



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ИНСТИТУТ НАУК О ЗЕМЛЕ  
Кафедра социально-экономической географии и природопользования

РЕКОМЕНДОВАНО К ЗАЩИТЕ  
В ГЭК И ПРОВЕРЕНО НА ОБЪЕМ  
ЗАИМСТВОВАНИЯ  
и.о. заведующей кафедрой  
к.г.н., доцент  
 И. Д. Ахмедова  
 2019 г.

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**  
(магистерская диссертация)

ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ  
ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ЕСТЕСТВЕННЫХ  
ПЕСЧАНЫХ МОРФОСКУЛЬПТУР В СЕВЕРНОЙ ТАЙГЕ (НА ПРИМЕРЕ  
НАДЫМСКОГО РАЙОНА ЯМАЛО-НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО  
ОКРУГА)

05.04.06 Экология и природопользование  
Магистерская программа: «Геоэкология нефтегазодобывающих регионов»

Выполнила работу  
студент 2 курса  
очной формы обучения



Мизов  
Александр  
Сергеевич

Научный руководитель  
к.г.н., доцент



Якимов  
Артём  
Сергеевич

Рецензент  
учёный секретарь  
ИКЗ ТюмНЦ СО РАН  
к.г.-м.н.



Устинова  
Елена  
Валерьевна

г. Тюмень, 2019

## **АННОТАЦИЯ**

В работе рассмотрены эколого-геохимические особенности формирования почвенно-растительного покрова на песчаных отложениях. Рассмотрено развитие почвенных профилей при первичных сукцессиях на песчаных обнажениях. Получены данные о восстановлении растительного покрова на песчаных дюнах, рассчитаны коэффициенты сходства сообществ по Жаккару и экологические структуры сообществ.

Ключевые слова: эоловый рельеф, растительность, подзолы, северная тайга, Западная Сибирь.

## **ANNOTATION**

In this paper ecological and geochemical features of the formation of soil and vegetation cover on sandy deposits are considered. The development of soil profiles in primary successions on sand is considered. Data of the restoration of vegetation on sand dunes is obtained, the Jaccard similarity coefficients communities and the ecological structure of communities are calculated

Key words: sand dunes, vegetation, soil, Northern taiga, Western Siberia.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	4
ГЛАВА 1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА НА ПЕСЧАНЫХ ОБНАЖЕНИЯХ. ГЕНЕЗИС И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПЕСЧАНЫХ МОРФОСКУЛЬПТУР В РАЙОНЕ НАДЫМСКОГО СТАЦИОНАРА .....	7
1.1 Изученность формирования почвенно-растительного покрова на песках южных территорий .....	7
1.2 Изученность формирования почвенно-растительного покрова на песках лесной и тундровой зоны.....	9
1.3 Изученность формирования почвенно-растительного покрова на песках северотаежной подзоны.....	12
1.4 Генезис и современное состояние песчаных морфоскульптур в районе Надымского станции.....	15
Выводы .....	16
ГЛАВА 2 ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЯ .....	18
2.1 Географическое положение стационара.....	18
2.2 Геология, рельеф и многолетнемерзлые породы .....	19
2.3 Климат .....	20
2.4 Гидрография.....	20
2.5 Почвы.....	22
2.6 Растительный покров .....	23
2.7 Животное население.....	23
2.8 Антропогенное воздействие на территории стационара .....	24
Выводы .....	24
ГЛАВА 3 ФОРМИРОВАНИЕ ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА НА ЕСТЕСТВЕННЫХ ПЕСЧАНЫХ МОРФОСКУЛЬПТУРАХ СЕВЕРНОЙ ТАЙГИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ .....	25
3.1 Методика исследований для анализа почвенно-растительного покрова.....	25
3.2 Морфологическое строение почв и растительный покров изучаемых площадок .....	27
3.3 Физико-химические свойства почв.....	40
Выводы .....	44
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	46
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	48

## ВВЕДЕНИЕ

За последние десятилетия в Тюменской области происходят значительные изменения почвенно-растительного покрова, связанные с различными видами хозяйственной деятельности при активизации нефтегазодобывающего, промышленного и сельскохозяйственного производства. Особенно это характерно для Севера Западной Сибири, где все большую актуальность приобретает проблема формирования песчаных участков почти полностью лишенных почв и растительности, появляющихся под воздействием техногенных факторов.

Часто происходит полное уничтожение растительных сообществ в процессе строительства линейных сооружений, населенных пунктов, обустройства нефтяных и газовых месторождений, нередко и частичное изменение сообществ, смена растительных группировок под влиянием изменяющегося уровня грунтовых вод, техногенных аварий и т.д. После этого на территории требуется проведение рекультивационных работ для восстановления стабильного растительного сообщества. Но для понимания этих процессов необходимо изучение естественного формирования почвенно-растительного покрова для северных территорий. Этим объясняется выбор темы данной работы

Практическое значение работы.

Формирования почвенно-растительного покрова в разных географических условиях имеют специфические черты: продолжительность стадий, серийные направления, экологическая и ценотическая структура группировок и ценозов на разных стадиях и т.д. Поэтому проведение анализа на конкретных территориях имеет как теоретический, так и практический аспект.

Полученные данные могут быть использованы для обеспечения рекультивационных и природоохранных мероприятий при проектировании, строительстве и эксплуатации трубопроводов и других техногенных объектов в зоне северной тайги Западной Сибири.

**Цель данной работы:** установить эколого-геохимические особенности формирования почвенно-растительного покрова на естественных песчаных морфоскульптурах северной тайги.

Для достижения цели решались следующие задачи:

1. Рассмотреть особенности формирования растительных сообществ на песках.
2. Описать генезис и современное состояние песчаных морфоскульптур в районе Надымского стационара.
3. Рассмотреть физико-географические условия района исследования

4. Установить эколого-геохимические особенности формирования почвенно-растительного покрова на песчаных отложениях в районе Надымского стационара

**Защищаемые положения:**

- существование устойчивого древостоя, не разрушаемого эоловыми процессами близлежащей дюны, возможно при стабильных геохимических условиях формирования первичных почв на протяжении 100 и более лет, обеспечивающих полноценную переработку органического вещества.

- первичные растительные сукцессии на подветренных участках песчаных дюн однотипны, вначале формируются лиственнично-сосновый древостой, далее к ним добавляется береза. В итоге, через 100-150 лет, формируется березово-сосновый лес с примесью кедра и лиственницы.

**Объект исследования:** почвенно-растительный покров песчаных отложений в районе Надымского стационара.

**Предмет исследований:** особенности формирования почвенно-растительного покрова.

В основу работы положены материалы производственной практики, проходившей на Надымском стационаре, научные публикации, фондовые материалы Института криосферы Земли и НИИ экологии и РИПР ТюмГУ.

В работе использовались общепринятые методики почвенных и геоботанических описаний, рассматривались работы Лоботросовой С.А., Сизова О. С., Коронатовой Н.Г. и других ученых, чьи исследования проводились на аналогичных объектах.

По теме диссертации имеется публикация в журнале «Антропогенная трансформация природной среды» [4].

**Структура и объем работы.** Магистерская диссертация состоит из введения, 3 глав, заключения, списка литературы (38 наименований), содержит 12 таблиц, 20 рисунков, общий объем – 50 страниц текста.

Во введении обосновывается актуальность темы исследования, сформулированы цель и задачи, обозначена новизна исследования, излагаются основные положения, составляющие предмет защиты.

Первая глава посвящена изученности формирования почвенно-растительного покрова на песках, происхождению и современному состоянию дюны на территории Надымского стационара.

Во второй главе рассматриваются физико-географические условия района исследования.

Третья глава содержит описания почвенных разрезов и геоботанических площадок, рассматривается распределение химических элементов в профиле и приводится анализ данных исследований.

В заключении подводятся итоги проведенного исследования.

Благодарность: д.б.н. А.В. Соромотину, к.г.н. Н.В. Жеребятъевой, к.г.н. А.С. Якимову, а также коллективу химико-аналитического комплекса Института физико-химических и биологических проблем почвоведения Пущинского научного центра РАН в проведении физико-химических анализов.

# ГЛАВА 1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА НА ПЕСЧАНЫХ ОБНАЖЕНИЯХ. ГЕНЕЗИС И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПЕСЧАНЫХ МОРФОСКУЛЬПТУР В РАЙОНЕ НАДЫМСКОГО СТАЦИОНАРА

## 1.1 Изученность формирования почвенно-растительного покрова на песках южных территорий

Изучением процесса формирования почвенно-растительного покрова на песках занимались многие ученые. Но основные закономерности процесса более тщательно изучены на примере песков южных территорий, следующими авторами: Шкаранда Ю.С., Корженевский В.В. Федорович Б.А.

Ю.С. Шкаранда и В.В. Корженевский в своей статье пишут, что растительность является главным элементом, с помощью которого можно оценить экологические условия развития ландшафта. Так, на примере популяции *Medicago marina* L. (Люцерна приморская), произрастающей на пересыпи о. Донузлав, авторами была поставлена цель, определить фитоиндикацию экологической амплитуды данной популяции. Для этого авторы определили флористический состав территории, на основе которого проведен расчет экологического диапазона исследуемого вида. Далее через анализ диапазона абиотических факторов (тип криорежима почвы, степень увлажнения и освещения и др.) узнали зону толерантности вида к основным экологическим факторам. К тому же, рассчитывали коэффициент удовлетворенности условий среды для каждого экологического фактора через разницу значений экологического фактора в анализируемом локалитете с оптимальным значением данного фактора. Этот коэффициент помог определить степень благоприятных или негативных условий для произрастания вида. Надо отметить, что чем выше получалось значение коэффициента, тем менее соответствовали условия места произрастания [36].

Таким образом, можно сделать вывод, что метод фитоиндикации экологических шкал – это анализ видового состава растительности и их зависимости от абиотических факторов. Определив условия произрастания того или иного вида растения, можно охарактеризовать не просто само растение, но и место его произрастания, т.е. ландшафт и условия его формирования [36].

Б.А. Федорович, изучавший вопрос о происхождении рельефа аридных территорий и геоморфологических процессах, создающих разные формы рельефа, выделил основные зональные типы проявления процессов перевевания песков. Под перевеванием автор понимает процесс ветрового переноса и отложения материала, при котором дефляция и

аккумуляция, связанные между собой, создают единые формы рельефа. Классификация форм рельефа песков, связанных с режимом ветров, выглядит следующим образом [33].

1. Сплошное постоянное (круглогодичное) интенсивное равномерное перевевание оголенных песков (тропический или барханный тип). Этот тип характерен для сухих пустынь с сильными ветрами, где отсутствует дернинный покров и кустарники редки. Для барханного типа перевевания характерно распространение крупных форм песчаных скоплений и развитие таких форм рельефа, как комплексные поперечные ветру барханы и продольные ветру гряды, которые осложнены поперечными и диагональными комплексными барханными поясами [33].

2. Сплошное, почти постоянное, замедленное растительностью, равномерное перевевание полузросших песков отмечено в пустынях умеренного пояса северного полушария и для тропических пустынь южного полушария. Характерно также развитие эоловых форм рельефа, но только более простых. Пески представлены в данном типе разными категориями величины. Этот тип делится на два подтипа – каракумский и джунгарский:

- Каракумский подтип - характерен для Средиземноморской провинции, где за счет ранних весенних осадков в большом количестве развиваются эфемеры и эфемероиды, образующие крепкий дернинный покров;

- Джунгарский подтип встречается в центральноазиатских северных пустынях с равномерным режим осадков, либо с небольшим максимум осадков летом, но с сухой весной, из-за чего эфемеры не произрастают, дернинный покров отсутствует, но развит кустарниковый ярус [33].

3. Локально-площадное (почти равномерное по площади) сезонное, замедленное растительностью перевевание песков характерно для полупустынь с количеством осадков 175-250 мм/год. Особенность рельефа песков - частое сочетание в нем внепустынного дюнного и пустынного барханного рельефа [33].

4. Очаговое неравномерное сезонное перевевание песков дюнного типа развивается в поясе умеренного климата, в степной, лесостепной и лесной зонах, в т.ч. и в тайге. Процесс развит неравномерно: снижен во влажных понижениях и увеличен в местах с малым количеством растительных сообществ [33].

Наблюдения показывают, что в лесной зоне разница в теплоотдаче белого песка и темного леса велика. Это способствует изменениям в ветровых потоках. В результате стационарно-центробежного движения происходит разрастание форм эолового рельефа песков до больших размеров, которые никогда не наблюдаются в пустынях [33].



5. Кратковременное сплошное перевеивание участков сыпучих песков, не закрепленных растительностью, относится к арктическому типу перевеивания оголенных песков. Рельеф данного типа немного похож на пустынный рельеф песков [33].

Таким образом, Б.А. Федорович, несмотря на то, что вопрос о зональности перевеивания песков изучен не до конца, приходит к тому, что зональность этого процесса развита не менее, чем зональность процессов развевания. Однако, не надо забывать об азональном влиянии природных факторов (влияние местного ветра или увлажнения и т.д.) [33].

## **1.2 Изученность формирования почвенно-растительного покрова на песках лесной и тундровой зоны**

Также учеными по данной теме проводились работы в лесной и тундровой зонах: Касьянова Л.Н., Кулюгина Е. Е и др.

Так, Касьянова Л.Н. объектом исследования выбрала растительность современных дюнных песков острова Ольхон на Байкале – азональных экосистем. Главными факторами, определяющими условия формирования растительности, являются мощный песчаный субстрат и непрерывно перемещающийся песок; ветер и атмосферные осадки усиливают особенности среды побережья. Эоловые формы рельефа определяют размещение растительности на песках, их состав и структуру. При этом, первостепенное значение имеет положение эоловой формы рельефа относительно ветра, затем сила ветра, температура субстрата и мощность осаждаемого песка из потока воздуха. За счет перечисленных факторов формируется азональный комплекс фитоценозов, представленный растительными сообществами степного типа, формирующегося на подвижных песках, и лесного типа, встречающийся среди песчаных массивов на пологих склонах развеваемых бугров [15].

Н.А. Дулепова в своей работе на тему «Флора и растительность развеваемых песков Забайкалья» написала, что флора Забайкалья представлена псаммофитной растительностью, которая характерна для степных регионов. Сукцессионный процесс на данной территории делится на 4 последовательных этапа: зарастание песков однолетними растениями, длиннокорневищными растениями, стержнекорневыми многолетними растениями и полукустарничками, последняя стадия характеризуется гемипсаммофитными степями, зарослями кустарника и ильмового редколесьями. При этом надо отметить, что видовое разнообразие растительности зависит от разнообразия форм эолового рельефа [13].

Б.Е. Чижов в своей работе пришел к выводу, что на дренированных песчаных почвах восстановление сосняка происходит без смены пород. На влажных суглинистых почвах к

подросту сосны добавляются мелколиственные породы, также увеличение в подросте березы и осины наблюдается и при продвижении от молодых восстанавливающихся сосняков северной тайги к соснякам южной тайги [35].

Кулюгина Е. в своей статье «Динамика растительного покрова песчаных отложений Припечорских тундр» также затрагивает вопрос о развитии песчаных обнажений тундры и закономерности динамики сукцессий. Понятие «песчаные обнажения» автор считает более полным, под которым подразумевает как раз эоловые пески, раздувы, дефляционные котловины выдувания. Исследования проводились в бассейне р. Седуйяха, дельте р. Печора и бассейне р. Ортина. В первых двух районах песчаные обнажения - это котловины выдувания с плоским или вогнутым дном, в третьем - это обнажения как с развитым эоловым рельефом, так и котловины выдувания. Растительный покров на данных территориях находится в постоянном развитии. Так, с одной стороны, наблюдается деградация растительности, произрастающей на песчаных отложениях, которая в дальнейшем перетекает в первичную сукцессию. С другой стороны, проявляется противоположный процесс – заселение песков, т.е. на отдельных участках песчаного обнажения сохраняется растительность, в результате происходит восстановление коренных сообществ, т.е. протекает промежуточный тип сукцессии [21].

Имеется ряд работ по территории Ямала. Например, Сумина О.И. и Бельдиман Л.Н. изучали процесс зарастания карьеров лесотундры Западной Сибири, т.е. занимались прогнозированием восстановительных сукцессий растительности на измененных человеком территориях. Авторы считали, что растительность – показатель степени нарушения и показатель восстановительных возможностей экосистемы. Главной их задачей было сравнить ненарушенные растительные сообщества с сообществами поздних стадий первичных сукцессий в карьерах, расположенных в окрестностях г. Лабытнанги (ЯНАО), при этом для описания подбирали участки с наиболее сформированным растительным покровом. У всех описываемых участках общее покрытие растительности составляло в среднем 70-80 %, а вертикальная структура была хорошо выражена (кустарниковый, травяной и напочвенный ярусы). Все описания растительных сообществ карьеров сравнили с описанием лиственничных реди, березняков, зарослей ольховника, ивняков и ерников. Сходство оценивали с помощью флористического состава и площади покрытия, различия - с помощью евклидовой дистанции, а в конце для группировки сообществ по сходству применили метод многомерного шкалирования. В ходе исследовательской работы, было установлено, что на карьерах, разработанных на месте березово-елово-лиственничных кустарничково-лишайниково-моховых реди, идет процесс восстановления лиственничных реди, кустарниковых ивняков и зарослей

ольховника. Необходимо отметить, что на нарушенных территориях наибольшее ценотическое сходство с ненарушенными участками показывают сообщества ольховника, который образует сомкнутый верхний ярус [31, 32]

Андреяшкина Н.И., изучив процесс формирования растительного покрова на местах строительства насыпных дорог и выработки карьеров на полуострове Ямал, отметила, что искусственная растительность на данных участках по своему видовому разнообразию более бедная, чем растительность, произрастающая до разработки карьера. На откосах насыпных дорог растительность формируется из сообществ местного произрастания и сообществ песчаных водоразделов, с которых вывозится минеральное сырье. Но тем не менее, в процессе сукцессии искусственная флора сменяется на местную, что характерно для подзоны субарктических тундр. Но следует подчеркнуть, что восстановительный процесс, зависящий от степени увлажнения грунта, проходит достаточно медленно [2].

Эктова С.Н. и Ермохина К.А., в своей работе попытались определить разнообразие и особенности растительных сообществ на песчаных обнажениях Центрального Ямала, а также провести их классификацию. Авторами были описаны 3 песчаных обнажения, далее обработали описания по шкале Браун-Бланке, и сгруппировали встречаемость видов по классам постоянства. В ходе исследования, было установлено, что высокое разнообразие экотопов на данных обнажениях вызвало существование низших синтаксономических единиц растительности. Виды растительных сообществ зависят либо от хорошо дренированных песчаных субстратов, либо от нарушенных местообитаний. Для первой ассоциации характерны участки с активным выдуванием песков и образованием котловин выдувания, главную роль в образовании флоры играют различные виды разнотравья, а вот лишайники встречаются редко. Для второй ассоциации характерны участки с относительно закрепленными песчаными отложениями, где ведущую роль в формировании растительного яруса отводят уже травам и кустарникам [37].

Что касается зарубежного опыта, то наиболее интересной является работа Д.Х. Мэнна и др. «Голоценовая история песчаных дюн Великого Кобука, Северо-Западная Аляска». Великие Кобукские песчаные дюны расположены к северу от Северного полярного круга. Представляют собой внутреннее дюнное поле, окруженное бореальным лесом. Авторы, проанализировав информацию, полученную из разрезов ручьев, почвенных разрезов, а также от остатков деревьев, погребенных в песках и озерных отложениях, восстановили историю развития песчаных дюн за последние 8000 лет. Период стабилизации дюнного поля произошел между 7000 и 5000 годами до нашей эры. После этого произошло четыре основных эпизода увеличения дюнного поля с интервалом

400-1500 лет. Наибольшее увеличение Великих Кобукских песчаных дюн произошло теплый период (900 – 1400 годы до н. э.). За последние 80-100 лет дюнное поле уменьшилось [38].

Изучив детально историю развития дюн, авторами установлено, что влажностный режим является главным фактором эоловых процессов. Изменения водного баланса на северо-западе Аляски, скорее всего, связаны с изменениями движений летних штормов в конце сезона, идущих с северной части Тихого океана. Авторы считают, что водный баланс может быть важной причиной экологических изменений не только в долине Кобук, но и во всех внутренних районах бореальных лесов [38].

### **1.3 Изученность формирования почвенно-растительного покрова на песках северотаежной подзоны**

Коронатова Н.Г. и Миляева Е.В. объектами исследования выбрали карьерные выработки разных лет, расположенные в северотаежной подзоне, в центре Сибирских Увалов (увал Нумто) около г. Ноябрьска. Целью было проанализировать изменения видового состава растений и их эколого-фитоценологических характеристик при первичной сукцессии. При проведении исследования выяснилось, что на формирование травяной или древесной растительности влияет глубина залегания грунтовых вод: при близком залегании преобладает травяная растительность, при глубоком – древесная (чаще всего это сосна, реже - береза). Необходимо также отметить, что на формирование фитоценозов в северной тайге влияют и другие абиотические факторы, например, свойства почв, в то время как погодные условия можно отнести к категории случайных факторов [18, 19, 20].

В ходе изучения карьеров разных лет, установлено, что для первичной сукцессии с первоначальным травяным зарастанием в первые десять лет характерно увеличение площади травянистой растительности, при этом флористическое разнообразие со временем уменьшается и наблюдается доминирование отдельных видов. В последующие годы внедряется растительность древесной формы (сосна), которая спустя годы увеличивает свою площадь произрастания с последующим поселением мхов и лишайников. Однако сукцессионный процесс не только зависит от свойств почв, но и непосредственно влияет на сам процесс почвообразования: на карьерах с травяным зарастанием развивается дерновый процесс, а с лесным зарастанием под сосновым древостоем – альфегумусовый [18, 19, 20].

Селиванов А.Е., Капитонова О.А., Капитонов В.И., Еремеева Н.В. приходят к следующим выводам: во-первых, все песчаные обнажения имеют антропогенное происхождение, которые можно поделить на две группы: первая - действующие и

выработанные карьеры, вторая - карьеры, где места произрастания растительности были нарушены из-за движения транспорта, строительства объектов инфраструктуры. Во-вторых, восстановление растительных сообществ быстрее происходит на старых карьерах с неподвижными песками, прежде всего в понижениях рельефа, где почвы достаточно увлажнены. На таких карьерах выделяется два направления развития сукцессии: 1) определяется наличием ситника трехраздельного; 2) определяется наличием пушицы влагилистной и других видов. Предположительно следующей стадией сукцессии будет формирование сфагновых болот. На возвышенных участках карьеров сукцессия начинается с моховых дерновин, которые сменяются наземной мховыми сообществами, кустарничками - водяникой, арктоусом алпийским, и заканчивается процесс появлением северо- или среднетаежных кустарничково-лишайниковых лесов и редколесий. В-третьих, установлено, что обнажения с подвижными песками вызывают наибольшее беспокойство, где на подвижность песков оказывают влияние вода (отмечается на склонах карьеров) или ветер (на выровненных участках). В-четвертых, на карьерах с подвижным песком наблюдается те же стадии восстановительного процесса, что и при неподвижных песках, однако для них отмечается своя особенность, а именно формирование «моховых» и «водяниковых» бугров. Они формируются за счет того, что стебли мхов задерживают переносимый ветром песок, что способствует повышению уровня песка. Так мхи нарастают верхушками, задерживая следующие порции песка, в результате чего и образуются бугры. И в-пятых, на окраинах песчаных карьеров формируются барханы, которые под действием ветра наступают на участки ненарушенной поверхности. Для почвенных разрезов основания бархана также характерно наличие гумусового и песчаного горизонтов. Можно предположить, что чередование данных горизонтов напрямую зависит от изменения климатических характеристик (температуры воздуха, количества осадков и т.д.) [28].

На территории II надпойменной террасы р. Надым свою работу проводила Лоботросова С.А. В ходе исследований были выполнены работы по нивелированию рельефа заложенных профилей, описанию растительности и почвенных разрезов. Наблюдения велись за следующими компонентами геосистемы: микрорельеф, растительность, почва, ландшафт. В результате работы автор пришел к следующим выводам: во-первых, повышенная сумма положительных температур и увеличенное количество осадков приводит к росту площади песков в долине р. Надым, закрепленных растениями, примерно на 10 %, а флористический состав становится богаче; во-вторых, проективное покрытие больше на ровных и увлажненных поверхностях дюн на 10–25 %, чем на более дренированных верхних частях склонов дюн; и в-третьих, установлено, что

для биологической рекультивации песчаных карьеров лучше использовать такие растения, как вейник Лангсдорфа, пижма дваждыперистая, овсяница овечья [23].

О.С. Сизов и С.А. Лоботросова в своей работе поставили своей целью определение этих особенностей на примере эолового рельефа в среднем течении реки Надым. В ходе их исследования был сделан следующий вывод. Рельеф на данной территории выражен в виде дефляционных котловин с продольными дюнами и аккумулятивными валами на окраине. Нынешние климатические условия (рост средних температур в переходные сезоны года, невысокое увеличение осадков и уменьшение скорости ветра) не приводят к их развитию. Но, тем не менее, на крупных котловинах из-за переноса песка и переменной влажности их полное зарастание не происходит. Также установлено, на территории осушенных озер и местах лесных пожаров, где есть большая вероятность формирования эолового рельефа, развивается лишайниковый покров с подростом сосны и кедра и происходит естественное лесовосстановление. Авторами отмечается, что в случае неглубокого залегания грунтовых вод развивается травяной покров, в другом случае – лесной массив, при этом зарастание растительностью происходит лучше на нижних участках котловин или карьеров, чем на их стенках [30].

Таким образом, можно сказать, что в настоящее время для севера Западной Сибири характерны сукцессионные процессы. Однако, в случае роста антропогенного воздействия возможен обратный процесс, а, чтобы этого не произошло, необходимо постоянно наблюдать за нарушенными участками и проводить рекультивацию земель [30].

Также О.С. Сизов описывает методы борьбы с опустыниванием. В целом он выделяет прямые и косвенные меры по восстановлению растительности. К прямым мерам относятся рекультивационные работы нарушенных территорий, к косвенным – присвоение современному эоловому рельефу статуса геоморфологического памятника природы [29].

Рекультивационные работы могут проводиться двумя способами. Первый предполагает размещение на песках плодородного слоя почвы на основе торфа с добавлением семян многолетних трав и саженцев деревьев. Второй метод основан на использовании бентонитовых растворов, образующих пленку на поверхности песков. Семена в данном растворе и микробиологические и гуминовые стимуляторы приводят к закреплению песка на местности [29].

Однако автор отмечает, что рекультивационные работы необходимо проводить только на нарушенных территориях. Что касается естественных эоловых образований, то автор считает, что они должны охраняться непосредственно государством. К таким территориям он относит как раз район, расположенный на левом и правом берегах р.

Надым, где отсутствуют нефтегазовые месторождения, и примыкающий к заказнику «Надымский». Это необходимо сделать для того, чтобы возможно было изучать закономерности проявления эоловых форм рельефа и развить экологический туризм [29].

Также автор выделяет две группы факторов, способствующих развитию эолового рельефа: природные, к которым относятся рельеф, климат, почвы, растительность, и антропогенные. Антропогенные в свою очередь делятся на линейные и площадные, где линейные объекты оказывают большее влияние на окружающую среду. К тому же надо отметить, что влияние антропогенных факторов возрастает с каждым годом их эксплуатации, поэтому необходимо проводить мониторинг с целью предотвращения опустынивания [29].

#### **1.4 Генезис и современное состояние песчаных морфоскульптур в районе Надымского стационара**

А.А. Величко и С.Н. Тимирева в своей работе «Западная Сибирь – великая позднеледниковая пустыня» через морфоскопический анализ песчаных зерен определили факторы, влияющие на процесс формирования рельефа, а также выделили их сходства и отличия для трех участков Западной Сибири. Первый участок – северная группа торфяников и болот, имеющая наклон к океану, где накапливаются морские отложения среднего и позднего плейстоцена (междуречья бассейнов рек Пура и Надыма). Второй участок – средняя часть торфяников в границах Сибирских Увалов, и последний – южная часть массива торфяников, сосредоточенная в системе главной Ханты-Мансийской депрессии [9].

Объединило все три участка то, что зерна имеют преимущественно матовую поверхность, при этом полностью матовая поверхность характерна для зерен сферической формы. Это указывает на то, что ветровой перенос – главный фактор образования песчаных частиц [9].

Но несмотря на вышеописанное, в зернах отмечены различия. В северной группе присутствие зерен с низкой степенью окатанности, слабо заматованных, глянцевых связано с приносом отложений ледниками, идущими с западной и восточной сторон. В среднем районе зерна встречаются уже с большей степенью окатанности, сильно заматованные и почти сферической формы, что объясняется преобладанием эоловой обработки песчаных частиц над ледниковой на всех периодах развития геологической истории Земли. Для южного района характерно наличие матовых, хорошо окатанных зерен, отмечаются зерна средней окатанности, слабой матовости или глянцевые. Скорее

всего, на данной территории развивались с чередованием озерно-аллювиальные и аридизационные процессы [9].

Результаты исследования показали, что распространение льдов в Северном Ледовитом океане и в Северной Атлантике, способствующие уменьшению осадков в Западной Сибири, привело к увеличению эоловых процессов. Из-за этого явления роль Восточно-Сибирского антициклона также возросла. Таким образом, в данных климатических условиях на территории Западной Сибири существовала холодная пустыня, что подтверждается морфоскопическими исследованиями зерен. Однако под «холодной пустыней» понимают сложную систему ландшафтов, т.к. исследования по ископаемым растительным остаткам показали, что ландшафты представляли собой полупустыни и долины рек, сохранивших остатки растительности древесной формы. Радиоуглеродные определения показали, что в Западной Сибири криоаридное опустынивание сменилось активным заболачиванием. Смена условий связана с тем, что в условиях потепления льды отступали к северу, что в свою очередь привело к росту осадков и площади заболоченной территории [9].

В.С. Зыкина и др. в своей работе «для указанной территории выделили четыре периода формирования окружающей среды во второй половине позднечетвертичного времени [14].

Для первого этапа (каргинский интерстадиал) было характерно образование речных отложений на второй надпойменной террасе р. Надым. На втором этапе (сартанское оледенение) сформировались криогенные полигонально-жильные структуры, относящиеся к первично-песчаным жилам. Расположение данной структуры показывает, что она сформировалась в пустынных условиях и в период холода без покровного оледенения (низкая температура и малое количество осадков). На следующем этапе (около 10 тыс. лет назад) появилась первая терраса реки, а также возникли торфяники. И для последнего этапа (последние 1200 лет) характерен рост эоловых процессов, о чем свидетельствуют морфоскопические исследования зерен. Однако, в период образования эолового рельефа, отмечались изменения в температурном и влажностном режимах, что привело к чередованию почвы и песков [14].

### **Выводы**

Изучив имеющуюся литературу о формировании почвенно-растительного покрова на разных территориях и генезисе песчаных морфоскульптур в районе Надымского стационара, можно сделать следующие выводы.



1. На формирование растительных сообществ на песках оказывают влияние следующие факторы: влажностной режим территории, положение форм рельефа относительно ветра, температура и мощность осаждаемого песка.

2. В генезисе четвертичных отложений выделяют четыре этапа: В первый этап формируется вторая надпойменная терраса за счет речных отложений. Вторым этапом является образование криогенных полигонально-жильных структур и активное развитие эоловых процессов. Третьим этапом является формирование первой террасы реки Надым и образование торфяников. Четвертым этапом является развитие массивов естественных песчаных обнажений на второй и первой террасах реки Надым.

## ГЛАВА 2 ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЯ




### 2.1 Географическое положение стационара

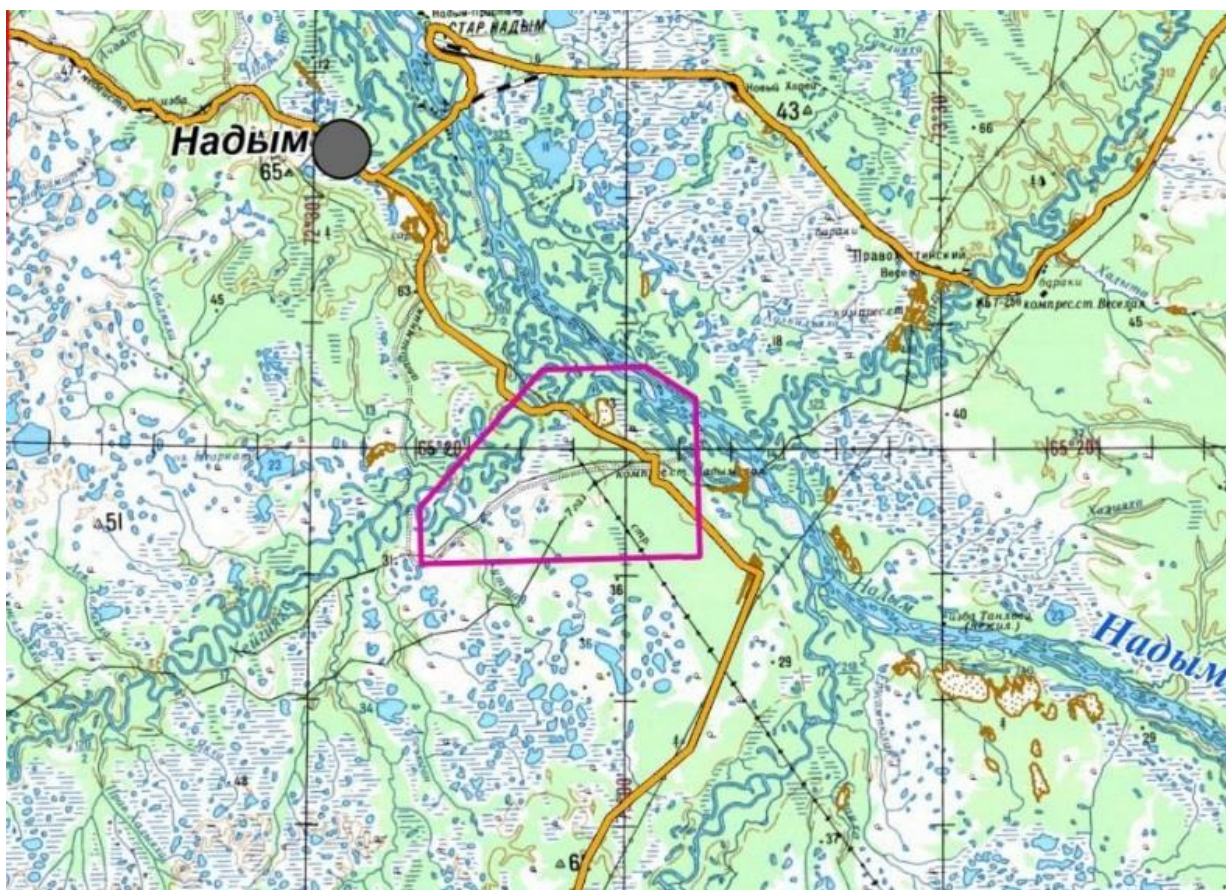
Надымский стационар НИИ экологии и РИПР ТюмГУ находится в северотаежной подзоне и расположен в 30 км. к юго-востоку от города Надым.



Рисунок 1 – Положение стационара на картосхеме природных зон (составлено автором).

Условные знаки:

	Арктическая тундра		Южная тайга
	Типичная тундра		Подтайга
	Южная тундра		Северная лесостепь
	Лесотундра		Средняя лесостепь
	Северная тайга		Местонахождение стационара
	Средняя тайга		



Масштаб 1:500000

Рисунок 2 – Обзорная карта района исследований (фонд ИКЗ СО РАН)

## 2.2 Геология, рельеф и многолетнемерзлые породы

Район местонахождения стационара расположен в северной части Западно-Сибирской плиты и приурочен к региональной структуре – Надымской мегавпадине (В С. Бочкарёв, 1990). Это область развития тектонических элементов: Западно-Ярудейской мегавпадины, Ярудейского мегавала и Надымской мегавпадины [16].

В геологическом разрезе территории района исследований выделяются три структурных этажа: нерасчлененный протерозойско-палеозойский складчатый фундамент, триасовый (или промежуточный) этаж и мезозойско-кайнозойский осадочный чехол [16].

Фундамент представлен магматическими и метаморфическими породами предположительно палеозойского возраста. Промежуточный этаж представлен породами коры выветривания, частично переотложенными [16].

Осадочный чехол, несогласно перекрывающий доюрские отложения, сложен толщей континентальных, морских и прибрежно-морских отложений юрского, мелового, палеогенового и четвертичного возрастов [16].

Территория стационара находится в пределах Надымской низменности, которая сложена озерно-аллювиальными верхнеплейстоценовыми отложениями, представленными песками с прослоями и линзами супесей и суглинков. В центральной части равнины

широко распространены современные биогенные отложения (торф мощностью до 5 м). Из современных экзогенных геологических процессов наиболее широко развиты криогенные (преимущественно сезонное многолетнее пучение и термокарст) и заболачивание, меньше распространены эрозия и эоловые процессы [17].

Надымский стационар приурочен к зоне островного распространения многолетнемерзлых пород. Острова многолетнемерзлых пород, занимающие до 50 % площади, приурочены к торфяникам, торфяным болотам и буграм пучения [17].

Абсолютные отметки поверхности земли 25-30 м. Рельеф имеет слабую степень расчленения [17].

### 2.3 Климат

Климат Надымского района — субарктический континентальный с продолжительной суровой зимой и достаточно прохладным коротким летом. Суммарная солнечная радиация составляет приблизительно 76 - 77 ккал/см<sup>2</sup>. По равнинной территории свободно продвигаются как холодные воздушные массы. Среднегодовая температура около -7 °С. Средняя температура января — -23 °С, а июля около +15 °С. Абсолютный минимум — -62 °С, абсолютный максимум +35 °С [7, 34].

Наименьшее количество осадков выпадает в феврале и составляет в среднем 20 мм, а наибольшее в августе — 70 мм. В среднем за год в Надыме выпадает около 500 мм осадков [7, 34].

### 2.4 Гидрография

Гидрографическая сеть территории района исследования представлена рекой Надым на востоке и рекой Хейгияха, протекающей в 3 км к северу от стационара.

Река Надым берёт начало в оз. Нумто на возвышенности Сибирские Увалы. Длина реки — 545 км, площадь водосбора 64,0 тыс. кв. км. Средний многолетний годовой расход воды у г. Надыма около 450 куб. м/с, наибольший - свыше 6800 (13 июня 1972 г.), наименьший - 85 куб.м/с (20 октября 1959 г.). В устье средний расход воды около 600 куб. м/с. [22].

Средний объем годового стока у г. Надыма 14,1 куб. км из них свыше половины приходится на период половодья, около 1/4 - на август - октябрь и 1/5 - на период с ноября по апрель [22].

В бассейне реки множество водотоков, озёр и болот. Общее количество рек, ручьёв и проток более 2800. Главные притоки: левые — Левая Хетта, Хейгияха, Ярудей, правые — Татлягаяха, Симиеган, Танлова, Правая Хетта, Большой Ярудей [22].

В питании реки главную роль играют талые снеговые воды (54%). Половодье характеризуется относительно высоким и быстрым подъемом уровня и сравнительно медленным спадом. Начинается половодье во второй половине апреля – мае [22].

Летне-осенняя межень нередко прерывается дождевыми паводками, подъем уровня от которых достигает 1,5 - 2,0 м. При осеннем ледоходе в отдельные годы также отмечается повышение уровня воды в среднем на 50-70 см [22].

В июле температура воды повышается до +13-20 °С. Наибольшая температура воды здесь (+24,2 °С) была зафиксирована в середине июля 1966 г. [12].

Минерализация воды р. Надым в течение всего года низка, хотя и заметно изменяется в зависимости от водности года. В половодье обычно составляет 30 - 60 мг/л, а в межень в 2 – 4 раза выше. По химическому составу вода гидрокарбонатная, слабокислая (рН = 6,4-6,9) и мягкая (общая жёсткость — 0,25 – 1,0 мг-экв/л) [22].

Степень загрязнения воды многими веществами органического и минерального происхождения достаточно высока. Концентрация нефтепродуктов и фенолов во много раз выше ПДК (в районе г. Надыма, например, в среднем соответственно в 15 - 20 и в 5 - 7 раз). Среднее содержание общего железа более 1,3 мг/л, т. е. превышает уровень допустимого загрязнения в 13 - 14 раз [22].

Озёрность речного бассейна Надыма достигает 8,7 %. Общее число озёр — 45 тыс. Их площадь достигает 5570 км<sup>2</sup>. Большинство из них, 98,5 %, площадью менее 1 км<sup>2</sup> [22].

Хейгияха (Лонгъеган) — река на западе центральной части Надымского района, левый приток р. Надым, впадает в него на 131-м км от устья, в 25 км юго-восточнее г. Надыма [22].

Образуется слиянием рек Большой Лонгъеган и Малый Лонгъеган и течет сначала на север, а затем на северо-восток. Длина 243 км, от истока р. Большой Лонгъеган - 350 км, площадь водосбора 7910 кв. км. [22].

Основные притоки - Костывож, Киртыгортъеган, Нито, Марьяеган, Самородеяха, Хэбидяяха [22].

В питании реки основную роль играют талые снеговые воды. Половодье начинается в третьей декаде апреля - мае, в среднем 10 - 15 мая, достигает пика обычно через две недели и заканчивается в июне – июле [22].

Средний многолетний годовой расход воды в устье - свыше 70 куб. м/с. Объем годового стока реки 2,3 куб. км. [22].

Минерализация воды в половодье 40 - 50 мг/л, в межень - 100 - 150 мг/л. По химическому составу вода гидрокарбонатная, слабокислая (рН = 6,2 - 6,8), очень мягкая (общая жесткость обычно менее 0,8 - 1,0 мг-экв/л) [22].

Среднее содержание нефтепродуктов выше ПДК в 8 - 12 раз, железа - в 10 - 15 раз (по данным Омского управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды за 1991 г.).

На территории самого стационара имеется большое количество озерков, приуроченных к небольшим понижениям рельефа. По генезису озера являются термокарстовыми и внутриболотными.

Территория находится в зоне избыточного увлажнения, поэтому большие площади занимают плоскобугристые болота в сочетании с крупнобугристыми.

## 2.5 Почвы

В районе исследований наблюдается большое разнообразие и высокая контрастность почвенного покрова. Согласно почвенно-географическому районированию (Добровольский, Урусевская, 2004), этот район относится к Нижнеобской провинции фации холодных, длительно промерзающих почв подзоны глееподзолистых почв и подзолов северной тайги Западно-Сибирской таежно-лесной области бореального пояса [24].

Основными процессами почвообразования являются: подзолообразование и элювирование на сухих возвышенных участках, оторфовывание и оглеение на низинных заболоченных участках, а также повсеместное развитие криогенных процессов [24]. На дренированных участках лесных территорий доминируют различные комбинации подзолов и торфяно-подзолов, а также сопутствующие им торфяно-глееземы, развивающиеся на породах тяжелого гранулометрического состава. На плоской заболоченной центральной поверхности Надымской низменности основные площади занимают различные сочетания торфяных почв и глееземов [24].

Согласно атласу почв Российской Федерации на территории выделяются следующие почвы: таежные глеево-дифференцированные, торфяно-болотные переходные и торфяно-болотные деградирующие, тундровые поверхностно-глеевые дифференцирование и пойменные заболоченные почвы по долинам рек [6].

В атласе ЯНАО приводятся следующие типы почв: подзолы иллювиально-железисто-гумусовые и иллювиально-гумусовые на песчаных и супесчаных породах, таёжные глее-мерзлотные (криоземы глеевые), болотные мерзлотные и тундрово-болотные, по долинам рек распространены аллювиально-дерновые почвы [8].

В целом для области исследования характерны следующие процессы: для лесов и редколесий – подзолообразование; для болот – покровное заторфовывание [5].

## 2.6 Растительный покров

Зональным типом лесной растительности в Надымском районе являются березово-лиственничные и березово-сосновые кустарничково-зеленомошно-лишайниковые и кустарничково-лишайниково-зеленомошные редколесья и редкостойные леса, а также лиственничные и сосново-лиственничные кустарничково-зеленомошные редины, развитые на приречных участках [17].

На плоской центральной поверхности низменности доминируют плоскобугристые комплексные болота — один из зональных типов болот северотаежной подзоны. Плоскобугристые болота представляют собой чередование плоских торфяных бугров с обводненными мочажинами — «ерсеями» [26].

Бугры плоские высотой 0,5—2 м, поперечный размер их 5—15 м, местами до 20 м и более, они овальной или вытянутой формы. Растительность на буграх кустарничково-лишайниковая, иногда центральная часть их покрыта корковыми лишайниками. Кустарнички угнетены, часто имеют карликовую форму. Преобладают багульник, морошка, постоянно присутствуют ерник, брусника. Господство принадлежит лишайникам и дикрановым мхам, в понижениях на буграх встречаются сфагновые мхи [26].

Мочажины вытянуты вдоль уклона поверхности болота. В мочажинах - «ерсеях» господствуют осоки: струнокоренная, кругловатая, редкоцветковая и сфагновые мхи, встречаются гипновые мхи. Среди мочажин много озерков и крупных озер [26].

Подробное описание растительности плоскобугристых болот приводят в своих работах Б. С. Говорухин (1933), В. Н. Андреев (1934), В. Н. Андреев, К. Н. Игошина, А. И. Лесков (1935), Н. Я. Кац (1939), Б. Н. Городков (1944), Н. И. Пьявченко (1955).

## 2.7 Животное население

Животный мир района характеризуется комплексом млекопитающих и птиц, тесно связанных в своем существовании с хвойными лесными сообществами (Берг, 1938, 1947; Бобринский, 1967; Доппельмаир и др., 1975) [17]. К числу типичных таежных млекопитающих относятся: росомаха, лось, заяц-беляк, лиса, белка, бурундук, красная и красно-серая полевки, водяная полевка и некоторые виды бурозубок [17].

Из птиц наиболее тесно связаны с тайгой обыкновенный и каменный глухари, рябчик, дикуша, ястребиная сова, мохноногий и воробьиный сычи, длиннохвостая и бородатая неясыти, желна, трехпалый дятел, кукушка, кедровка, снегирь, чиж, клесты, щур, овсянка-ремез, свиристель, желтоголовый королек, пеночка-таловка, некоторые дрозды и синехвостка [17].

## **2.8 Антропогенное воздействие на территории стационара**

Для детального исследования Надым-Пуровского междуречья в 1968 году был заложен научно-исследовательский полигон ВСЕГИГЕО, в последствии ставший научным стационаром Института криосферы Земли Сибирского отделения Российской Академии наук. Как модельный объект, полигон служит для оценки влияния антропогенной деятельности в условиях севера. После создания полигона несколько лет велись наблюдения на фоновых площадках, затем в 1971 году была проложена ветка газопровода и для наблюдений были заложены учетные площадки.

Создание коридора трубопроводной системы «Надым-Пунга» оказывает прямое и косвенное воздействие на прилегающие территории. Наиболее сильные нарушения происходили при прокладке трассы газопровода и замене трубы. Менее значительные в 1974 при возведении ЛЭП и в 1983 г. при подсыпке насыпи. Грунтовая дорога вдоль трассы подсыпается каждый год [17].

Отсыпка насыпной грунтовой дороги на месте зимника привела к увеличению нарушенных площадей за счет появления новых карьеров. Часть этих карьеров заполнилась водой. В болотных геосистемах, пересекаемых дорогой, где нарушен сток, возник процесс подтопления. Вследствие этого появились новые озерки. В ненарушенных болотных комплексах местами сформировались небольшие бугры пучения высотой до 1 метра [17].

С 2009 года на развееваемых песках и карьерах II надпойменной террасы р. Надым начались исследования ИКЗ СО РАН [23]. С 2015 года на дюне был образован Надымский стационар НИИ экологии и РИПР ТюмГУ.

В данный момент на стационаре, помимо геоботанических описаний, ведется мониторинг перемещения песков, динамики ландшафтов и их компонентов.

### **Выводы**

Физико-географические характеристики района расположения Надымского стационара являются типичными для северотаежной подзоны Западной Сибири. Поэтому результаты исследований, проводимых в окрестностях стационара, могут быть применены на северотаежные леса Западной Сибири.



## ГЛАВА 3 ФОРМИРОВАНИЕ ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА НА ЕСТЕСТВЕННЫХ ПЕСЧАНЫХ МОРФОСКУЛЬПТУРАХ СЕВЕРНОЙ ТАЙГИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

### 3.1 Методика исследований для анализа почвенно-растительного покрова

Для изучения формирования почвенно-растительного покрова на естественных песчаных обнажениях, в августе 2018 г. в окрестностях г. Надым были заложены 4 разновозрастные площадки. В пределах дюны находится 3 участка: № 1 – Анклав с возрастом древостоя 10-15 лет; № 2 – Площадка с возрастом древесных насаждений в пределах 30-40 лет; № 3 – Участок лесного сообщества сформировавшегося в интервале от 70 до 100 лет назад. Также за пределами дюны был выбран контрольный участок в стабильном сообществе сосняка-зеленомошника.

На вышеуказанных участках были выкопаны почвенные разрезы, послойно отобраны пробы грунта и проведены описания с выделением горизонтов, которые были описаны по стандартному почвоведческому плану: определялись мощность, цвет, гранулометрический состав, структура, плотность, влажность, новообразования, включения, характер нижней границы и перехода между горизонтами [27]. В непосредственной близости от разрезов было проведено описание геоботанических площадок размером 10 x 10 м., внутри которых случайным способом (метод бросания кольца диаметром 40 см) описывались по 10 учетных площадей, согласно общепринятой методике геоботанических описаний [3, 25]. В описаниях учитывались виды разных ярусов, их обилие, проективное покрытие и высота растений, приведенные ниже в табличной форме. Также был собран гербарий растений на учетных площадках для последующего определения низших растений, для этого использовался справочник-определитель «Водоросли, лишайники и мохообразные СССР» [11].

В камеральный период были составлены схемы почвенных разрезов, дано их развернутое описание, также проводилось сравнение видового состава и рассчитывалась встречаемость видов травяно-кустарничкового и мохово-лишайникового ярусов в %, соотношение экологических групп видов в нарушенных и естественных фитоценозах, рассчитывался коэффициент сходства сообществ по Жаккару.

Коэффициент сходства по Жаккару [10]:

$$K = \frac{c}{a+b-c} * 100\% \quad (1)$$

где  $c$  – общее количество видов;

$a$  - количество видов первой площадки;

$b$  - количество видов второй площадки.



Рисунок 3 – Кольцо для геоботанических описаний (фото автора)



Рисунок 4 – Почвенный разрез (фото автора)

### 3.2 Морфологическое строение почв и растительный покров изучаемых площадок

#### Контрольный участок

Участок находится в 1 км. от дюны на стабильном участке лесного сообщества березово-соснового кустарничково-зеленомошного леса, с формулой древостоя 7С2БЛ+. В травяно-кустарничковом ярусе преобладают брусника и багульник болотный. В мохово-лишайниковом покрове *Pleurosium schrebery* его проективное покрытие 87%. Почва подзолистая иллювиально-железистая, профиль сформирован четко.

Таблица 1 – Описание контрольного разреза (составлено автором)

Мощность горизонта, см	Индекс	Описание
0 – 5	A0	Лесная подстилка сложенная зелеными мхами, лишайниками. Пронизан корнями высших растений. Нижняя граница четкая, по органике
5 – 20	A2	Белесый, песчаный, мелкозернистый, уплотненный горизонт с включениями корней высших растений. Переход резкий, четкий. Выражены процессы оподзоливания
20 – 53	B <sub>Fe</sub>	Бурый, легкосуглинистый, мелкозернистый, уплотненный, свежий, с образованиями Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . Переход ровный, ясный
53 – 100	C <sub>g</sub>	Светлый, легкосуглинистый, мелкозернистый, плотный, свежий горизонт

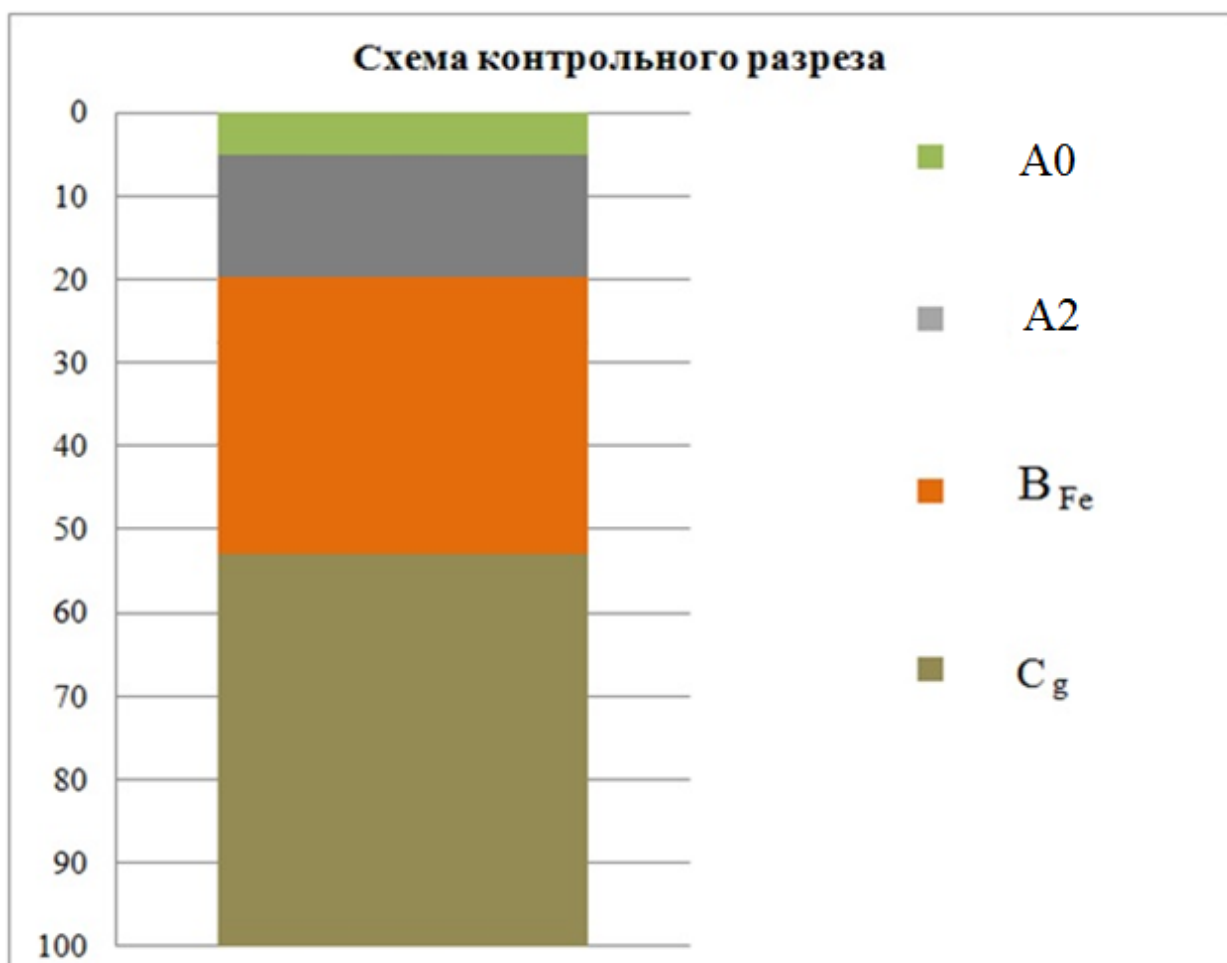


Рисунок 5 – Схема контрольный разреза (составлено автором)



Рисунок 6 – Контрольный Разрез (фото автора)



Рисунок 7 – Контрольная площадка (фото автора)

Таблица 2 – Контрольная площадка (составлено автором)

№	Вид	Экологическая группа	Обилие	Средняя высота	Покрываемость, %	Встречаемость, %
1	<b>Pinus sylvestris</b> (Сосна обыкновенная)	КМ	-	5м	0,2	-
2	Pinus sibirica (Кедр сибирский)	М	-	6м	0,1	-
3	Larix sibirica (Лиственница сибирская)	М	-	7м	0,1	-
4	Betula tortuosa (Берёза извилистая)	М	-	4м	0,1	-
5	<b>Ledum palustre</b> (Багульник болотный)	Г	cop <sub>1</sub>	47 см	11,5	100
6	Vaccinium uliginosum (Голубика обыкновенная)	ГМ	sp	28,7 см	5	90
7	Vaccinium vitis-idaea (Брусника обыкновенная)	М	cop <sub>1</sub>	18,8 см	8	100
8	Empetrum nigrum (Водяника чёрная)	М	sp	17,7 см	3	100
9	<b>Pleurosium schrebery</b>	М	soc	-	87,5	100
10	Peltegera apthosa	М	sol+	-	1	10
11	Cladonia rangiferina	М	sol	-	5	10
КМ – 9%, М – 73%, ГМ – 9%, Г – 9%						

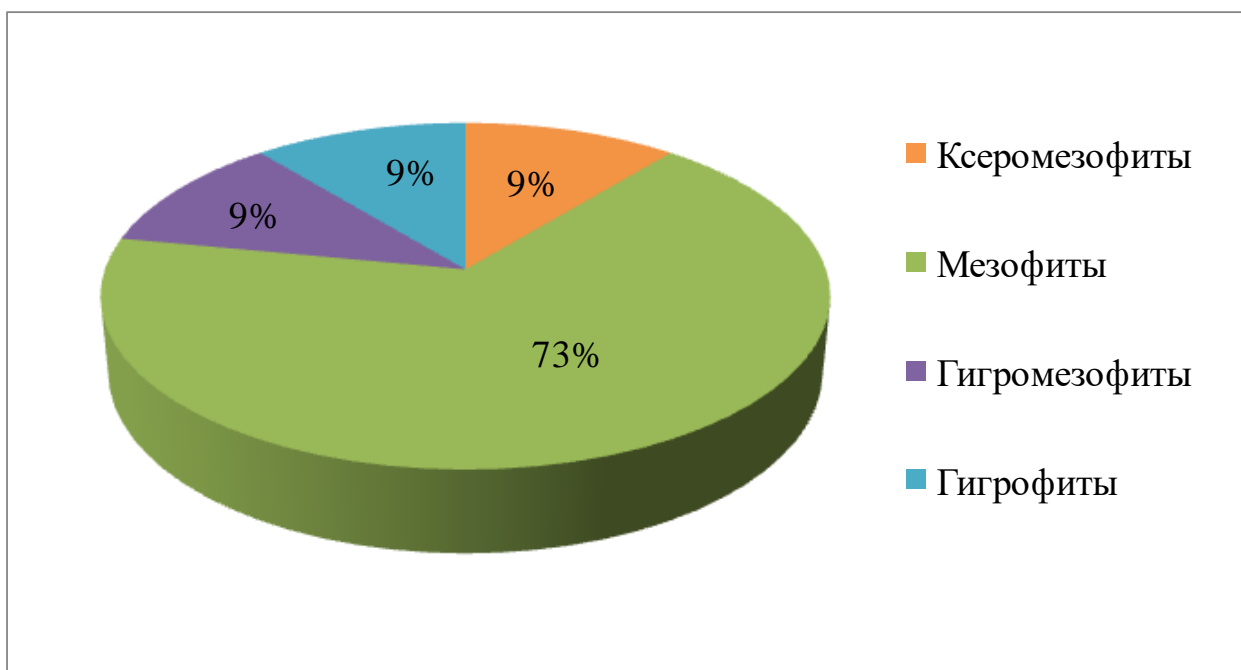


Рисунок 8 – Соотношение экологических групп растений на Контрольной площадке (составлено автором)

### Участок № 1

Разрез расположен в молодом лиственнично-сосновом анклаве с возрастом древостоя 10-15 лет (координаты N65°21'10,2" E72°57'27,8"). Почва находится в зачаточном состоянии, но уже можно говорить, что почва развивается по подзолистому типу и имеет примитивное строение, что объясняется молодостью профиля.

Таблица 3 – Разрез № 1 (составлено автором)

Мощность горизонта, см	Индекс	Описание
0 – 0,5	A0	Слой сложенный зелеными мхами, лишайниками. Нижняя граница ровная, по органике
0,5 – 14	A1A2	Темно-серый, песчаный, мелкозернистый, уплотненный горизонт с включениями корней высших растений, сверху светло-бурый, песчаный горизонт, пронизанный корнями растений. Переход ровный, четкий по цвету. Имеются признаки почвообразовательных процессов элевирования и гумусообразования
14 – 43	Слой 1	Светло-серый, песчаный, мелкозернистый, уплотненный, свежий горизонт с прослойками бурого субстрата мощностью до 1,5-2 см. Переход ровный, ясный
43 – 100	Слой 2	Темно-серый, песчаный, мелкозернистый, плотный, с новообразованиями ярких пятен Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> и включением гальки диаметром 1-2 см. По правой стороне стенки с глубины 63 см в железистых новообразованиях имеются черные точки (MnO)



Рисунок 9 – Разрез № 1 (фото автора)

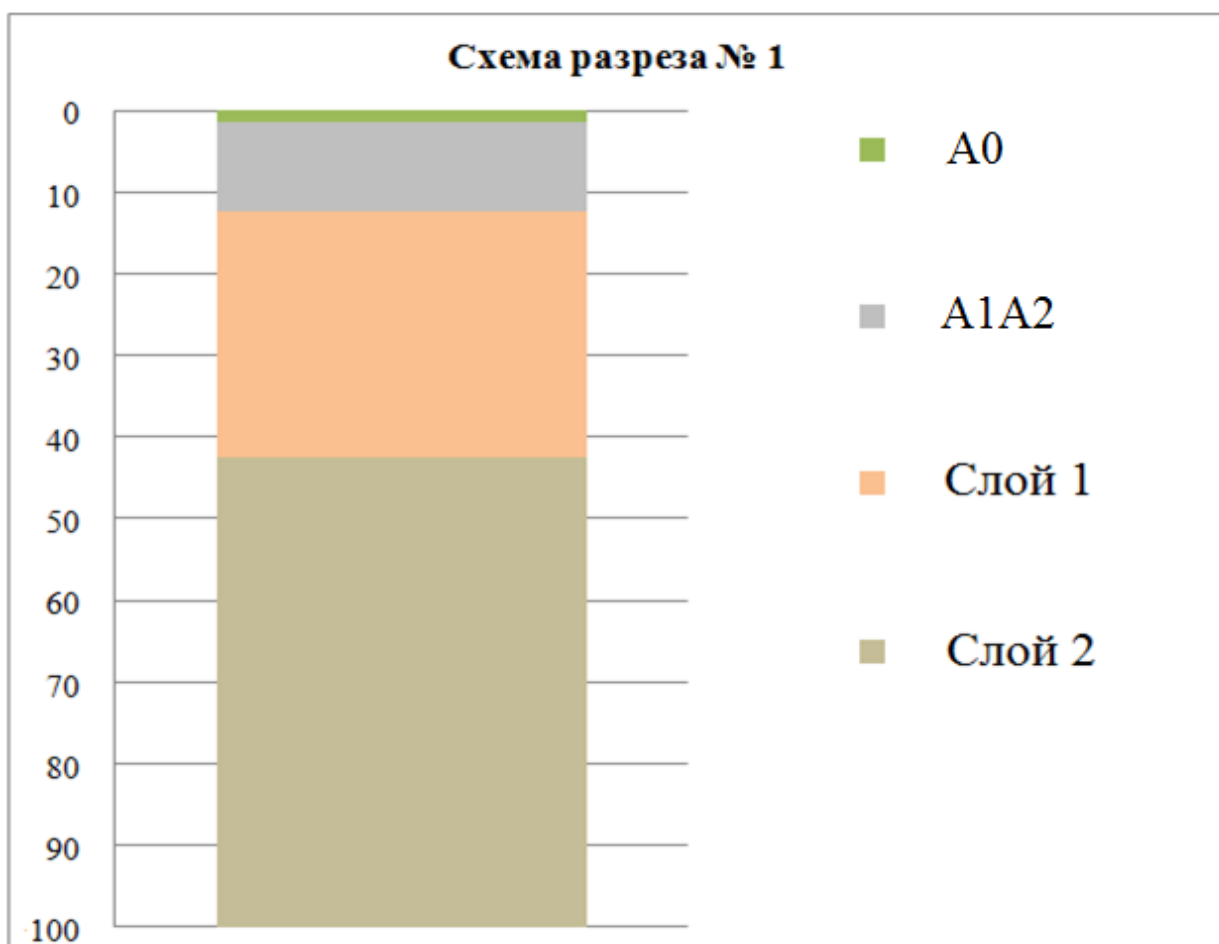


Рисунок 10 – Схема разреза № 1 (составлено автором)



Рисунок 11 – Площадка № 1 (фото автора)

В травянистом покрове появляются такие растения как пижма дваждыперистая и овсяница овечья, являющиеся ксеромезофитами.

Таблица 4 – Площадка № 1 (составлено автором)

№	Вид	Экологическая группа	Обилие	Средняя высота	Покров, %	Встречаемость, %
1	<b>Pinus sylvestris</b> (Сосна обыкновенная)	КМ	-	2 м	0,1	-
2	Larix sibirica (Лиственница сибирская)	М	-	4 м	0,1	-
3	Betula tortuosa (Берёза извилистая)	М	-	3 м	0,1	-
4	<b>Crepis biennis</b> (Скерда двулетняя)	М	cop <sub>1</sub>	50 см	3	80
5	Festuca ovina (Овсяница овечья)	КМ	sp	40 см	1	50
6	Tanacetum bipinnatum (Пижма дваждыперистая)	КМ	sp	25 см	1	50
7	Polytrichum piliferum	М	cop <sub>1</sub>	-	-	20
8	<b>Pleurozium schreberi</b>	М	soc	-	-	30
КМ – 18%, М – 82%						

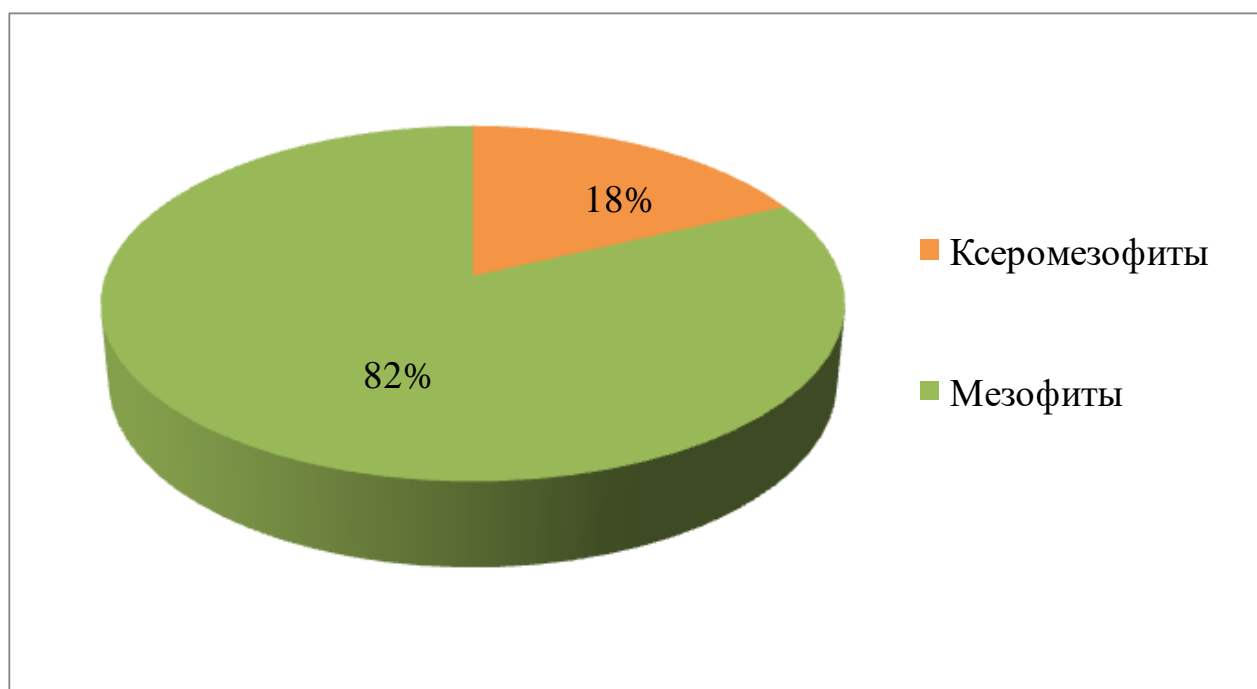


Рисунок 12 – Соотношение экологических групп растений на площадке № 1 (составлено автором)

Коэффициенты сходства сообществ по Жаккару между контрольной и площадкой №1 равен 30 %, в основном за счет древостоя и напочвенного покрова.

$$K = \frac{4}{11 + 8 - 4} * 100\% = 26,6 \%$$



Участок № 2.

Разрез расположен в березово-лиственнично-сосновом анклаве с возрастом древостоя 35-40 лет (координаты N65°21'21,5" E72°57'27,2"). Почва подзолисто-иллювиальная с выраженными горизонтами A0 и A1A2.

Таблица 5 – Разреза № 2 (составлено автором)

Мощность горизонта, см	Индекс	Описание
0 – 1	A0	Лесная подстилка из зеленых мхов и лишайников. Переход ровный, резкий
1 – 10	A1A2	Песчаный сухой уплотненный, сизый с ржавыми пятнами горизонт с включениями корней. На нижней границе красно-желто-коричневый ожелезненный прослой с признаками оглеения. Переход выраженный, волнистый, резкий
10 – 22	Слой 1	Эоловый светло-серый, песчаный, сухой, уплотненный, с тонкими ожелезненными прослойками мощностью до 1,5-2 мм. Переход ровный, четкий
22 – 33	Слой 2	Аллювиальный бурый, песчаный, мелкозернистый, сухой, с новообразованиями железа и марганца. Граница ровная, переход четкий
33 – 100	Слой 3	Песчаный, слоистый, мелкозернистый, уплотненный с образованиями железа в виде жилок и зерен. На глубине 55-75 прослойки имеют уклон в разную сторону поочередно. С глубины 83 см имеются включения гальки диаметром 2-3 см



Рисунок 13 – Разрез № 2 (фото автора)

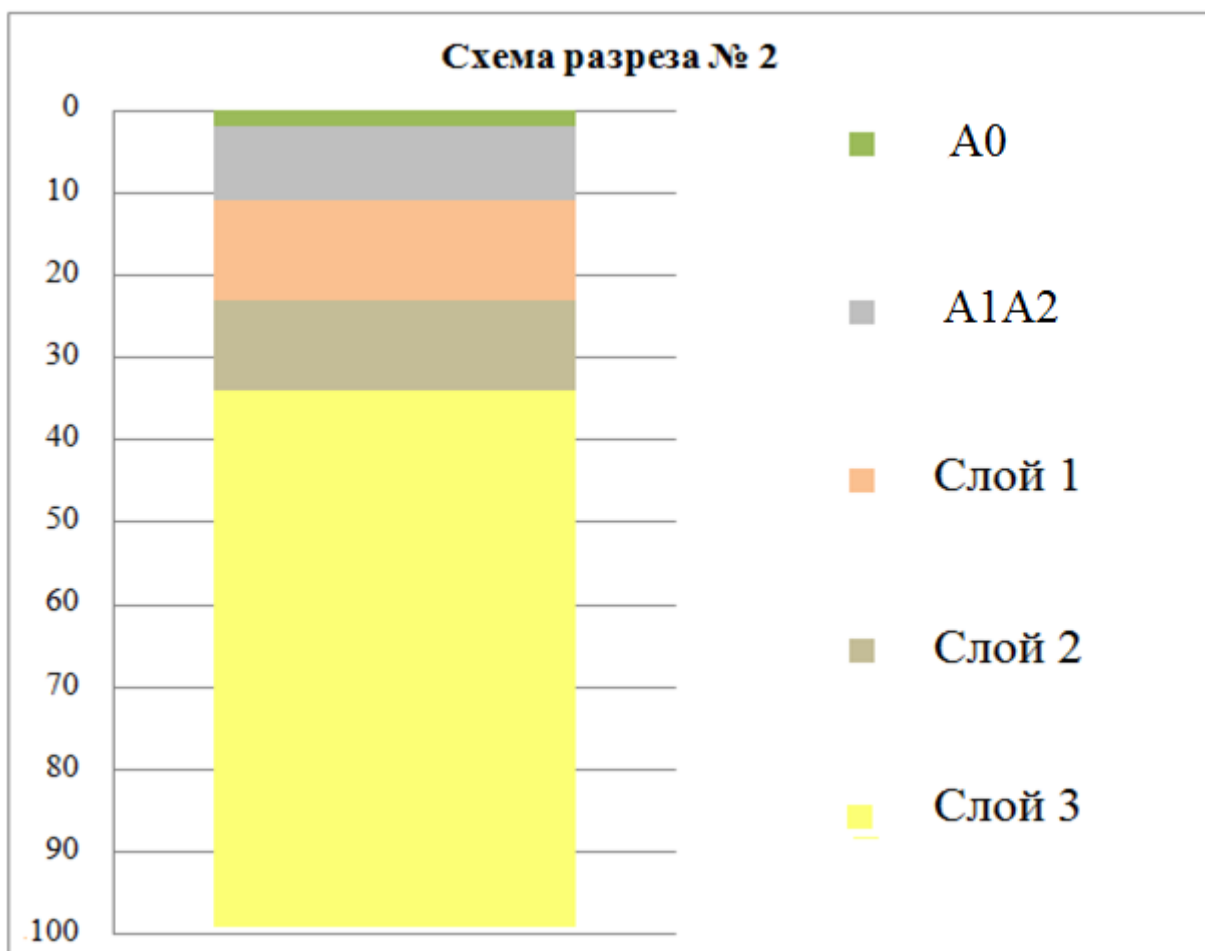


Рисунок 14 – Схема разреза № 2 (составлено автором)



Рисунок 15 – Площадка № 2 (фото автора)

Таблица 6 – Площадка № 2 (составлено автором)

№	Вид	Экологическая группа	Обилие	Средняя высота	Покрываемость, %	Встречаемость, %
1	<b><i>Pinus sylvestris</i></b> (Сосна обыкновенная)	КМ	-	5м	-	-
2	<i>Larix sibirica</i> (Лиственница сибирская)	М	-	5м	-	-
3	<i>Betula tortuosa</i> (Берёза извилистая)	М	-	6м	-	-
4	<i>Vaccinium vitis-idaea</i> (Брусника обыкновенная)	М	sp	9.2 см	4	20
5	<i>Empetrum nigrum</i> (Водяника чёрная)	М	sp	10.3 см	6.7	60
6	<b><i>Festuca ovina</i></b> (Овсяница овечья)	КМ	sp	40 см	4	60
7	<i>Tanacetum bipinnatum</i> (Пижма дваждыперистая)	КМ	sol	25 см	2,3	50
8	<i>Crepis biennis</i> (Скерда двулетняя)	М	sol	35 см	4	50
9	<i>Antennaria dioica</i> (Кошачья лапка двудомная)	КМ	sol	11,7 см	3	30
10	<i>Solidago virgaurea</i> (Золотарник обыкновенный)	М	sol	33 см	3	20
11	<i>Polytrichum piliferum</i>	К	sp	-	-	50
12	<i>Pohlia nutans</i>	М	sp	-	-	40
13	<b><i>Cladonia arbuscula</i></b>	М	cop <sub>1</sub>	-	-	60
14	<b><i>Cladonia rangiferina</i></b>	М	cop <sub>1</sub>	-	-	60
15	<i>Cladonia chlorophaea</i>	М	sp	-	-	40
К - 7%, КМ – 27%, М – 66%						

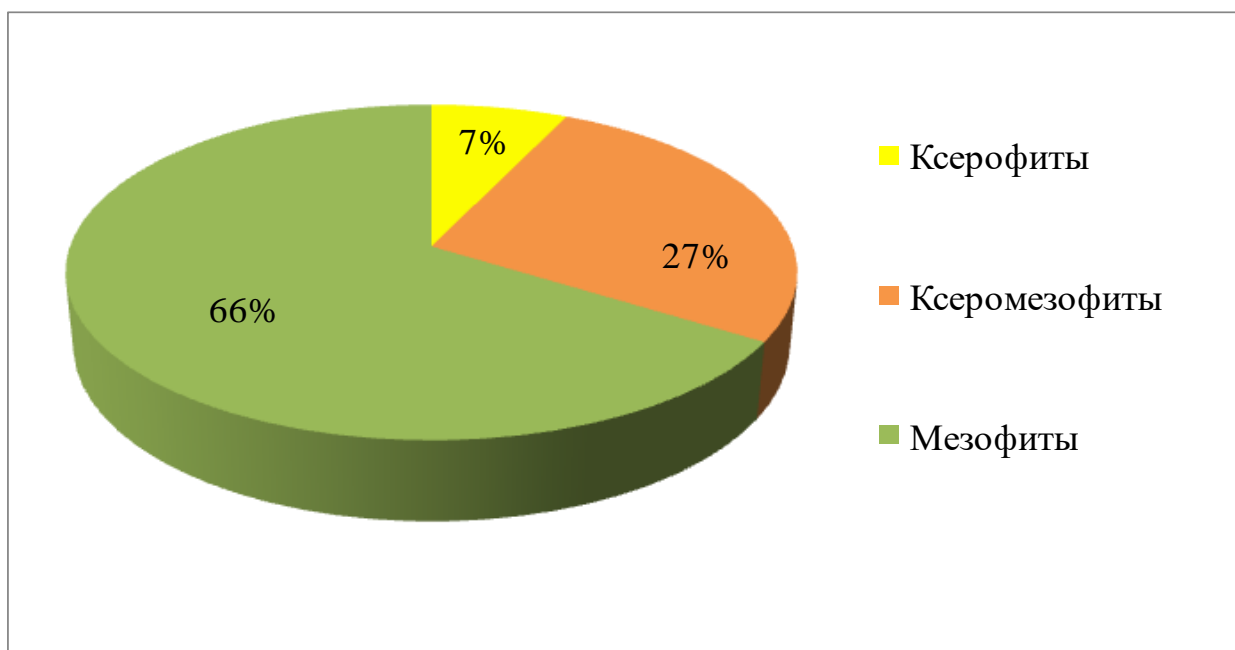


Рисунок 16 – Соотношение экологических групп растений на площадке № 2 (составлено автором)

На этой площадке наибольшее видовое разнообразие, в связи с меняющимися экологическими условиями. К вышеперечисленным на первой площадке растениям добавляются типичные виды лесных полян и опушек, такие как кошачья лапка и золотарник, а также брусника и водяника. Возрастает видовое разнообразие и в мохово-лишайниковом покрове, где по-прежнему доминируют виды рода кладония.

Благодаря увеличению видового разнообразия коэффициент сходства сообществ по Жаккару между контрольной и площадкой № 2 увеличивается до 30 %.

$$K = \frac{6}{11 + 15 - 6} * 100\% = 30 \%$$

### Участок № 3

Разрез расположен в березово-кедрово-сосновом лесу с возрастом древостоя 70-100 лет (координаты N65°21'20,5" E72°57'19,9"). Почва подзолисто-иллювиальная с выраженными горизонтами A1 и A2.

Таблица 7 – Разрез № 3 (составлено автором)

Мощность горизонта, см	Индекс	Описание
0 – 3	A0	Лесная подстилка из зеленых мхов и лишайников. Горизонт свежий, снизу грубогумусовый. Переход ровный, четкий
3 – 10	A1	Светло-бурый песчаный, мелкозернистый, свежий уплотненный горизонт с включениями корней толщиной до 2 см и подтеками гумуса. Переход ровный
10 – 14	A2	Подзолистый, песчаный, мелкозернистый, свежий, уплотненный горизонт с белесовыми пятнами. Переход ясный
14 – 20	B	Песчаный, мелкозернистый, уплотненный, свежий горизонт с включением корней деревьев.
20 – 83	CD	Светло-серый, песчаный, слоистый, мелкозернистый, плотный горизонт. На глубине 49-61 прослойка из среднезернистого песка темного цвета с единичными корнями и образованиями железа.



Рисунок 17 – Разрез № 3 (фото автора)

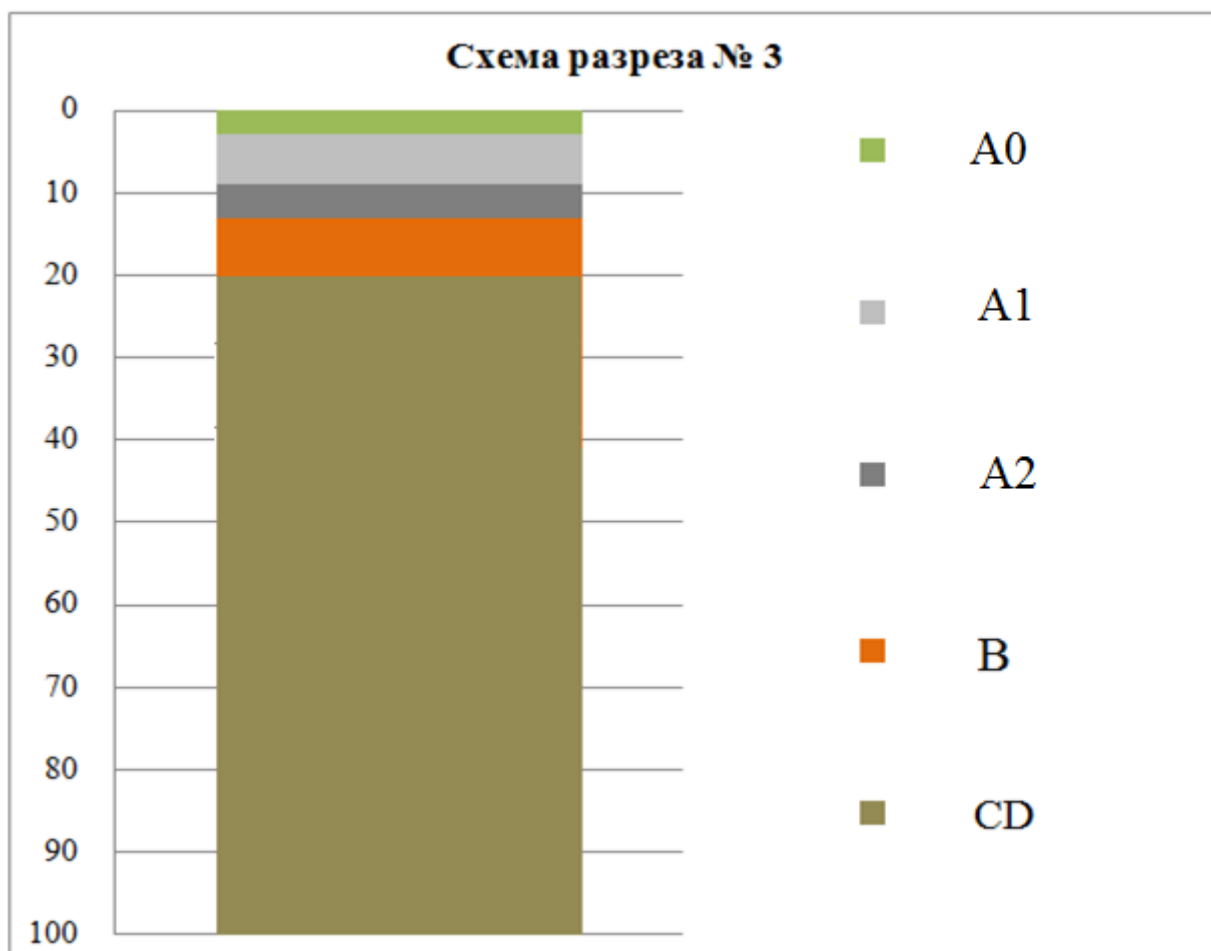


Рисунок 18 – Схема разреза № 3 (составлено автором)



Рисунок 19 – Площадка № 3 (фото автора)

Таблица 8 – Площадка 3 (составлено автором)

№	Вид	Экологическая группа	Обилие	Средняя высота	Покров, %	Встречаемость, %
1	<b>Pinus sylvestris</b> (Сосна обыкновенная)	КМ	-	5 м	0,2	-
2	Pinus sibirica (Кедр сибирский)	М	-	6 м	0,1	-
3	Betula tortuosa (Берёза извилистая)	М	-	6м	-	-
4	Vaccinium uliginosum (Голубика обыкновенная)	ГМ	sp	20,7 см	2,1	70
5	Vaccinium vitis-idaea (Брусника обыкновенная)	М	cop <sub>2</sub>	10,8 см	3,3	90
6	<b>Empetrum nigrum</b> (Водяника чёрная)	М	cop <sub>1</sub>	17,7 см	2,8	100
7	Ledum palustre (Багульник болотный)	Г	cop <sub>3</sub>	44 см	19,5	100
8	<b>Cladonia rangiferina</b>	М	cop <sub>2</sub>	-	-	100
9	Cladonia arbuscula	М	cop <sub>1</sub>	-	-	60
10	Peltigera aphthosa	М	sp	-	-	50
11	<b>Pleurozium schreberi</b>	М	cop <sub>1</sub>	-	-	100
КМ – 9%, М – 73%, ГМ – 9%, Г – 9%						

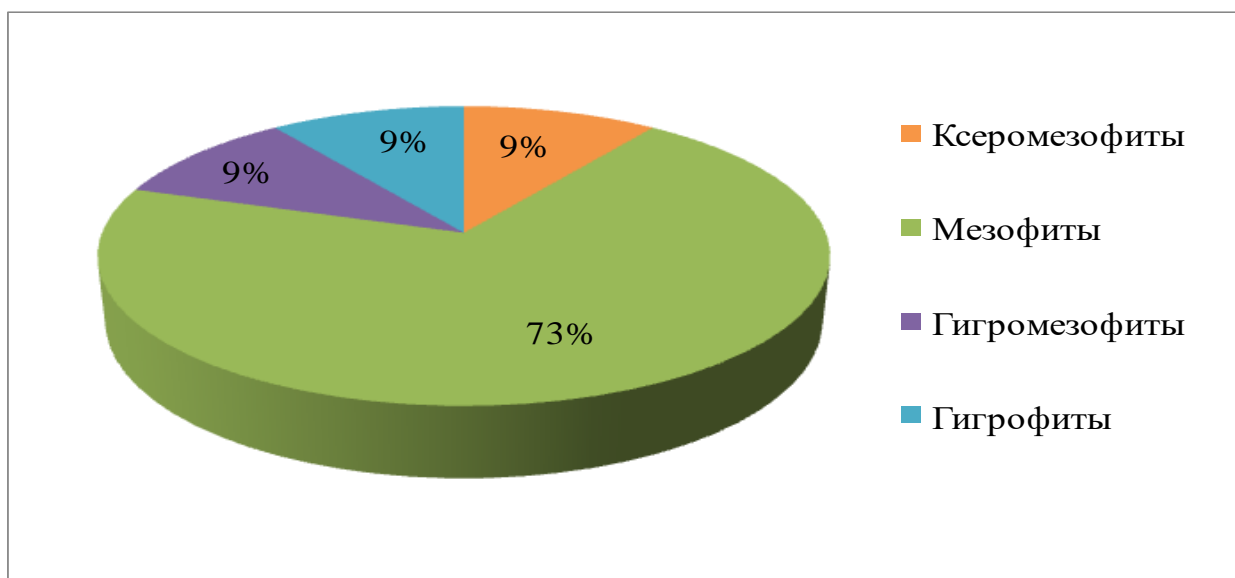


Рисунок 20 – Соотношение экологических групп растений на площадке № 3 (составлено автором)

Это стабильный участок дюны, с типичными представителями лесов этой зоны, такими как Брусника, Водяника и Багульник. В напочвенном покрове мхи и лишайники имеют почти равную долю, а их распространение связано с микро- и нанорельефом.

Сходство 3 площадки с контрольной возрастает до 83 %, что в совокупности с равной экологической структурой этих площадок, говорит о формировании стабильного лесного сообщества на данной территории.

$$K = \frac{10}{11 + 11 - 10} * 100\% = 83 \%$$

### 3.3 Физико-химические свойства почв

После проведения химического анализа проб отобранных из слоев почвенных профилей были получены следующие результаты:

#### Контрольный разрез

Кислотность слоев разреза снижается с глубиной от 4,9 в верхнем слое до 5,2 ед. рН в нижней части профиля.

Содержание органического углерода, наоборот, резко уменьшается при увеличении глубины. Так в верхнем пятисантиметровом слое его содержание равно 15,12 %, а в нижележащем снижается до 0,23 %. В нижней части профиля содержание углерода доходит до 0,1 %.

Оксид фосфора в профиле распределен следующим образом: в верхней части его содержание 7,7 мг/100 г, затем снижается до 1,5 мг/100 г и в нижней части возрастает до 14,5 мг/100 г.

Как и в случае с распределением органического углерода, с глубиной наблюдается резкое падение содержания оксида калия. Если в верхнем слое его 36,5 мг/100 г, то в нижележащем уже 0,8 мг/100 г. В нижней части профиля его содержание повышается до 1,5 мг/100 г. Похожая ситуация и с обменными основаниями  $K^+$ : в верхнем слое его 0,51 ммоль/100 г, а в последующих этот показатель снижается до 0,03 ммоль/100 г.

Содержание  $Ca^{2+}$  также уменьшается с глубиной от 6 ммоль/100 г в верхнем слое, до 1,2 ммоль/100 г на глубине 20 см и до 0,8 ммоль/100 г при глубине свыше 50 см.

$Mg^{2+}$  менее подвержен колебаниям, так на глубинах до 20 см его содержание равно 1 ммоль/100 г, а при глубине свыше 50 см снижается до 0,6 ммоль/100 г.

Аналогично и распределение  $Na^+$  в разрез, в верхнем слое 0,06 ммоль/100 г, в нижележащих 0,03 ммоль/100 г.

Таблица 9 – Химический состав горизонтов контрольного разреза (составлено автором)

Мощность горизонта, см	Индекс	рН вод	$C_{орг}$	$Ca^{2+}$	$Mg^{2+}$	$K^+$	$Na^+$	$P_2O_5$	$K_2O$
			%	обмен. основ., ммоль(+)/100 г				мг/100 г	
0 – 5	A0	4,98	15,12	6,00	1,00	0,51	0,06	7,69	36,5
5 – 20	A2	5,02	0,23	1,20	1,00	0,03	0,03	1,64	0,85
20 – 53	B <sub>Fe</sub>	5,06	0,12	1,20	0,60	0,03	0,03	1,41	1,10
53 – 100	C <sub>g</sub>	5,2	0,10	0,80	0,60	0,03	0,02	14,49	1,55



## Разрез № 1

В данном разрезе кислотность практически не изменяется с глубиной, так в верхнем слое рН равно 5,6 ед. рН, в нижележащем 5,3 и с глубины 30 см возрастает до 5,8 ед. рН.

Распределение органического углерода по профилю неравномерно, основная его часть находится в верхнем слое – 0,17 %, с глубиной понижается до 0,1 % на 10 см и до 0,06 % на 43 см.

Содержание оксида фосфора с глубиной изменяется следующим образом: в верхнем слое 0,85 мг/100 г, в нижележащем возрастает до 1,3 мг/100 г, затем понижается до 0,95 мг/100 г.

Оксид калия в верхнем слое имеет значение 2,85 мг/100 г, затем на глубине 15 см понижается до 1,9 мг/100 г, на глубине 30 см повышается до 2,35 мг/100 г, а на глубине свыше 40 см понижается до 1,2 мг/100 г. Таково же распределение обменного  $K^+$  (0,06 ммоль/100 г в верхнем горизонте, понижается до 0,04 в нижележащем, возрастает до 0,07 на глубине до 30 см и вновь понижается до 0,03 ммоль/100 г после 40 см.

Содержание  $Ca^{2+}$  в профиле возрастает с 1,6 ммоль/100 г в верхнем слое до 3,8 ммоль/100 г на глубине 30 см, а затем вновь понижается до 1,4 ммоль/100 г.

Похожая ситуация и с  $Mg^{2+}$ , его содержание увеличивается с 0,4 ммоль/100 г в верхней части до 1,2 ммоль/100 г в нижней части профиля.

Содержание  $Na^+$  в разрезе практически не изменяется, варьируя в пределах 0,02-0,03 ммоль/100 г.

Таблица 10 – Химический состав горизонтов разреза № 1 (составлено автором)

Мощность горизонта, см	Индекс	рН вод	$C_{орг}$	$Ca^{2+}$	$Mg^{2+}$	$K^+$	$Na^+$	$P_2O_5$	$K_2O$
			%	обмен. основ., ммоль(+)/100 г				мг/100 г	
0 – 0,5	A0	5,58	0,17	1,60	0,40	0,06	0,03	0,85	2,85
0,5 – 14	A1A2	5,27	0,10	1,40	0,40	0,04	0,02	0,95	1,90
14 – 43	Слой 1	5,43	0,09	3,80	0,40	0,07	0,03	1,28	2,35
43 – 100	Слой 2	5,81	0,06	1,40	1,20	0,03	0,03	0,95	1,20

## Разрез № 2

Кислотность слоев профиля уменьшается с глубиной от слабокислой до нейтральной реакции (от 5,3 в верхней части профиля до 6,5 ед. рН на глубине 100 см.).

Сильно изменяется с глубиной и процентное содержание органического углерода, так на глубине в 5-10 см, его значение в 4 раза меньше чем в верхнем слое (0,24 % и 0,06% соответственно). На глубинах свыше 15 см его содержание становится менее 0,02%.

Распределение оксида фосфора в профиле изменяется скачкообразно, если в верхнем слое 1,4 мг/100 г, то в слое 10-22 см. значение возрастает до 2,6 мг/100 г, в нижележащем слое вновь понижается до 1,5 мг/100 г.

Содержание оксида калия в слоях профиля резко уменьшается с глубиной, если в верхнем слое его 7,7 мг/100 г, то в нижележащих слоях содержание уменьшается более чем в 3 раза уже на глубине 14 см, достигая значения 2,4 мг/100 г.

Аналогичная ситуация и с обменным  $K^+$ , в верхнем слое 0,17 ммоль/100 г, а в нижележащих содержание уменьшается до 0,05 ммоль/100 г.

Обратная ситуация наблюдается при анализе распределения в профиле  $Ca^{2+}$ , так в верхнем горизонте его содержание равно 2 ммоль/100 г, а на глубине 10-20 см, его содержание возрастает до 4,5 ммоль/100 г.

Содержание  $Mg^{2+}$  и  $Na^+$  по профилю остается практически неизменным и равно 0,8 ммоль/100 г для  $Mg^{2+}$  и 0,03 ммоль/100 г для  $Na^+$  соответственно.

Таблица 11 – Химический состав горизонтов разреза № 2 (составлено автором)

Мощность горизонта, см	Индекс	рН вод	$C_{орг}$	$Ca^{2+}$	$Mg^{2+}$	$K^+$	$Na^+$	$P_2O_5$	$K_2O$
			%	обмен. основ., ммоль(+)/100 г				мг/100 г	
0 – 1	A0	5,31	0,24	2,00	0,60	0,17	0,03	1,36	7,70
1 – 10	A1A2	5,49	0,06	2,60	0,80	0,06	0,02	1,56	2,40
10 – 22	Слой 1	6,02	0,02	4,53	0,80	0,05	0,02	2,62	1,80
22 – 33	Слой 2	5,94	0,02	3,60	0,60	0,07	0,03	1,78	1,75
33 – 100	Слой 3	6,51	0,02	3,80	0,40	0,05	0,03	1,53	2,20

### Разрез № 3

Кислотность по глубине профиля изменяется от кислой (рН – 3,6) в верхнем слое до слабокислой в нижней части разреза (рН – 5,4).

Содержание органического углерода резко уменьшается с глубиной, так в первых трех сантиметрах его содержание 5,45 %, а в нижележащем слое его содержание снижается до 0,09 %, затем на глубине 10 см повышается до 0,13 % и вновь снижается до 0,08 % на глубине свыше 25 см.

Оксид фосфора распределен следующим образом, в верхнем слое содержание 3,6 мг/100 г, далее снижается до 0,3 и вновь начинает повышаться сначала до 0,5 мг/100 г на глубине свыше 10 см, затем до 1,4 мг/100 г на глубинах свыше 30 см.

Резкое снижение содержания с глубиной наблюдается у оксида калия, так в верхнем слое его 12,4 мг/100 г, а в нижележащем слое снижается до 0,4 мг/100 г, и до 0,1 мг/100 г в нижней части профиля. Идентичная ситуация и с обменным калием содержание которого снижается с 0,43 ммоль/100 г до 0,01 ммоль/100 г в нижней части профиля.

Снижается с глубиной и количество  $\text{Ca}^{2+}$ , хотя и не так резко. Так в верхнем слое его содержание 3,2 ммоль/100 г, в нижеследующем 1,4 ммоль/100 г и затем снижается до 0,8 на глубинах более 30 см.

Изменения содержания  $\text{Mg}^{2+}$  и  $\text{Na}^+$  по профилю незначительны, а их содержание в среднем по профилю равно 1 ммоль/100 г для магния и 0,03 ммоль/100 г для натрия соответственно.

Таблица 12 – Химический состав горизонтов разреза № 3 (составлено автором)

Мощность горизонта, см	Индекс	рН вод	$\text{C}_{\text{орг}}$	$\text{Ca}^{2+}$	$\text{Mg}^{2+}$	$\text{K}^+$	$\text{Na}^+$	$\text{P}_2\text{O}_5$	$\text{K}_2\text{O}$
			%	обмен. основ., ммоль(+)/100 г				мг/100 г	
0 – 3	A0	3,63	5,45	3,20	1,20	0,43	0,06	3,57	12,35
3 – 10	A1	3,63	0,09	1,40	1,20	0,02	0,03	0,27	0,40
10 – 14	A2	4,76	0,13	1,00	1,00	0,01	0,03	0,49	0,35
14 – 20	B	5,44	0,15	1,20	0,80	0,01	0,02	0,82	0,15
20 – 83	CD	5,45	0,08	0,80	1,00	0,01	0,02	1,37	0,12

Таким образом, намечается следующая закономерность: богатство химическими элементами разрезов возрастает от молодого разреза № 1 до контрольного разреза, расположенного в естественных условиях. Так, например, содержание органического углерода в 1 разрезе 0,17 %, во втором увеличивается до 0,24 %, а уже в разрезе на стабильном участке дюны этот показатель достигает 5,5 %. В контрольном же разрезе органический углерод достигает 15 %. Аналогичная ситуация складывается и по другим химическим элементам. С увеличением возраста профиля увеличивается и богатство элементами питания для растений, а в свою очередь появление большего количества растений ведет к увеличению опада, а это приводит к росту в профиле гумуса и других элементов.

Обратная ситуация наблюдается лишь с кислотностью: в более молодых разрезах этот показатель выше (5,6 в 1 разрезе и 3,6 ед. рН в разрезе № 3), что опять же связано с увеличением опада хвойных растений при разложении которых выделяется большое количество фульвокислот, которые и ведут к повышению кислотности почвы. В контрольном разрезе этот показатель возрастает до 5 ед. рН, так как большую часть опада составляют уже растения травяно-кустарничкового яруса и кислотность почвы выравнивается.

## Выводы

Доминирующими видами на естественных участках являются мхи имеющие 100% проективное покрытие. Преобладают виды из рода *Pleurozium*.

На песках мхи хоть и преобладают над лишайниками, но в целом имеют небольшое проективное покрытие. Это связано с молодостью напочвенного покрова на первой и второй площадке. Но на третьей площадке, представляющей собой стабильный участок дюны проективное покрытие возрастает и в напочвенном покрове мхи и лишайники имеют почти сто процентное проективное покрытие.

Полученные коэффициенты сходства сообществ по Жаккару, наглядно демонстрируют процесс восстановления, так между контрольной и площадкой №1 коэффициент равен 26 %, в основном за счет древостоя и напочвенного покрова. На 2 площадке сходство повышается до 30% за счет внедрения новых видов растений таких как брусника и водяника, типичных для зеленомошника. С 3 площадкой сходство контрольного участка возрастает до 83%, в совокупности распределением видов по экологическим группам (контрольный участок и участок № 3 имеют одинаковую экологическую структуру) можно говорить о формировании стабильного лесного сообщества на данной территории.

Почва во всех случаях развивается по единому подзолисто-иллювиальному типу с сопутствующим иллювиальным процессом. С появлением горизонта В и увеличением подзолистого горизонта А2 в зрелых профилях. С формированием в конечном итоге профиля мало отличимого от контрольного участка. При этом с возрастом увеличивается богатство профиля химическими элементами, что приводит к повышению плодородия и появлению новых видов растений, что обеспечивает накопление гумуса и других элементов в профиле.

Восстановление почвенно-растительного покрова на песчаных дюнах однотипно и идет через формирование листовечно-соснового древостоя и почву подзолисто-иллювиального типа. Что прослеживается через коэффициенты сходства сообществ по Жаккару, экологическую структуру сообществ и формирование профилей почв.

Измерения мощностей гумусового горизонта и расчёт скоростей гумусонакопления, приведенных в работе А. Л. Александровского и Е.И. Александровской [1], показали, что для стабилизации сообщества необходимо около 100 лет, так как за это время создаются стабильные геохимические условия для переработки органического вещества и формируется первичный почвенный профиль. Это коррелируется и с данными дендрохронологии по фондовым материалам НИИ Экологии и РИПР ТюмГУ (возраст древесных насаждений в пределах дюны варьируется от 150 до

250 лет). В дальнейшем почвообразование начинает преобладать над осадконакоплением и идет накопление гумуса в профиле.

Данный цикл естественного восстановления сообществ на песках можно перенести и на антропогенные участки. Зная, как идет естественная стабилизация эоловых форм рельефа, можно использовать данный ботанический состав древостоя и для проведения рекультивации на антропогенных формах. Виды, через которые идет восстановление песчаных обнажений, широко распространены в данном регионе, поэтому их использование будет дешевым и эффективным. В естественных условиях процесс восстановления идет довольно долго, при рекультивации же его можно значительно ускорить, минуя стадию семян, сразу засаживать участки молодыми соснами, которые смогут обеспечить относительную стабильность и создадут условия для дальнейшего восстановления почвенно-растительного покрова без участия человека.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполненных исследований получены следующие выводы:

1. На формирование растительных сообществ на песках оказывают влияние следующие факторы: температурно-влажностный режим территории, положение форм рельефа относительно ветра, температура и мощность осаждаемого песка.

2. История развития района исследования включает четыре этапа, которые маркируются генетическими типами четвертичных отложений: В первый этап формировалась вторая надпойменная терраса за счет речных отложений. Вторым этапом – это образование криогенных полигонально-жильных структур и активное развитие эоловых процессов. Третьим этапом – формирование первой террасы реки Надым и образование торфяников. Четвертым этапом – развитие массивов естественных песчаных обнажений на второй и первой террасах реки Надым.

3. Физико-географические характеристики района расположения Надымского стационара являются типичными для северотаежной зоны Западной Сибири. Поэтому результаты исследований, проводимых в окрестностях стационара, могут быть применены на северотаежные леса Западной Сибири.

4. К эколого-геохимическим особенностям формирования почвенно-растительного покрова на песчаных отложениях относятся:

- возраст почвенного профиля определяет богатство элементами питания для растений;

- обогащение элементами питания, в том числе и гумусом, верхнего горизонта молодой почвы связано с поступлением растительного опада;

- начальные стадии первичной сукцессии отличаются от коренных подзолистых почв повышенной кислотностью в верхнем горизонте вследствие преобладания хвойного опада над лиственным, что приводит к образованию фульвокислот в значительных концентрациях.

5. Процесс почвообразования при первичных сукцессиях на песчаных обнажениях развивается по единому подзолистому типу с появлением горизонта В и увеличением подзолистого горизонта А2 и с формированием в итоге профиля мало отличимого от коренных подзолистых почв.

6. Восстановление растительного покрова на песчаных дюнах однотипно и идет через формирование лиственнично-соснового древостоя, что подтверждается коэффициентами сходства сообществ по Жаккару и анализом экологической структуры сообществ. Измерения мощности гумусового горизонта на подзолистых почвах, поросшей

лесом дюны и участках первичных сукцессий песчаного раздува, позволяют предположить, что для стабилизации сообщества необходимо примерно 100 лет.

7. Измерения мощности гумусового горизонта на подзолистых почвах, поросшей лесом дюны и участках первичных сукцессий песчаного раздува, позволяют предположить, что для стабилизации сообщества необходимо примерно 100 лет.

Полученные результаты помогут использовать механизм естественного восстановления при рекультивации песчаных обнажений для предотвращения их дальнейшего распространения. А применение в тех же экологических условиях, позволит обеспечить большую ее продуктивность, при меньших экологических и экономических рисках.

Данные по восстановлению почвенно-растительного покрова на песках можно использовать и для рекультивации эоловых форм рельефа возникших в ходе деятельности человека, которые, к сожалению, имеют все большее распространение в связи с активной эксплуатацией ландшафтов на этой территории.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Александровский А.Л., Александровская Е.И. Эволюция почв и географическая среда; Ин-т географии РАН. - М. : Наука, 2005. - 223 с.
2. Андреяшкина Н.И. Формирование растительного покрова в искусственно созданных местообитаниях (полуостров Ямал); Научный вестник ЯНАО Выпуск № 1. Салехард, 2008 г.
3. Антропогенная динамика растительного покрова Арктики и Субарктики: принципы и методы изучения / под. ред. Б. А. Юрцева. СПб. 1995
4. Антропогенная трансформация природной среды. Пермь, 2017 г. Выпуск № 3, С. 116-118
5. Астахов В.И. О хроностратиграфических подразделениях верхнего плейстоцена Сибири // Геология и геофизика, 2006, т. 47, № 11, с. 1207–1220.
6. Атлас почв Российской Федерации, Астрель, 2011 г.
7. Атлас Тюменской области. Вып. I. М. – Тюмень, 1976. – 225 с.,
8. Атлас Ямало-Ненецкого АО, Омская картографическая фабрика, 2004. — 304 с.
9. Величко А.А., Тимирева С.Н. "Западная Сибирь - великая позднеледниковая пустыня" Природа. 2005 №5. С. 54-62.
10. Воронов А.Г. Геоботаника. Москва: Высшая школа, 1973. — 384 с
11. Гарибова Л.В., Дундин Ю.К., Коптяева Т.Ф., Филин В.Р. Водоросли, лишайники и мохообразные СССР. «Мысль», Москва 1978
12. Государственный водный кадастр. Основные гидрологические характеристики. Т 15, 1978
13. Дулепова Н.А. Флора и растительность развееваемых песков Забайкалья. Новосибирск 2014 г.
14. Зыкина В.С., Зыкин В.С. и др. Строение, криогенные образования и условия формирования верхнечетвертичных отложений Надымского Приобья. Криосфера Земли, 2017. Т. 21, № 6, с. 14-25
15. Касьянова Л.Н. Растительность современных дюнных песков острова Ольхон на Байкале. Успехи современного естествознания №4, Иркутск, 2015 г.
16. Колосков В. Н. Геологическое строение Надымской мегавпадины Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна в свете перспектив ее нефтеносности. Москва 2005 г.
17. Комплексный мониторинг северотаёжных геосистем Западной Сибири. Под ред. Мельникова В. П. Новосибирск 2012 г.



18. Коронатова Н. Г. Инициальное почвообразование на выработанных карьерах северной тайги Западной Сибири // Сиб. экол. журн. 2007. № 5
19. Коронатова Н. Г. Развитие почвенно-растительного покрова на песчаных карьерах в северной тайге Западной Сибири., 2004
20. Коронатова Н.Г., Миляева Е.В. Сукцессия фитоценозов при зарастании выработанных карьеров в подзоне северной тайги Западной Сибири // Сибирский экологический журнал. – 2011. – № 5.
21. Кулюгина Е.Е. Динамика растительного покрова песчаных обнажений припечорских тундр // Вест. Ин-та биологии КомиНЦ УрО РАН. 2000. № 6. – С. 2–5.
22. Лёзин В. А. Реки Ямало-Ненецкого автономного округа. «Вектор Бук» Тюмень, 2000 г. – 142 с
23. Лоботросова С.А. Восстановление растительности на эоловых формах рельефа в северной тайге Западной Сибири. Криосфера Земли, 2014. Т. 18, № 1
24. Матышак Г. В. Особенности формирования почв севера Западной Сибири в условиях криогенеза. Москва, 2009
25. Попов С.Ю. «Методы изучения структуры и динамики растительности» Журнал Биология № 23, 24, 25, 26, 45. 2001
26. Растительный покров Западно-Сибирской равнины. Под ред. Воробьева В. В. Новосибирск, 1985 г.
27. Розанов Б.Г. Морфология почв М.: Академический Проект, 2004. — 432 с.
28. Селиванов А.Е., Капитонова О.А., Капитонов В.И., Еремеева Н.В. Особенности зарастания песчаных обнажений на севере Западно-Сибирской равнины. Международный научно-исследовательский журнал. № 10; Екатеринбург, 2016 г.
29. Сизов О.С. «Геоэкологические аспекты современных эоловых процессов северотаежной подзоны Западной Сибири» г. Томск, 2009 г.
30. Сизов О.С., Лоботросова С.А. Особенности восстановления растительности в пределах участков развеваемых песков северотаежной подзоны Западной Сибири. Криосфера Земли, 2016. Т. 20, № 3, с. 3-13
31. Сумина О.И. К анализу разнообразия растительности карьеров (На примере карьеров севера Западной Сибири) // Освоение севера и проблемы рекультивации. Сыктывкар, 1997 - С. 76-87.
32. Сумина О.И., Бельдиман Л.Н. Зарастание карьеров лесотундры Западной Сибири: прогноз восстановительных сукцессий // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 3. Биология. 2011. № 2.

33. Федорович Б.А. Динамика и Закономерности рельефообразования пустынь. М.: Наука, 1983
34. Физико-географическое районирование Тюменской области. Под ред. Гвоздецкого Н. А. М.: МГУ, 1973
35. Чижов Б. Е, Санникова Н.С. Пожароустойчивость растений травяно-кустарничкового яруса сосновых лесов Зауралья // Лесоведение, № 5, 1978, С. 67-76.
36. Шкаранда Ю.С. и Корженевский В.В. Фитоиндикация экологической амплитуды популяции, г. Ялта 2014 г.
37. Эктова С.Н., Ермохина К.А. Растительность песчаных обнажений северных субарктических тундр центрального Ямала. Известия Самарского научного центра, Т 14 № 1, 2012
38. Mann D.H., Heiser P.A., Finney B.P. Holocene history of the Great Kobuk Sand Dunes, Northwestern Alaska; Quaternary Science Reviews 21, 2002