	Festuca ovina	2
64	Vaccinium vitis-idaea	16

Площадка №	Вид	ПП
64	Linnaea borealis	27
64	Trientalis europaea	14
64	Green moss	1
64	Avenella flexuosa	12
64	Festuca ovina	4
65	Vaccinium vitis-idaea	14
65	Linnaea borealis	14
65	Trientalis europaea	8
65	Green moss	0,01
65	Chamaenerion angustifolium	0,01
65	Luzula pilosa	2
65	Avenella flexuosa	12
65	Polytrichum commune	0,01
65	Festuca ovina	12
65	Lycopodium annotinum	0,01
65	Rubus saxatilis	1
66	Vaccinium vitis-idaea	12
66	Linnaea borealis	13
66	Trientalis europaea	11
66	Chamaenerion angustifolium	6
66	Luzula pilosa	12
66	Avenella flexuosa	2
66	Deschampsia cespitosa	12
66	Polytrichum commune	0,01
66	Festuca ovina	0,01
66	Betula subarctica	0,01
66	Lycopodium annotinum	4
66	Rubus saxatilis	33
67	Vaccinium vitis-idaea	22
67	Chamaenerion angustifolium	1
67	Empetrum hermaphroditum	12
67	Lathyrus japonicus	2
68	Vaccinium vitis-idaea	20
68	Empetrum hermaphroditum	18
68	Lathyrus japonicus	6
69	Vaccinium vitis-idaea	2
69	Linnaea borealis	1
69	Green moss	2
70	Vaccinium vitis-idaea	3
70	Linnaea borealis	6
70	Trientalis europaea	0,01
70	Green moss	9
71	Vaccinium vitis-idaea	77
71	Green moss	96
71	Melampyrum pratense	4
71	Polytrichum commune	1
71	Salix caprea	1
72	Vaccinium vitis-idaea	50
72	Linnaea borealis	9
72	Trientalis europaea	0,01
72	Green moss	63
72	Melampyrum pratense	4
72	Empetrum hermaphroditum	2
72	Polytrichum commune	0,01
72	Pinus sylvestris	0,01
73	Vaccinium vitis-idaea	37
73	Linnaea borealis	0,01
73	Green moss	0,01

Список литературы

Печатные издания:

- 1) Карпович В.Н. Кандалакшский заповедник. Заповедники СССР. Заповедники Европейской части РСФСР. Ч. I / Под общ. ред. Соколова В.Е., Сыроечковского Е.Е.. М.: Мысль. 1988. С. 20-60.
- 2) Блинова И.В. К характеристике минеротрофных травяных болот в южной части Мурманской области и о необходимости их охраны. Вестник Кольского научного центра РАН, 3/2015(22). 2015. С. 102-114.
- 3) Марфенин Н.Н. Иллюстрированный атлас беспозвоночных Белого моря. М.: Т-во научных изданий КМК. 2006. 312 с.
- 4) Волкова П.А., Абрамова Л.А., Смирнов И.А. и др. Школьные ботанические практики на побережье Белого моря. Методическое пособие. Библиотека журнала «Исследователь/Researcher». 2009. 167 с.
- 5) Цетлин А.Б. Флора и фауна Белого моря: иллюстрированный атлас. М.: Т-во научных изданий КМК. 2010. 471 с.
- 6) Мохова О.Н., Климовский Н.В., Чернова В.Г., Мельник Р.А. О состоянии загрязненности вод Белого моря. Морские биологические исследования: достижения и перспективы. Из-во: ЭКОСИ-Гидрофизика. 2016. С. 163-167.
- 7) Рыбчак Н.В. Ликвидация чрезвычайной ситуации на ЗАО «Беломорская нефтебаза». Земля из космоса: наиболее эффективные решения. Из-во: Инженерно-технологический центр «СКАНЭКС». Москва. №10. 2011. С. 80-83.
- 8) Cobelo-García A., Millward G.E., Prego R., Lukashin V. Metal concentrations in Kandalaksha Bay, White Sea (Russia) following the spring snowmelt. Environmental Pollution. №143. 2006. С. 89-99.
- 9) Стародымова Д.П., Шевченко В.П., Боев А.Г. Вещественный и элементный состав нерастворимых частиц в снеге северо-западного побережья Кандалакшского залива Белого моря. Успехи современного естествознания. Науки о Земле. №12. 2016. С. 449-453.
- 10) Фёдоров Ю.А., Овсепян А.Э., Савицкий В.А. и др. Ртуть в донных осадках Белого моря: распределение, источники и хронология захоронения. Океанология. Том 59. №1. 2019. С. 153-162.
- 11) Опекунова М.Г. Биоиндикация загрязнений: учеб. пособие. – СПб.: Изд-во С.-Петербург. Ун-та, 2016. – 300 с.
- 12) Раменский Л.Г. и др. Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову; ред. Д.Н. Морозов, худ. Р.К. Пахольюк, худ. ред. Л.П. Муштакова, тех. ред.

А.И. Баллод, корр. Е.А. Качелаба. – Москва: Калужская типография областного управления культуры, 1956. – 471 с.

Электронные ресурсы:

- 13) Федеральный закон от 14 марта 1995 г. N 33-ФЗ "Об особо охраняемых природных территориях". С изменениями и дополнениями от 26 июля 2019 года. Статьи 2, 6 и 9. <http://base.garant.ru/10107990/> (дата обращения: 05.05.2020).
- 14) Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации. Кандалакшский государственный заповедник. <http://www.kandalaksha-reserve.ru/> (дата обращения: 24.02.2020).
- 15) Кандалакшский государственный заповедник. <http://www.kandalaksha-reserve.ru/priroda/territoriya/> (дата обращения: 24.02.2020).
- 16) Кандалакшский государственный заповедник. <http://www.kandalaksha-reserve.ru/istoriya-zapovednika/statya-ob-istorii/istoriya/> (дата обращения: 24.02.2020).
- 17) Кандалакшский государственный заповедник. <http://www.kandalaksha-reserve.ru/priroda/klimat-i-landshaft/> (дата обращения: 25.02.2020).
- 18) Министерство природных ресурсов и экологии Мурманской области. Региональные памятники природы Мурманской области. <https://mpr.gov-murman.ru/activities/okhrana-okruzhayushchey-sredy/09.oopt/pp.php> (дата обращения: 24.03.2020).
- 19) Каталог Биоты Беломорской Биологической станции МГУ. Интернет-версия. http://biota.wsbs-msu.ru/wiki/index.php/Заглавная_страница (дата обращения: 03.05.2020).
- 20) Интернет-ГИС. <http://www.openstreetmap.org> (дата обращения: 01.05.2020).
- 21) Энциклопедия. <http://dinoera.com/paleontologiya/istoricheskaya-geologiya/batimetricheskie-oblasti-i-vertikalnaya-zonalnost> (дата обращения: 30.04.2020).
- 22) Encyclopedia of World Geography. <https://geographyofrussia.com/morya-rossii-beloe-more/> (дата обращения: 29.04.2020).
- 23) Кандалакшский государственный заповедник. <https://www.kandalaksha-reserve.org/maps/maps.htm> (дата обращения: 30.04.2020).
- 24) Кандалакшский государственный заповедник. https://www.kandalaksha-reserve.org/foto_gallery/photos_plants.htm (дата обращения: 01.05.2020).

- 25) Кандалакшский государственный заповедник. https://www.kandalaksha-reserve.org/foto_gallery/photo_biotopy.htm (дата обращения: 05.05.2020).
- 26) Википедия, свободная энциклопедия. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Файл:Фукус_пузырчатый_\(Fucus_vesiculosus\).jpg](https://ru.wikipedia.org/wiki/Файл:Фукус_пузырчатый_(Fucus_vesiculosus).jpg) (дата обращения: 01.05.2020).
- 27) Классификация почв России. Почвенный институт им. В.В. Докучаева. <http://soils.narod.ru/taxon/type/a.html> (дата обращения: 06.05.2020).