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

Институт наук о Земле
Кафедра геоэкологии и природопользования

РЕКОМЕНДОВАНО К ЗАЩИТЕ В ГЭК
Заведующий кафедрой
Доктор биологических наук
_____ А.В. Синдирева
_____ 2021 г.

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**
магистерская диссертация

# ВЛИЯНИЕ ЛИНЕЙНЫХ СООРУЖЕНИЙ НА РАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОКРОВ СОСНЯКОВ ЛИШАЙНИКОВЫХ В ПОДТАЙГЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

05.04.06 Экология и природопользование
Магистерская программа «Геоэкология нефтегазодобывающих регионов»

Выполнила работу
Студентка 2 курса
очной формы обучения

Распопова
Юлия
Владимировна

Научный руководитель
к.б.н., доцент

Казанцева
Мария
Николаевна

Рецензент
к.г.н., н.с. ИПОС
ТюмНЦ СО РАН

Тигеев
Александр
Анатольевич

Тюмень
2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ…….3
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ……....5
1.1. ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ КАК ОДИН ИЗ ГЛАВНЫХ НЕФТЕ- И ГАЗОДОБЫВАЮЩИХ РЕГИОНОВ РОССИИ……..5
1.2. РАЗНОВИДНОСТИ И ХАРАКТЕРИСТИКА ЛИНЕЙНЫХ СООРУЖЕНИЙ ПРИ НЕФТЕГАЗОДОБЫЧЕ……6
1.2.1. Транспортные коммуникации……..…….9
1.2.2. Линии электропередач…….……...11
1.2.3. Трубопроводы……..12
1.3. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ, СВЯЗАННЫЕ СО СТРОИТЕЛЬСТВОМ И ЭКСПЛУАТАЦИЕЙ ЛИНЕЙНЫХ СООРУЖЕНИЙ……...13
1.3.1. Влияние на рельеф и почвы……....15
1.3.2. Нарушение гидрологического режима территории……..18
1.3.3. Загрязнение окружающей среды……..……19
1.3.4. Воздействие на биоценозы…….....21
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ……..24
2.1. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ……..24
2.2. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ…….....25
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ……...30
3.1. ХАРАКТЕРИСТИКА ДРЕВОСТОЯ НА ПРОБНЫХ ПЛОЩАДЯХ…...30
3.2. СОСТОЯНИЕ ЖИВОГО НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА……....35
ЗАКЛЮЧЕНИЕ…….....44
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК……....45
ПРИЛОЖЕНИЯ 1-7…….54

# ВВЕДЕНИЕ

Западная Сибирь – крупнейший нефтегазодобывающий регион России. Суммарные запасы углеводородного сырья, сосредоточенные в Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции, составляют более 25% всех мировых запасов, что позволяет региону оставаться ведущим добывающим регионом нашей страны еще не один десяток лет.

Вместе с тем нефтегазодобывающая промышленность является одной из наиболее экологически опасных. Добыча, транспортировка и переработка углеводородного сырья сопровождается целым комплексом негативных воздействий на окружающую среду.

Природные экосистемы Западной Сибири подвергаются техногенной нагрузке, как непосредственно в районах нефтегазодобычи, так и при транспортировке углеводородного сырья по трубопроводам. В последнем случае объектом воздействия на окружающую среду являются линейные сооружения: сами трубопроводы и сопутствующая им инфраструктура – обслуживающие дороги, линии электропередач и др. В лесистой местности прокладка линейных объектов сопровождается вырубкой древостоев, что снижает хозяйственное значение территорий в связи с потерями потенциальной древесной продукции. Древесная растительность в лесных биоценозах имеет эдификаторное значение, ее уничтожение кардинальным образом влияет на все компоненты экосистем. Известно, что древесная растительность играет ведущую роль в глобальном углеродном цикле, поглощая углекислый газ атмосферы. Вырубка леса приводит к утрате участком экологических свойств, связанных с ассимиляцией деревьями углекислого газа и выделением ими кислорода в процессе фотосинтеза.

Цель работы: анализ влияния линейных сооружений на фитоценозы лишайниковых сосняков в подтайге Западной Сибири.

В связи с этим были сформулированы следующие задачи:

1. Оценить состояние исходной лесной растительности и её продуктивность в зоне влияния трассы газопровода;

2. Изучить влияние линейных сооружений на видовое богатство и разнообразие фитоценозов;

3. Выявить влияние линейных сооружений на структурные показатели живого напочвенного покрова.

Объектами исследования послужили фитоценозы лишайниковых сосняков и луговые сообщества на месте их вырубки под трассу газопровода в подтайге Западной Сибири.

Предмет исследования: изменение показателей структуры и продуктивности фитоценозов после вырубки леса под трассу газопровода.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Вырубка леса в подтайге Западной Сибири приводит к резким изменениям природных экосистем и снижению их биологической продуктивности в результате смены исходного лесного типа растительности на луговой.
2. Состав и структура растительного покрова на вырубке меняется, происходит перераспределение эколого-ценотических групп растений – наблюдается увеличение доли луговых и снижение лесных видов, как по общему количеству, так и по обилию.
3. Растительные сообщества вырубки отличаются более высокими показателями видового богатства и разнообразия по сравнению с исходными лесными фитоценозами.

# ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

## 1.1. ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ КАК ОДИН ИЗ ГЛАВНЫХ НЕФТЕ- И ГАЗОДОБЫВАЮЩИХ РЕГИОНОВ РОССИИ

В России открыто большое количество нефтяных месторождений. Разработка месторождений ведется в Поволжье, на Кавказе, на Дальнем Востоке, на шельфах Каспийского и Балтийского морей. Согласно Государственному балансу запасов полезных ископаемых Российской Федерации (по состоянию на 01.01.2016), за 140 лет разведки нефти и газа в пределах осадочных бассейнов России и окружающих морей было открыто 3454 различных по величине запасов месторождений углеводородов в разных фазовых состояниях, в том числе 2462 – нефтяных, 572 – смешанных (нефтегазосодержащих), 420 – газовых и газоконденсатных. Но главным нефтедобывающим регионом страны является крупнейшая в мире Западно-Сибирская нефтегазоносная провинция. Ее общая площадь составляет около 3,5 млн. км$^2$. Данный нефтегазоносный бассейн расположен в пределах Западно-Сибирской равнины, большей частью на территории Тюменской области. По объёму запасов углеводородного сырья Западная Сибирь превосходит все остальные месторождения России вместе взятые [Скоробогатов, с. 13].

В 1953 году первый аварийный промышленный приток газа был получен в районе села Березово (позднее – Березовское газовое месторождение). С тех пор значительно возрос объем сейсморазведочных работ и разведочного бурения в северных районах Тюменской области. Первое нефтяное месторождение было открыто спустя 7 лет в 1960 году в Шаимском районе [Соромотин, с. 54].

В 1962 г. из Тазовской опорной скважины получен первый фонтан сеноманского газа – было открыто первое на севере Тазовское нефтегазовое месторождение (позже наличие нефти было подтверждено в разведочных скважинах). Самое крупное нефтяное месторождение – Самотлорское –

открыто в 1965 г. А в 1966 г. в Надым-Пурской нефтегазоносной области обнаружено крупнейшее уникальное нефтегазоконденсатное месторождение на севере провинции – Уренгойское. За десятилетие с 1965 по 1974 г. были открыты практически все уникальные и сверхгигантские месторождения углеводородов (с запасами более 1 млрд. т), описаны важнейшие характеристики строения осадочного чехла и фундамента Западно-Сибирской плиты [Брехунцов, с. 18-19]. Всего же с начала геологоразведочных работ в Западной Сибири открыто более 600 месторождений нефти и газа [Конторович, Нестеров, Салманов, с. 624].

## 1.2. РАЗНОВИДНОСТИ И ХАРАКТЕРИСТИКА ЛИНЕЙНЫХ СООРУЖЕНИЙ ПРИ НЕФТЕГАЗОДОБЫЧЕ

Добыча нефти и газа сопровождается масштабными строительными работами, как на территории самих месторождений, так и за их пределами. В зависимости от структуры и расположения объектов нефтегазодобычи, все они делятся на линейные и площадные.

К площадным относятся объекты обустройства месторождений, имеющие соизмеримые значения длины и ширины. Они включают в себя такие объекты как дожимная насосная станция (ДНС), кустовая насосная станция (КНС), цех подготовки и перекачки нефти (ЦППН), газоперерабатывающий завод (ГПЗ), факельные хозяйства, населенные пункты, кусты нефтегазовых скважин и одиночные скважины, буровые площадки промыслового бурения, полигоны производственных и бытовых отходов (свалки). Однако основная часть площадей, отводимых под нужды нефте- и газодобычи, занята все же линейными сооружениями [Чижов, с. 43].

На сегодняшний день в действующем законодательстве отсутствует определение линейного объекта. Так как не существует юридически оформленной формулировки линейного объекта, содержание данного понятия

принято раскрывать путем перечисления различных нормативно-правовых актов, называющих его виды и признаки [Шмакова, с. 43].

Согласно градостроительному кодексу РФ линейными объектами сети инженерно-технического обеспечения являются: линии электропередачи, линии связи (в том числе линейно-кабельные сооружения), трубопроводы, автомобильные дороги, ж/д линии и другие подобные сооружения [Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 № 190-ФЗ]. Водным кодексом Российской Федерации к числу таких объектов причисляются также мосты, подводные и подземные переходы, трубопроводы, подводные линии связи [Водный кодекс Российской Федерации от 03.06.2006 № 74-ФЗ]. Возможно дополнение данного перечня, так как к линейным объектам допустимо относить любые сооружения, длина которых в разы превышает ширину.

Другое определение можно найти в тексте Федерального закона от 21 июля 2011 г.: под линейными объектами топливно-энергетического комплекса здесь понимается система линейно-протяженных объектов, таких как нефтепроводы, продуктопроводы, магистральные газопроводы, электрические сети [О безопасности объектов топливно-энергетического комплекса от 21.07.2011 № 256-ФЗ]. Как видно из вышесказанного, перечисленные понятия не являются определениями линейного объекта, а лишь отражают многообразие его наименований. Таким образом, возникает необходимость формулировки свойств и качеств линейного объекта, которые позволили бы отделить его от других.

Учитывая все перечисленные определения, включенные в данное понятие, можно заключить, что линейными объектами являются линейно-протяженные элементы организации территории. Данные объекты могут располагаться в пространстве в виде прямых или изогнутых линий, которые характеризуются протяженностью, шириной, координатами начальной и конечной точек [Шуплецова, с. 33].

Понятие линейного объекта может быть определено с учетом следующих характеристик:

1) значительная протяженность – его длина в разы превышает ширину;

2) линейный объект является конструкцией, представляющей собой объемную, плоскостную или линейную систему строительства, включающую наземную, надземную или подземную части. Объект должен состоять из несущих, а в отдельных случаях и ограждающих строительных конструкций и быть предназначен для выполнения производственных процессов различного вида (например, перемещение грузов) [Федеральный закон "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений" от 30.12.2009 N 384-ФЗ];

3) в зависимости от связи с землей линейные объекты бывают:

- надземные (воздушные);
- наземные (поверхностные);
- подземные;

4) предназначение линейных объектов – транспортные коммуникации (железные дороги, автомобильные дороги), линии связи, нефтепроводы, газопроводы, электрические сети, водопроводы, канализационные и ливневые стоки. Учитывая задачу линейных объектов, их классифицируют в зависимости от конструкции (трубопроводы, сети, дороги и др.) [Шмакова, с. 45].

Линейные сооружения образуют основу для осуществления коммуникаций и играют немаловажную роль в регулировании территории. Вопросы обеспечения регионов Сибири линейными сооружениями особенно актуальны в связи с постоянным увеличением добычи нефти, газа и других полезных ископаемых. Эффективная разработка месторождений нефти и газа в Западной и Восточной Сибири во многом возможна лишь при наличии на месторождениях коридора коммуникаций [Бородавкин, Ким, с. 6]. Это предполагает совместное строительство автодорог, ЛЭП и трубопроводов в одном коридоре, что, с одной стороны, приводит к концентрации объектов воздействия, а с другой – позволяет более экономно использовать земельные

ресурсы. Если такой коридор будет проходить через лесные массивы, то для этого требуется создать просеку и полосу отвода вдоль него.

### 1.2.1. Транспортные коммуникации

Транспортная коммуникация (транспортная магистраль) представляет собой физическую среду, в которой организовано перемещение потоков материальных, энергетических или информационных ресурсов. Этот линейный (протяженный) физический объект может служить связующим звеном между потребителем ресурсов и источником ресурсов, потребителем и потребителем или соединять в пространстве пару физических объектов [Лотарев, с. 45].

Первоочередным вопросом при строительстве и обустройстве месторождений полезных ископаемых, а также трубопроводов, является обеспечение проезда строительной и технологической техники. При этом планирование путей подъезда к линейным и площадным объектам месторождений происходит с учетом существующей сети дорог местного значения. Наличие надежных подъездных путей является одним из основных условий эффективного функционирования нефтепромыслового хозяйства, поскольку позволяет своевременно доставлять грузы к объектам.

Для нашей страны характерно неравномерное распределение населения. Разработка месторождений нефти и газа в большинстве своем ведется в районах с низким уровнем населения, что требует трассировки и строительства новых дорог. Условия окружающей среды и слабо развитая инфраструктура либо её отсутствие делают большинство таких районов труднодоступными.

При строительстве трубопроводов используют временные дороги, которые принято подразделять на вдольтрассовые, подъездные и технологические [Иванов, Соколов, Огудова, с. 64]. Эксплуатирование вдольтрассовых дорог осуществляется преимущественно в период строительства трубопроводов. Также они могут быть использованы для

осмотра или ремонта трубопроводов. Однако строительство таких дорог требует больших материальных затрат и в целом наиболее трудоемко [Иванов, Рябков, с. 14].

Подъездные дороги являются вспомогательными для вдольтрассовых и предназначены для доставки необходимых строительных материалов и техники ко вторым. Последней разновидностью временных дорог при строительстве трубопроводов являются технологические дороги. Они необходимы для обеспечения движения строительной техники в процессе сооружения линейной части магистрального трубопровода. В зависимости от особенностей участка трассы магистрального трубопровода (равнинный рельеф, горные участки, заболоченная местность и обводненные территории и др.) используют различные типы дорог.

В обычных условиях при возведении дорог сооружают насыпи и простейшие переходы с водопропускными трубами через овраги и ручьи. Строительство же на болотах осложняется наличием воды и низкой несущей способностью торфа. Для прокладки линейных сооружений в этом случае применяют другие конструкторские схемы [Бобрицкий, Юфин, с. 129].

Введённые в эксплуатацию нефтяные и газовые промыслы также нуждаются в сообщении между собой. Пролегающие между ними дороги подразделяются на межпромысловые и внутрипромысловые. Межпромысловые дороги соединяют между собой отдельные месторождения. К внутрипромысловым относят дороги, формирующие связь между промысловыми объектами в пределах месторождения [Иванов, с. 65].

В свою очередь внутрипромысловые дороги по своему назначению делятся на два типа, каждый из которых применяют при освоении нефтяных месторождений. Первый тип дорог предоставляет возможность передвижения между крупными промысловыми площадками, дожимными и кустовыми насосными станциями, обеспечивает сообщение с вахтовыми поселками, а также внешний выход с месторождений. Второй тип предоставляет

возможность сообщения между площадками кустов и одиночных скважин, дает доступ подъезда к технологическим площадкам и другим объектам.

Конструкции автодорог на нефтяных месторождениях разрабатывают, руководствуясь темпами и перспективой освоения нефтяной залежи, объемами грузоперевозок и характером их распределения по времени года, а также транспортно-эксплуатационным значением дорог. Автодорожную сеть проектируют с таким расчетом, чтобы при минимальной протяженности дорог обеспечить транспортной связью все объекты нефтепромыслового хозяйства. Также, по возможности, дороги располагают в наиболее благоприятных топографических, инженерно-геологических и гидрологических условиях [Цысь, Цысь, с. 319].

### 1.2.2. Линии электропередач

В России основные запасы нефти и газа сосредоточены в районах с суровыми климатическими условиями, расположенных на значительном удалении от населенных пунктов, автомобильных дорог и электрических сетей. Зачастую в местах разработки новых месторождений либо отсутствует техническая возможность подключения к централизованным электрическим сетям из-за недостаточного запаса мощности, либо подключение экономически не оправдано.

Стабильное функционирование всего нефтегазодобывающего комплекса невозможно без устойчивой работы систем электроснабжения. Поэтому часто вдоль трубопроводных систем проводятся работы по строительству линий электропередачи (ЛЭП) и электрических подстанций. Линия электропередачи может быть воздушной или кабельной. Воздушные линии электропередачи представляют собой неизолированные провода, подвешенные на опорах, в случае прокладки кабельных линий провода укладываются в земле. Ввиду того, что большинство трубопроводов Западной Сибири проходит в неосвоенных и

малозастроенных районах, протяженность строящихся ЛЭП близка к протяженности самих трубопроводов.

Начальным пунктом ЛЭП обычно является электростанция, конечным пунктом – распределительная станция, территориально-промышленный комплекс и другие объекты. Трасса ЛЭП должна соединять эти объекты между собой кратчайшим из возможных путей, но при этом должны соблюдаться требования законодательства и безопасности.

### 1.2.3. Трубопроводы

Открытие месторождений нефти и газа в Тюменской области послужило отправной точкой формирования сети трубопроводов на ее территории.

Важнейшей задачей трубопроводного транспорта углеводородов является перемещение этого вида полезных ископаемых из районов добычи в районы потребления. По типу транспортируемого вещества (в топливно-энергетической промышленности) трубопроводы подразделяются на:

- газопровод – осуществляет транспортировку природного газа к местам потребления или экспорта;
- нефтепровод и продуктопровод – доставляет сырую необработанную нефть и нефтепродукты (бензин, мазут, керосин).

По своему назначению нефте- и нефтепродуктопроводы делятся на следующие группы:

- промысловые – соединяют скважины с другими объектами и установками подготовки нефти на промыслах;

- магистральные – предназначены для транспортировки товарной нефти и нефтепродуктов из районов их добычи или хранения к местам потребления (имеют диаметр от 529 до 1220 мм и протяженность 50 км и более);

- технологические – обеспечивают транспортировку в пределах промышленного предприятия (или их группы) различных веществ.

Трубопроводы прокладываются одиночно и параллельно действующим или проектируемым магистральным трубопроводам в техническом коридоре. Под техническим коридором магистральных трубопроводов согласно СНиП 2.05.06-85 понимают систему параллельно проложенных трубопроводов по одной трассе [СНиП 2.05.06-85 Магистральные трубопроводы].

Основными преимуществами трубопроводного транспорта по сравнению с другими видами являются: более низкая себестоимость перекачки; сравнительно короткие сроки строительства; стабильность поставок в течение года; низкий уровень зависимости от климатических условий; минимальные потери нефтепродуктов при перекачке; возможность транспортировки нескольких сортов нефти и нефтепродуктов по одному трубопроводу. Недостатками такого вида транспорта выступают довольно крупные единовременные вложения для строительства, поскольку для ввода в эксплуатацию необходимо, чтобы трубопровод был закончен на всей своей протяженности. Однако удобство эксплуатации трубопроводов сделало данный вид транспорта основным для нашей страны [Бобрицкий, Юфин, с. 98, 99].

Возможность строительства трубопроводов в едином технологическом коридоре с автодорогами значительно упрощает доставку оборудования и других грузов. По такому же принципу устроено возведение промысловых газопроводов на газовых месторождениях.

## 1.3. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ, СВЯЗАННЫЕ СО СТРОИТЕЛЬСТВОМ И ЭКСПЛУАТАЦИЕЙ ЛИНЕЙНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Нефтяные и газовые компании являются источником многофакторного и концентрированного воздействия на окружающие территории, в первую очередь через гидро-, лито- и атмосферную среду. Кроме того, непосредственно затрагиваются растительность, животные и люди. Последствия такого воздействия могут проявляться на значительном расстоянии от источников. Освоение месторождений нефти и газа сопровождается уничтожением

растительного покрова на трассах трубопроводов и на площадках бурения разведочных скважин на значительных площадях. Негативное воздействие объектов нефтегазовой отрасли обусловлено токсичностью природных углеводородов и связанных с ними ископаемых и непосредственно проявляется на следующих этапах работ: при разведке месторождения; на стадии разработки месторождения; при добыче нефти и газа; при транспортировке; на стадии переработки газа и нефтепродуктов [Солодовников, с. 86].

Особенностью и в то же время проблемой для Западной Сибири является рассредоточенность месторождений нефти и газа. Это требует строительства межрайонных трубопроводов значительной протяженности. Так как для этого необходимы электроснабжение и автомобильные дороги, на данном этапе часто наносится экологический вред окружающей среде в виде вырубки леса под трассы коммуникаций [Бобрицкий, с. 119].

Огромные территории Российской Федерации расположены в районах с суровыми условиями окружающей среды, но при этом богатых сырьевыми ресурсами в виде нефтегазовых месторождений [Кудинов, с. 32]. Для освоения этих ресурсов в условиях районов Крайнего Севера необходимы особые планировочные и конструкторские решения [Гарев, Летчфорд, Орт, с. 86].

При возведении ЛЭП прямое воздействие на окружающую среду связано с созданием оснований под опоры и давлением, оказываемым ими на грунт. На участках, покрытых древесной растительностью производят вырубку деревьев и кустарников по маршруту прохождения коммуникаций. Опосредованное влияние на окружающее пространство производит протекающий по проводам ток, который генерирует магнитные и электрические поля промышленной частоты [Глебова, Буданов, Михайлова, с. 92].

Магистральный трубопроводный транспорт (МТТ) углеводородного сырья также представляет собой источник потенциальной экологической угрозы. Объекты МТТ можно разделить на две категории: линейная часть и площадочные сооружения (насосные и компрессорные станции, газораспределительные станции, подземные хранилища газа, и др.).

Интенсивность и экологические последствия техногенных воздействий различаются на разных этапах существования трубопровода (строительство, эксплуатация). Ширина коридора и характер связанных с ним линейных структур играют важную роль. Обычно это грунтовая дорога для обслуживания трубопроводов и линия электропередач. Различные типы экосистем в районах, затронутых магистральными трубопроводами, по-разному реагируют на такие воздействия, что определяется их экологической чувствительностью и способностью к самовосстановлению. К основным факторам воздействия относятся:

- изменение рельефа и развитие эрозионных процессов;

- подтопление и иные нарушения гидрологического режима территории вследствие искусственного изменения поверхностного стока; загрязнение поверхностных и подземных вод;

- нарушение и уничтожение почвенного покрова, загрязнение гумусового слоя песком, строительными материалами, засорение строительных площадок отходами производства;

- механическое повреждение примыкающих к трубопроводу участков природных экосистем строительной техникой;

- вырубка леса, уничтожение и изменение характера травяного покрова на трассе; нарушение или разрушение среды обитания животных [Эколого-экономическая оценка…, с. 97; Зеркаль, с. 30].

Строительство трубопроводов в условиях Севера нередко приводит к изменению структуры традиционного природопользования тех районов, а также к миграции потоков населения.

### 1.3.1 Влияние на рельеф и почвы

Наибольшее влияние нефтегазовой промышленности на почвенный покров связано с отчуждением значительных площадей земельных ресурсов для строительства объектов нефтедобычи.

При строительстве трубопроводов непосредственное воздействие испытывает на себе рельеф местности. Одним из примеров может служить транспортная техника, задействованная для сооружения коридора коммуникаций. При взаимодействии с ходовыми системами техники происходит деформация почвенного покрова. С развитием технологий транспорт заменяют на более современный, постепенно уменьшая нагрузку на почвы или сводя её к минимуму [Андронов, Валяжонков, Добрынин, с. 155].

По данным исследователей, при прокладке магистральных трубопроводов на каждые 100 км трассы приходится до 450 га уничтоженного почвенного покрова, а при строительстве автодорог площадь нарушения достигает 400 га/100 км [Романенко, с. 214]. Нарушение почвенного покрова может приводить к изменению химического состава почв, потере плодородного слоя, ухудшению водно-физических и обменных свойств, засолению, подщелачиванию почв, в результате этого их биологическая активность неуклонно снижается [Одишария, Садыков, с. 409].

Кроме того, почва выступает основным аккумулятором токсичных элементов, поступающих от предприятий нефтегазовой промышленности. В дальнейшем многие из этих элементов попадают в пищевые цепи, в результате чего могут накапливаться и в живых организмах, отравляя их. Свойства почвы, изменяясь под влиянием загрязнителей при обустройстве и эксплуатации линейных сооружений, определяют и состояние связанных с ней живых организмов [Long-term impacts…, p. 116; Дымов, с. 789].

В случае аварии на нефтепроводах утечка углеводородного сырья может сформировать стойкий очаг химического загрязнения прилегающей территории. В случае разлива нефти на поверхность почвы происходит изменение ее свойств на всей толще, куда проникает углеводород. Происходит нарушение структуры почвы, поскольку почвенные частицы слипаются друг с другом. Это приводит к нарушению газообмена и водного питания, что влечет за собой необратимые изменения биогеоценозов, выражающиеся обеднением состава почвенных микроорганизмов. Уменьшается и разнообразие растений на

разливах, приводя к снижению биопродуктивности почв [Рахматулина, Семенова, Шабунина, с. 23]. При этом загрязненные почвы теряют плодородие, что становится причиной их исключения из сельскохозяйственного землепользования [Пугачева, с. 129]. Кроме того, в связи с ухудшением доступа кислорода вглубь почв при разливах нефти угнетается аэробная микрофлора, в то время как анаэробные микроорганизмы расширяют зону своего обитания [Техногенное воздействие…, с. 976].

При рубке леса в полосе отвода для линейных сооружений происходит ухудшение физико-химических свойств почвы в результате резкого изменения микроклиматических условий, и, с другой стороны, на почву воздействует спецтехника, перемешивая, уплотняя верхние почвенные горизонты и ухудшая их структуру. Следствием уплотнения почвы может стать ограничение роста деревьев, так как корням будет сложнее пробиваться в пространстве с меньшим количеством полостей [Засухин, Серый, Минин, с. 12].

По мнению авторов [Effect of Compaction…, p. 162] уплотнение, вызванное лесозаготовительной техникой, служит одной из основных причин деградации почв.

Кроме того, на открытом пространстве вырубки изменяются световой и температурный режимы. Рост амплитуды суточной температуры воздуха и интенсивности освещения поверхности почвы создают благоприятные условия для развития ряда светолюбивых растений [Рунова, Золотухина, Новосёлова, с. 232]. Вырубка леса в полосе отвода является одним из наиболее значимых антропогенных факторов, приводящих к нарушению структуры лесных экосистем [Астрологова, с. 4; Ильинцев, Богданов, Быков, с. 71].

Прокладка трубопроводов в условиях вечномерзлых пород способствует активизации различных мерзлотных процессов – термокарст, пучение бугров, заболачивание, солифлюкция. Тепловое воздействие трубопроводов приводит к многочисленным деформациям грунтов, что может послужить причиной выхода из строя данного сооружения. Одним из примеров проявления геотермических процессов является морозное пучение. Это явление можно

узнать по характерным изгибам дорожного полотна, которые свидетельствуют о происходящем промерзании грунта под полотном. Нередко такое явление вызвано чисткой снега на поверхности дороги [Пашкевич, Петрова, с. 177].

### 1.3.2. Нарушение гидрологического режима территорий

Наиболее крупным проявлением гидролитогенных процессов, обусловленных разработкой месторождений, является образование обширных зон подтопления и осушения территорий. При строительстве линейных сооружений (насыпи автодорог, трубопроводы) происходит нарушение направления поверхностного стока, проявляющееся в виде подпора потока грунтовых и перехвата поверхностного стока талых вод [Миронычева-Токарева, Михайлова, Вишнякова, с. 55].

Последствия изменения поверхностного стока особенно масштабно проявляются при строительстве автодорог в заболоченной местности. При прокладке трубопровода в условиях заболоченности возникает необходимость осушения местности и изъятия торфяных залежей. Такие действия приводят к деградации рельефа болот. Возведение линейных сооружений в болотных экосистемах вызывает изменения их компонентов. Болотных биогеоценозы подвержены трансформации вследствие двух взаимообусловленных причин: понижения привычного уровня воды в болотной системе и переобводнения, приводящего к повышению уровня грунтовых вод и формированию микроводоемов [Дьяконов, с. 32].

Возведение линейных сооружений в условиях севера приводит к возникновению подтопления и заболачивания [Новиков, Романова, Усова, с. 74]. Линейные сооружения, под которыми располагается более уплотненный слой торфяной залежи, чем на прилегающих участках болот, являются препятствием движению поверхностных и фильтрационных вод.

Иногда при строительстве автодорог может использоваться минеральный грунт. Если это происходит на заболоченных участках, то минерализация болот

может возрастать до 10-14 раз [Хорошева, с. 85]. В свою очередь изменение соотношения растворенных веществ в водах может привести к появлению несвойственных для данного местообитания видов.

В период строительства системы трубопроводов через поймы рек происходит нарушение русловой части и прибрежных участков, а также защитных береговых линий. Негативные последствия воздействия на русла и поймы рек могут проявляться в захламлении русел остатками строительных материалов, что препятствует свободному току реки. Другим негативным фактором является перекрытие русел рек при строительстве нефте-газопроводов или дорожного полотна, что может стать причиной заиления. Указанные воздействия приводят к нарушению исходного руслового потока. Это напрямую ведет к изменению водного режима, снижению рыбохозяйственного значения рек [Ефимов, с. 27]. Подтопления, вызванные нарушением водотока в местах пересечения дорожными насыпями пойм мелких ручьев, покрытыми лесами, а также заболоченных лесов, приводят к массовой гибели древостоев.

Положительным примером последствий освоения территорий нефтяных месторождений может служить смена экологических сообществ. Исследуя результаты техногенных воздействий на болотные экосистемы, С. В. Васильев пришел к выводу, что при засыпке песком и при прокладке трубопровода болота часто замещаются лесными сообществами, которые могут оказаться более ценными с экологической точки зрения [Васильев, с. 73].

### 1.3.3. Загрязнение окружающей среды

При прокладке внутри- и межпромысловых трубопроводов, строительстве ЛЭП и автомобильных дорог основными источниками выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду являются двигатели строительных машин, механизмов и электрогенераторов, работающих на дизельном топливе. Основными загрязняющими веществами являются: продукты сгорания

дизельного топлива в двигателях электрогенераторов и машин, бензина в карбюраторных двигателях автотранспорта, сварочный аэрозоль, пыль при проведении земельных работ, вещества, выделяющиеся при использовании лакокрасочных материалов, испарения из емкостей для хранения жидких химических веществ и топлива [Байтелова, Гарицкая, Куксанов, с. 25, 71, 72].

На этапе эксплуатации трубопроводов загрязнение окружающей природной среды происходит при прорывах труб. Результатом аварии являются разливы нефтепродуктов, которые могут вызвать частичную или полную гибель загрязненных нефтью экосистем.

Последствия аварийных разливов нефти, в зависимости от количества загрязняющих веществ, выбрасываемых в окружающую среду, могут иметь как кратковременный эффект с обратимыми последствиями, так и привести к полной гибели биоценозов, на восстановление первоначального состояния которых потребуется несколько десятилетий. Основными последствиями загрязнения растительного покрова являются: уменьшение общего обилия растений, изменение видового богатства и разнообразия, а также перераспределение эколого-ценотических групп растений в пользу наиболее устойчивых к действию загрязняющего вещества. При загрязнении леса, зачастую сопровождающимся затоплением территории, может произойти необратимое изменение исходного типа растительности с лесного на болотный.

К одному из видов загрязнения окружающей среды относят электромагнитные поля (ЭМП). Излучение ЭМП может вызывать разнообразные биологические реакции со стороны организмов, попадающих в зону их воздействия [Бинги, с. 7]. Степень биологического воздействия электромагнитных полей на живые организмы зависит от частоты колебаний, напряженности и интенсивности поля, режима его генерации (импульсное, непрерывное), длительности воздействия. Вследствие этого результаты исследований такого влияния часто противоречат друг другу [Бинги, с. 47]. Несмотря на достаточную изученность влияния электрических и магнитных полей на живые организмы, их реакцию не всегда можно спрогнозировать.

Целесообразными объектами для изучения воздействия ЭМП на сообщества и организмы являются растения в зонах ЛЭП. На протяжении всей своей жизни растительный организм занимает определенное местообитание, что отличает его от животных. В большинстве исследований изучаются феномены роста и развития растительных объектов, а также изменение физиологических и биохимических характеристик под влиянием ЭМП [Реакции биологических систем…, с. 117; Влияние электромагнитного излучения…, с. 101]. По данным исследований [Плеханов, с. 29] действие магнитного поля на растительность проявляется в ускорении роста корешков, увеличении скорости прорастания у одних семян и снижении у других. В других работах по изучению влияния ЭМП на растительность было показано, что поле может оказывать как стимулирующее влияние на рост растений, так и угнетающее. Однако эти эффекты крайне мало выражены и лежат в пределах внутривидовых колебаний изучаемых показателей [Плеханов, с. 108].

При изучении влияния электромагнитного поля на активность ферментов антиоксидантной защиты растения было показано угнетение пероксидазной активности. Степень снижения активности ферментов была тем выше, чем ближе к ЛЭП располагались растения, то есть обратно пропорционально расстоянию до источника ЭМП [Новичкова, Подковкин, с. 186]. В зарубежных работах было обнаружено, что при воздействии ЭМП на сою внутриклеточные ионы изменяют скорость своего функционирования, тем самым влияя на эффективность ферментов клетки. В свою очередь это изменяет морфологию и рост растения [Developmental instability…, p. 160].

### 1.3.4. Воздействие на биоценозы

Строительство трубопроводов, ЛЭП и грунтовых дорог сопровождается сведением растительного покрова, изменением границ растительных сообществ, нарушением гидрологического режима территорий, деградацией почвенного покрова [Бородавкин, Ким, с. 6].

Воздействие линейных объектов на растительные сообщества может проявляться в трех направлениях:

1) прямое уничтожение коренных сообществ при строительстве объекта;

2) трансформация сообществ на территориях, прилегающих к этим объектам и испытывающих косвенное влияние в результате изменения условий произрастания;

3) формирование вторичных сообществ естественного или антропогенного происхождения в прилегающей зоне.

В условиях подтайги Западной Сибири прокладка линейных объектов нередко затрагивает лесные участки. В таком случае эти территории, а также прилегающие к ним участки, официально не относящиеся к зоне строительства, при вырубках захламляются порубочными остатками. Это приводит к ухудшению санитарного состояния и повышению уровня пожарной опасности лесов [Миронов, с. 21].

Способность некоторых видов растений выживать в новых условиях после полной или частичной деградации почвенного покрова вызывает изменения видового состава и общего биологического разнообразия растительных сообществ. Происходит изменение трофической и энергетической структуры и продуктивности экосистем [Лавыгина, с. 74]. На развитие растительности влияет также и проведение рубок в полосе отвода для линейных сооружений [Климчик, Соколовский, с. 110].

Прорывы трубопроводов приводят к увеличению концентрации нефти в почве, что приводит к снижению общего проективного покрытия напочвенного покрова, уменьшению видового разнообразия, изменению состава и соотношения видов: отмечается увеличение доли злаков и осок, снижение доли мхов. [Антропогенные изменения…, с. 20]. Восстановление экосистем протекает с различной скоростью. Скорость и форма восстановления индивидуальны и зависят от типа растительного сообщества [Васильев, с. 37].

Работы, выполняемые при разведке, разработке нефтяных и газовых месторождений, прокладке магистральных трубопроводов и линий

электропередач, являются причиной нарушения среды обитания животных. В некоторых случаях присутствие созданных человеком конструкций является стрессором для животных, вызывая их миграцию и снижая продуктивность. В случае если участки промысла, дороги и магистральные трубопроводы и линии электропередач располагаются вблизи или на путях миграции, вблизи мест кормления и гнездования, это может заставить животных менять свои традиционные способы поведения. При аварийных выбросах и разливах нефтепродуктов зачастую происходит нарушение или полное уничтожение среды обитания животных.

Исследователями отмечается, что при строительстве трубопроводов зона влияния фактора беспокойства отмечается на расстоянии 2-3 км, где численность животных снижается на 85%, на расстоянии до 4,5 км от источника беспокойства – на 50% [Новиков, с. 10]. Однако, по некоторым данным, через 2-3 года после строительства трубопровода численность и видовое разнообразие животных становятся близкими к фоновым [Чижов, с. 78]. Положительным примером использования трубопроводов животными являются проходящие вдоль сооружений тропы, так как уплотненные насыпи облегчают передвижение по обводненной местности.

В случае аварийной ситуации степень и продолжительность воздействия на животный мир будут определяться масштабом происшествия. По степени воздействия и продолжительности во времени последствия аварий наиболее опасным является утечка на нефте- и продуктопроводах. Менее опасным считается выход из строя газопроводов, поскольку негативное воздействие в основном испытывает на себе атмосферный воздух [Солодовников, с. 94].

# ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

## 2.1. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ

Согласно геоботаническому районированию местность проведения исследований расположена в подзоне мелколиственных лесов таежной зоны (подтайги) (Приложение № 1). Подтайга Западно-Сибирской равнины расположена между 55º и 57º с. ш. и является климатически обособленной местностью. Это своеобразная переходная зона между южной тайгой и северной лесостепью. Согласно различным классификациям, она либо входит в таежную зону, как подзональный элемент, либо обозначается как особая природная зона.

Общий характер рельефа подтайги – плоские и пологоволнистые равнины [Гвоздецкий, с. 126]. Особенностью данной зоны является ее промежуточное положение между увлажненными таежными ландшафтами, претерпевающими недостаток тепла, и лесостепными, обеспеченными теплом, но страдающие от недостатка влаги в отдельные годы.

Зональная растительность подтайги Западной Сибири характеризуется господством мелколиственных (с *Betula pendula* Roth, *B. pubescens* Ehrh. и *Populus tremula* L.), сосново-мелколиственных лесов (с *Pinus sylvestris* L.). Виды темнохвойных деревьев и образуемые ими сообщества встречаются редко.

В отличие от таёжных, древостои подтайги характеризуются большей степенью разреженности, осветлённости, густым травяным покровом [Юрковская, Сафронова, с. 7]. В составе эколого-ценотических групп травянистых растений значительную часть занимают представители луго-лесного разнотравья, немаловажную роль в растительном покрове играют крупнотравные сообщества и лесостепные виды (*Calamagrostis arundinacea, Brachypodium pinnatum, Aegopodium podagraria*) [Дробушевская, с. 25]. В биоценозах значительную часть занимают зеленомошные типы лесов.

Возможно чередование участков леса с суходольными лугами и болотами [Шумилова, с. 219]

Климат умеренный континентальный. Следствием этого являются весьма существенные изменения погодных условий различных сезонов года. Для территории характерна суровая зима, иногда с сильными ветрами, поздние весенние и ранние осенние заморозки.

Теплообеспеченность подтаёжных лесов относительно высока. Среднегодовая сумма активных температур может варьировать в пределах от 1070 до 2100°С. Среднегодовые температуры выше 0°С. Самым холодным месяцем в году является январь, иногда февраль. Территория покрыта снегом в среднем 180 дней в году, безморозный период – 100-120 дней, весна и осень короткие. Среднегодовое количество осадков составляет 350-400 мм. Их основное количество приходится на теплое время года с апреля по октябрь [Гвоздецкий, с. 128].

Для подзоны характерно значительное заболачивание, начальной стадией которого являются березовые вейниково-высокотравные леса, расположенные в обширных понижениях. С повышением уровня заболоченности они переходят в сильно увлажненные березовые, осоково-вейниковые и осоковые лесные сообщества. Преобладающие лесные почвы – подзолистые, дерново-подзолистые, серые лесные [Исаченко, с. 504].

## 2.2. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Работы проводились с использованием метода пробных площадей и геоботанических трансект. Описание древостоя проводили на двух пробных площадях (25х25 м), расположенных по обе стороны от просеки. Полный перечет деревьев и их морфометрическая оценка выполнялась по стандартным методикам, принятым в лесной таксации [Никифорчин, с. 160]. Определялись следующие показатели: диаметр и высота ствола, диаметр кроны. Диаметр

ствола определялся через длину окружности, которая измерялась при помощи сантиметровой ленты на высоте 1,5 м (Приложение № 4).

Для определения высоты дерева использовался маятниковый высотомер Макарова (рис. 1).

а

б

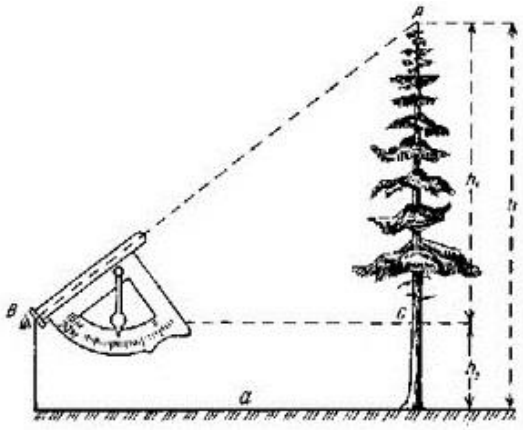

Рис. 1. Высотомер Макарова (а) и измерение высоты дерева (б)

Диаметр кроны определялся глазомерно по проекции одного из радиусов (самой длинной ветви) на поверхность земли; полученную цифру удваивают. Жизненное состояние деревьев оценивается по 3-х бальной шкале (1–хорошее, 2–удовлетворительное, 3–погибшее дерево).

Для определения возраста деревьев на каждом участке отбирались образцы древесины с помощью приростного бурава Пресслера [Двадцать пять формул Пресслера…, с. 3-6; Судебно-ботаническая экспертиза…, с. 40]. Полученные керны высушивались при комнатной температуре (рис. 2). Определение возраста древесины производилось с помощью лупы просмотровой.

На основе полученных данных с помощью справочных таблиц определялись таксационные показатели древостоя: полнота насаждений и запас стволовой древесины [Грошев, с. 49].

Продуктивность древостоя оценивали по показателю биомассы отдельных фракций деревьев. Биомасса определялась в абсолютно сухом состоянии через объем стволовой древесины с использованием конверсионных

коэффициентов. Количество поглощенного углекислого газа и выделенного кислорода рассчитывали из показателя прироста сухого органического вещества растениями [Алексеев, Бердси, 532 с].

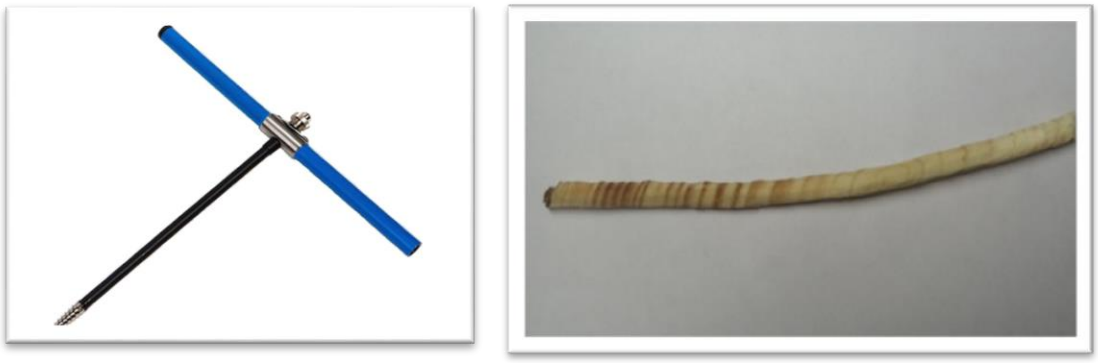

Рис. 2. Приростной бурав Пресслера (слева) и отобранный керн (справа)

Описание живого напочвенного покрова проводили на учетных площадках (1х1 м), располагающихся через 5 метров друг от друга вдоль трансект, заложенных перпендикулярно просеки газопровода и захватывающих с обеих сторон участки лесной растительности (Приложение № 2). Всего было заложено 3 трансекты (Приложение № 3). Общее количество учетных площадок – 60 шт. (по 20 на каждой из трансект (рис. 3). Все учетные площадки были отнесены к трем группам (участкам): № 1 – лесные площадки, № 2 – площадки у линии электропередач (ЛЭП), № 3 – площадки на просеке (табл.1).

Таблица 1

Количество учетных площадок на участках [по данным автора]

| Учетные площадки, шт. | Участки | | |
|---|---|---|---|
| | № 1- лес | № 2 - ЛЭП | № 3- просека |
| | 24 | 12 | 24 |

Геоботаническое описание живого напочвенного покрова на учетных площадках проводили по общепринятой методике [Понятовская, с. 239]. Описывались все цветковые растения, хвощи, плауны, папоротники, мхи, попадающие на территорию учетной площадки. Для определения растений

использовались существующие руководства [Ермилов, 251 с; Глазунов, Науменко, Хозяинова, 744 с].

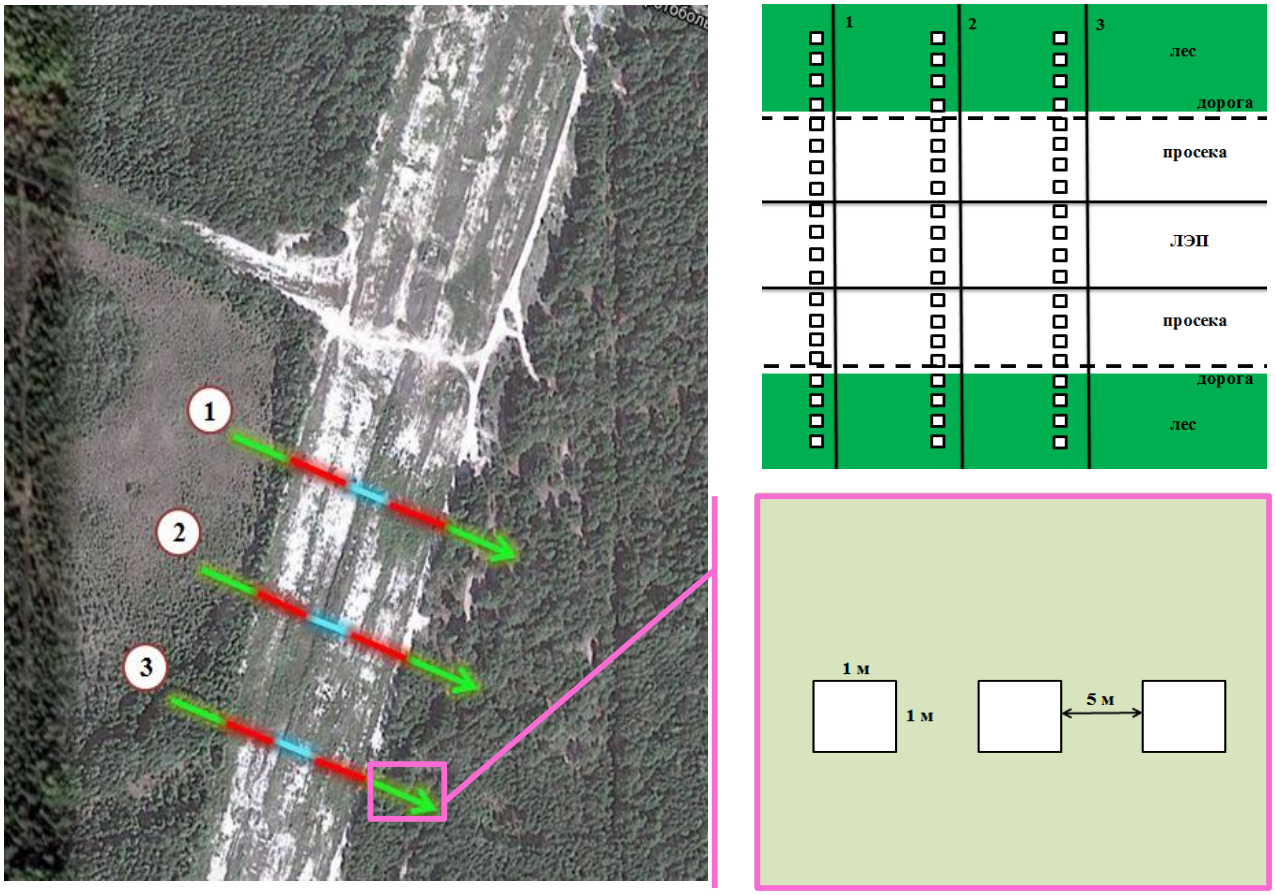


Рис. 3. Схема размещения трансект и учетных площадок на объекте
Цветом обозначены участки: зеленым – лес, красным – просека, синим – ЛЭП

Для каждого вида оценивались: общее проективное покрытие (ОПП) – проекция всех надземных частей растений данного вида на поверхность почвы, в %; средняя высота; фенофаза (вегетирует, цветет, плодоносит); размещение растений каждого вида в пределах учетной площадки (одиночное, групповое, куртины, равномерное) [Ипатов, Кирикова, 316 с].

Для сравнения растительного покрова учетных площадок по видовому составу использовался индекс флористического сходства Жаккара:

$$Kj = \frac{c}{a + b - c} * 100\%, \qquad (1)$$

где Kj – коэффициент Жаккара, a – количество видов на первой площадке, b – количество видов на второй площадке, c – количество видов, общих для 1-ой и 2-ой площадок.

Для оценки видового разнообразия сообществ использовались традиционные индексы разнообразия-доминирования [Лебедева, Дроздов, Криволуцкий, с. 275, 277].

Индекс разнообразия Шеннона (H) рассчитывается по формуле:

$$\mathrm{H} = -\sum \frac{n_i}{\mathrm{N}} * \ln\left(\frac{n_i}{N}\right) \quad (2)$$

где $n_i$ – обилие i-го вида, N – общее обилие видов.

Формула индекса доминирования Симпсона (C):

$$\mathrm{C} = \sum \left(\frac{n_i}{N}\right)^2 \quad (3)$$

Индекс выравненности Пиелу (E):

$$\mathrm{E} = \frac{\mathrm{H}}{\log S} \quad (4)$$

где H – индекс Шеннона, S – число видов в сообществе.

Оценку растений по показателю экологической валентности шкале увлажнения почв (Hd), и шкале освещенности-затенения (Lc) производили с использованием экологических шкал Д.Н. Цыганова [Цыганов, 197 с.], по методике Л.А. Жуковой [Экологические шкалы и методы…, 368 с.].

Статистическая обработка результатов проводилась в программах Microsoft Excel 2013 и Statan, в соответствии с основными статистическими методами [Гашев, Бетляева, Лупинос, 208 с.].

# ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

## 3.1. ХАРАКТЕРИСТИКА ДРЕВОСТОЯ НА ПРОБНЫХ ПЛОЩАДЯХ

Исходная растительность исследуемой территории представлена зеленомошно-лишайниковыми сосняками. Лесные насаждения вблизи газопровода в настоящее время относятся к средневозрастной группе (табл. 2). Все деревья на обследованных участках (пробных площадях) находятся в удовлетворительном жизненном состоянии; имеют прямые стволы без видимых повреждений, симметричную хорошо развитую крону.

Таблица 2

Таксационная характеристика древостоя
на участке исследования [по данным автора]

| Показатели | Значения |
|---|---|
| Породный состав | 10С |
| Густота древостоя, шт./га | 816 |
| Полнота насаждения | 0,7 |
| Ср. высота ствола, м | 13,5 |
| Ср. диаметр ствола, см | 17,6 |
| Ср. диаметр кроны, м | 3,7 |
| Возраст, лет | 43 |
| Бонитет, класс | II |

В насаждении имеется большое количество угнетенной тонкомерной разновысотной сосны (от 2 до 7 м) численностью 1250 шт./га, что значительно увеличивает густоту леса и создает сильное затенение подпологового пространства. Это обусловливает отсутствие кустарникового подлеска, почти полное отсутствие молодых поколений древесного подроста и оказывает влияние на состав, обилие и пространственное распределение живого напочвенного покрова в лесном биоценозе.

Таксационные показатели древостоя позволяют оценить его продуктивность (табл. 3), а также потери древесины в результате вырубки леса.

Стволовая часть дерева составляет главную древесную массу, которая увеличивается с возрастом. Высота и диаметр дерева служат для определения объема ствола и запаса насаждения в целом [Грошев, 208 с.]. Показатель запаса является частью общей продуктивности насаждения; он отражает количество накопленной стволовой древесины [Дендрометрия, с. 67].

Таблица 3

Продуктивность деревьев сосны на участке [по данным автора]

| Показатели | Значения |
|---|---|
| Объем ствола 1 дерева, куб. м | 0,20 |
| Число деревьев на 1 га, шт. | 816 |
| Запас насаждения, куб. м/га | 163,2 |
| Масса 1 ствола, кг | 109 |
| Масса 1 кроны, кг | 16,35 |
| Масса корней 1 дерева, кг | 27,25 |
| Продуктивность насаждений, т/га | 124,5 |
| Масса углерода 1 ствола, кг | 54,5 |
| Масса углерода насаждений, т/га | 50,4 |

Примечание: показатели массы приводятся для абсолютно сухого состояния

Продуктивность древостоя является частью общей продуктивности лесных экосистем. Для строительства газопровода и сопутствующих ему линейных сооружений на участке обследования было отчуждено 124,5 т древесины в расчете на 1 гектар, а значит и потерян возобновляемый источник энергии в виде древесной биомассы.

Древесные насаждения имеют важнейшее биосферное значение, участвуя в процессах депонирования и эмиссии углерода, тем самым влияя на изменение климата Земли. Депонирование углекислого газа в лесных экосистемах идет непрерывно, что позволяет компенсировать значительную часть антропогенных выбросов углекислого газа в атмосферу. Углерод напрямую связан с

продуктивностью древостоев, поскольку основная фитомасса лесов сосредоточена в деревьях. Это позволяет использовать показатели продуктивности деревьев для оценки их роли в углеродном бюджете территории [Алексеев, Бердси, 532 с.]. Известно, что на 1 тонну прироста сухого органического вещества растениями поглощается 1,83 тонны углекислого газа и выделяется 1,4 тонны кислорода [Воронцов, Харитонова, 408 с.]. Исходя из этих данных, было рассчитано количество поглощенного углекислого газа и выделенного кислорода одним деревом сосны в течение его жизни (рис. 4).

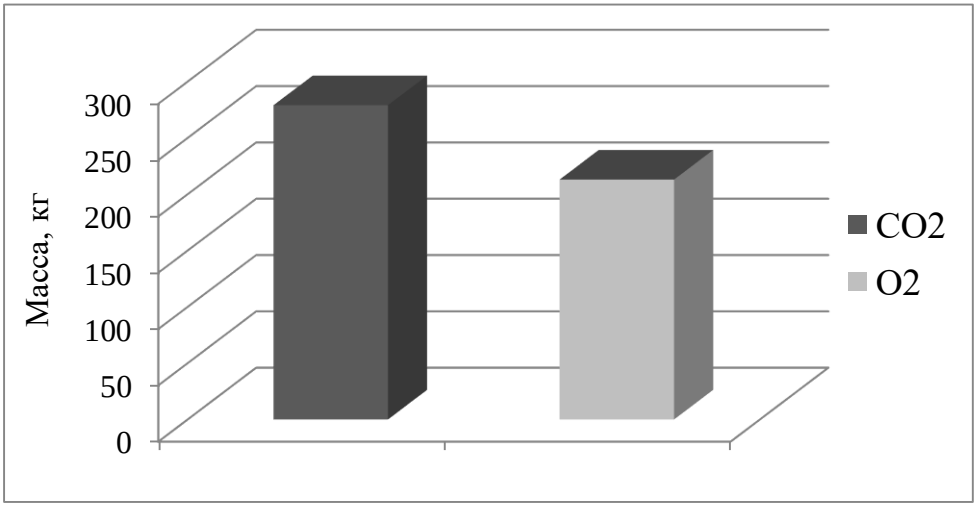


Рис. 4. Количество поглощенного углекислого газа и выделенного кислорода одним деревом сосны в течение жизни, кг

Зная площадь вырубки и время, когда она была совершена, можно вычислить количество непоглощенного углекислого газа и не выделенного в атмосферу кислорода за период существования вырубки.

На исследуемой территории находится магистральный газопровод Уренгой–Сургут–Челябинск, построенный в 1977-78 гг. [URL: https://surgut-tr.gazprom.ru/about/history/]. Расчеты показывают, что в пересчете на 1 гектар насаждений за срок существования газопровода вырубленная часть древостоя могла бы дополнительно ассимилировать 228 т углекислого газа и выделить 174 т кислорода (рис. 5).

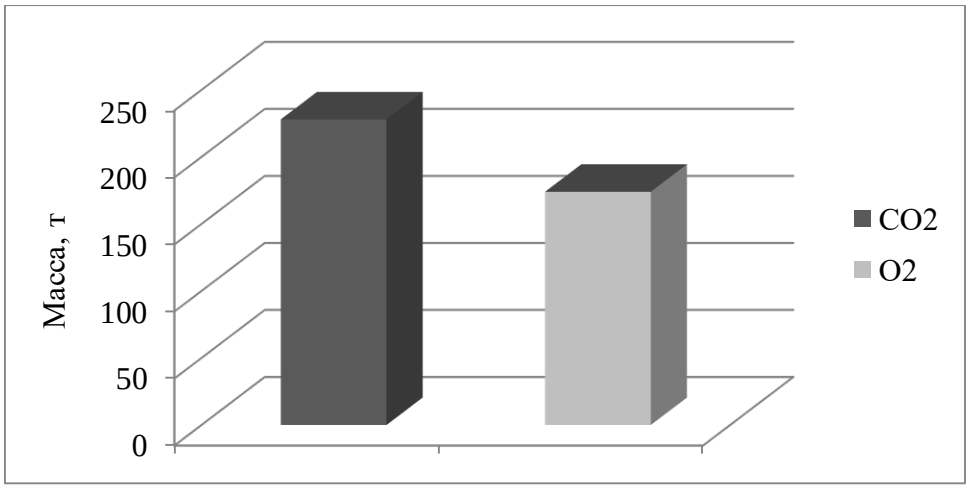


Рис. 5. Количество непоглощенного углекислого газа и потерянного кислорода одним гектаром насаждений сосны после вырубки, т

О состоянии сосновых древостоев можно судить по их радиальному приросту (ширине годичных слоев), который является комплексным показателем состояния насаждения в течение всей жизни. Различия в формировании радиального прироста обусловлены воздействием как внутренних (биологических) так и внешних (экологических) факторов. К биологическим факторам относят свойства самого дерева (возраст, порода, наследственные качества). Экологические факторы весьма разнообразны, и включают в себя солнечную активность, изменения температуры и количества осадков, почвенно-грунтовые условия, деятельность вредителей и хозяйственная деятельность человека. В природных зонах с выраженной сменой сезонов года у древесных растений наблюдается периодическая активность камбиального слоя. В этих условиях у деревьев, как правило, появляется один слой прироста за вегетационный период (годичное кольцо), который хорошо просматривается на поперечных срезах [Ваганов, Шиятов, Мазепа, с. 71].

Годичные кольца древесины несут в себе многолетнюю ретроспективную информацию о прошлой динамике развития древостоя, позволяя оценить его состояние, как на момент сбора данных, так и в ретроспективе. Основываясь на данных годичного прироста можно определить, как в течение всей жизни

деревьев менялось их «самочувствие», а также спрогнозировать дальнейшую судьбу древостоя [Матвеев, Румянцев, с. 78].

Анализ кернов древесины, полученных на пробных площадях, показал, что в последние годы наблюдается тенденция к снижению среднего радиального прироста сосны (рис. 6). Причиной этого может быть возрастающая конкуренция деревьев за основные экологические факторы (питательные вещества и свет), которая усиливается по мере увеличения густоты древостоя в результате роста и развития деревьев.

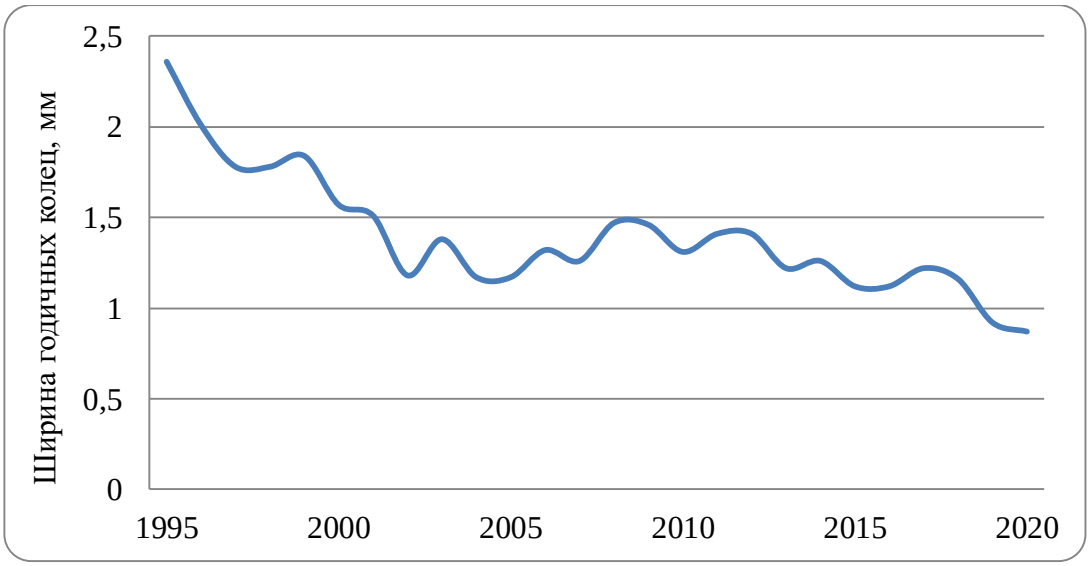


Рис. 6. Средний радиальный прирост сосны на исследуемом участке по годам

Высокая густота древостоя создает существенное затенение в подпологовом пространстве, что обуславливает полное отсутствие кустарникового подлеска и жизнеспособного древесного подроста на пробных площадях, а также влияет на обилие живого напочвенного покрова и распределение его по площади.

## 3.2. СОСТОЯНИЕ ЖИВОГО НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА

Основные структурные показатели живого напочвенного покрова на разных участках представлены в таблице 4. Средние показатели проективного покрытия в целом невелики и имеют близкие значения для всех участков. Если для лесных фитоценозов основным фактором, лимитирующим развитие растительности нижних ярусов, является затенение, то на территории вырубки это сухость и бедность почв, а также высокие летние температуры воздуха.

Таблица 4

Средние показатели живого напочвенного покрова на разных участках в расчете на 1 учетную площадку (1кв.м.) [по данным автора]

| Показатели | Лес | | ЛЭП | | Просека | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | X ± m | CV | X ± m | CV | X ± m | CV |
| Проективное покрытие, % | 19 ± 4,5 | 8,7 | 15 ± 1,9 | 45,4 | 21 ± 1,4 | 32,9 |
| Видовая насыщенность вид/уч. пл. | 2 ± 0,3 | 0,9 | *6 ± 0,9 | 0,5 | *7 ± 0,6 | 0,4 |
| Высота ЖНП, см | 13 ± 2,2 | 1,1 | *30 ± 2,2 | 0,7 | *34 ± 1,7 | 0,7 |

Примечание: ЖНП – живой напочвенный покров. X ± m — среднее значение показателя с ошибкой; CV — коэффициент вариации. Различия с лесными участками достоверны: *- при P <0,01

Средняя высота живого напочвенного покрова на открытых участках (на просеке и вблизи ЛЭП) в 2,5 раза превышает значение этого показателя в лесу. Это связано с преобладанием в покрове лесных участков низкорослых растений – мхов и лишайников.

Видовая насыщенность учетных площадок у линии ЛЭП и на просеке выше, чем в лесу в 3 и 4 раза соответственно. Это объясняется заселением вырубки новыми видами растений приспособленных к существованию на открытых территориях и устойчивых к антропогенному воздействию.

В целом при обследовании всех участков было отмечено 43 вида растений из 39 родов и 22 семейств. Здесь был найден редкий для Тюменской области вид растений – гвоздика иглолистная (*Dianthus acicularis*). Она включена в Красную книгу области, как вид, сокращающий численность [Глазунов, Хозяинова, Кузьмин, с. 82] (Приложение № 5).

В живом напочвенном покрове просеки и ЛЭП преобладают ксерофильные виды: овсяница овечья (*Festuca ovina*), тонконог сизый (*Koeleria glauca*), кошачья лапка (*Antennaria dioica*), колючник Биберштейна (*Carlina biebersteinii*), полынь полевая (*Artemisia campestris*) и др. (Приложение № 6). Мохово-лишайниковый покров сформирован кладонией лесной (*Cladonia arbuscula*) и политрихом обыкновенным (*Polytrichum commune*). В лесу из сосудистых растений преимущественное распространение имеют: вереск обыкновенный (*Calluna vulgaris*) и овсяница овечья. Лишайниковый покров представлен кладонией лесной (Приложение № 6).

Наибольшее таксономическое богатство отмечено на просеке. В лесу и под ЛЭП количество отмеченных видов одинаково, число родов и семейств на этих участках также имеют близкие значения (рис. 7).

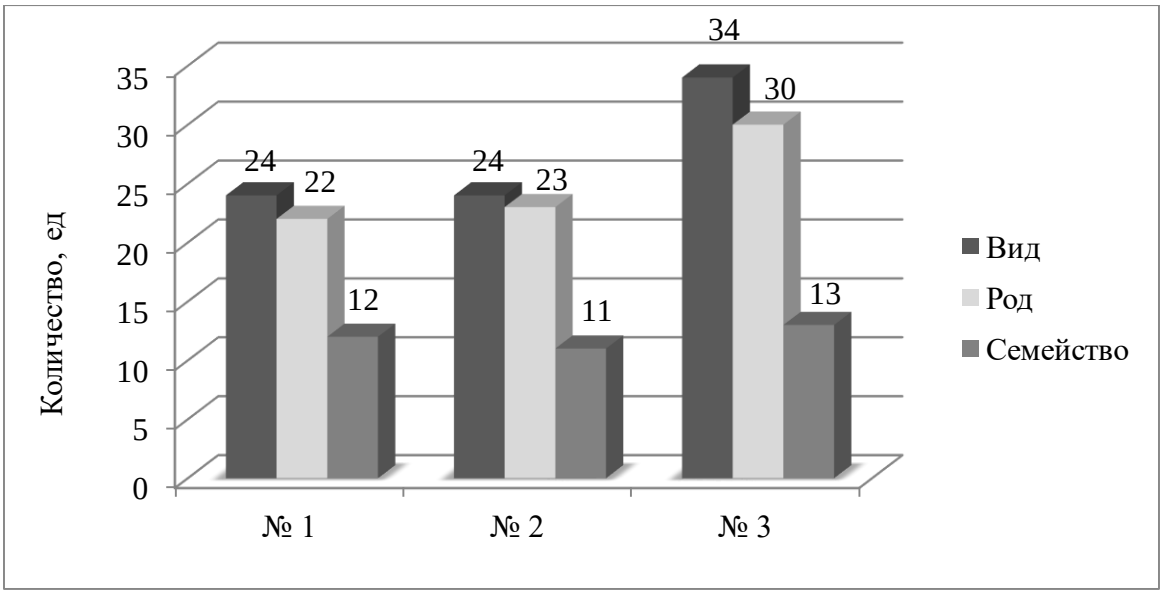


Рис. 7. Таксономическое богатство участков

№1 – лес, №2 – ЛЭП, №3 – просека

Такое отличие участков на просеке и под ЛЭП можно объяснить относительно узким коридором ЛЭП, что сокращает количество возможных экологических ниш на этом участке.

Различия условий среды обитания на исследуемых участках отражаются на соотношении эколого-ценотических групп растений (рис. 8 и 9). Наблюдается уменьшение доли лесных видов, как по числу, так и по проективному покрытию по направлению от леса к просеке. Тем не менее, на всех участках лесные виды по-прежнему составляют основу растительного покрова, что указывает на наличие генетической связи лесного и производного от него лугового фитоценоза.

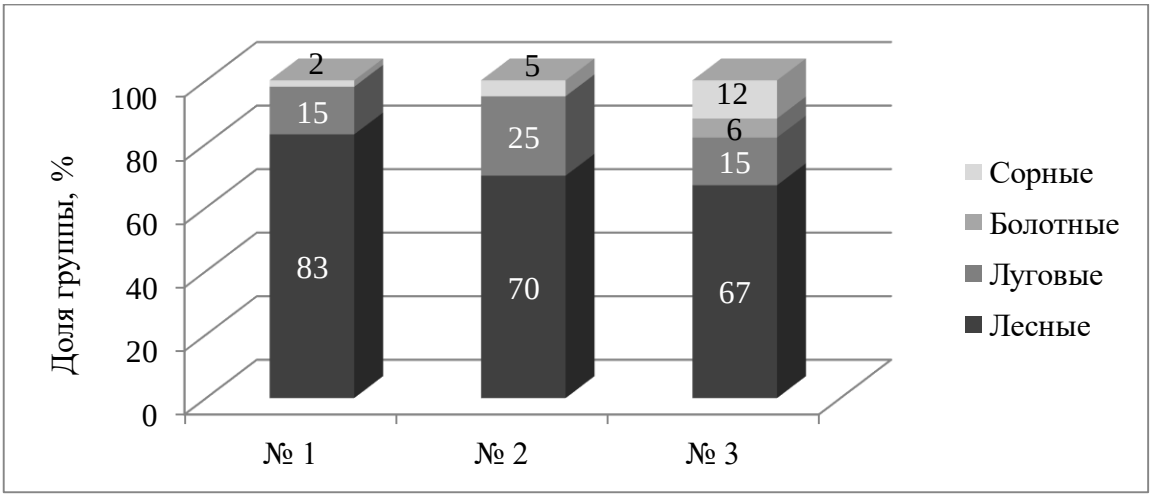


Рис. 8. Соотношение эколого-ценотических групп растений на разных участках по числу видов, %

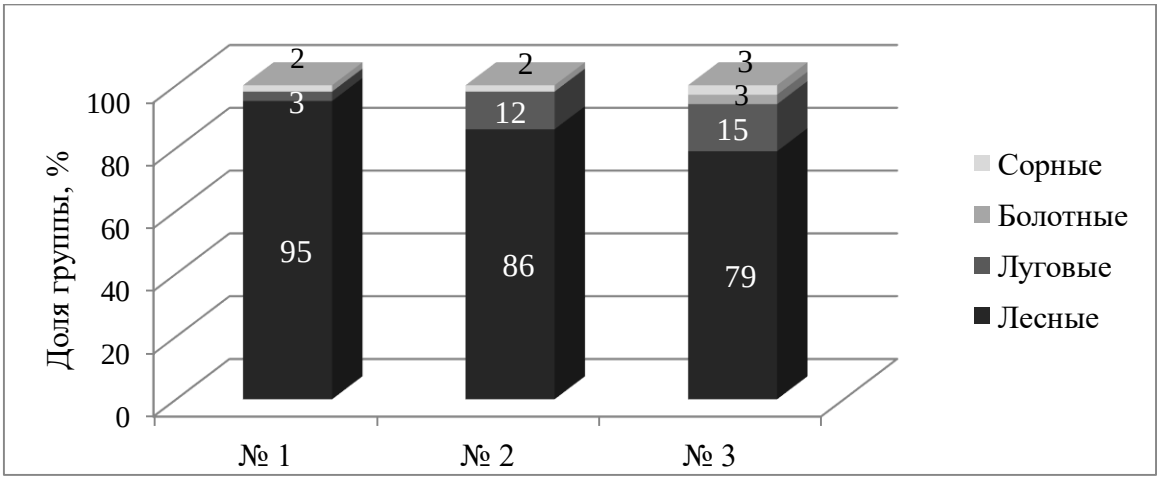


Рис. 9. Соотношение эколого-ценотических групп растений на разных участках по проективному покрытию, %

Максимальная доля луговых видов – на участке ЛЭП (25%). Это может быть связано с центральным местоположением данного участка на просеке, достаточно удаленным от лесного массива.

Увеличение доли сорных видов растений на просеке связано с изменением исходной растительной группировки вследствие вырубки леса и нарушения почвенно-растительного покрова. Сорные виды более устойчивы к воздействию неблагоприятных факторов и изменению условий среды, что позволяет им распространиться на нарушенных территориях [Лунева, с. 29].

В увлажненных понижениях на территории просеки встречаются виды, свойственные для заболоченных местообитаний – тростник южный (*Phragmites australis*), вейник ложнотростниковый (*Calamagrostis pseudophragmites*).

В таблице 5 дан список ведущих семейств растений по обследованным участкам. На всех участках в большей степени представлены семейства Астровых (Asteraceae), Злаков (Poaceae), Гвоздичных (Caryophyllaceae), Осоковых (Cyperaceae) и Вересковых (Ericaceae). Виды этих семейств могут произрастать в различных фитоценозах, в том числе и нарушенных.

Таблица 5

Количество видов растений ведущих семейств на разных участках [по данным автора]

| № | Семейства | № 1 | № 2 | № 3 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Астровые – Asteraceae | 7 | 9 | 10 |
| 2 | Злаки – Poaceae | 2 | 3 | 6 |
| 3 | Гвоздичные – Caryophyllaceae | 3 | 3 | 5 |
| 4 | Осоковые – Cyperaceae | 2 | 2 | 2 |
| 5 | Вересковые – Ericaceae | 2 | 0 | 2 |
| Всего видов в ведущих семействах | | 16 | 17 | 25 |
| Доля от общего количества видов на участке, % | | 67 | 71 | 76 |

Спектры ведущих семейств на участках № 2 и 3 достаточно близки, поскольку они расположены на территории вырубки в схожих условиях обитания. На лесном участке ведущие семейства представлены меньшим количеством видов. Общими для участков №№ 2 и 3 видами-доминантами живого напочвенного покрова являются овсяница овечья (*Festuca ovina*) и полынь полевая (*Artemisia campestris*). Для участка № 3 (просека) ещё одним доминирующим видом является тонконог сизый (*Koeleria glauca*). На лесных площадках в качестве доминанта выступают кладония лесная (*Cladonia arbuscula*), вереск обыкновенный (*Calluna vulgaris*) и овсяница овечья.

Количество травянистых растений на учетных площадях увеличивается в направлении от леса к просеке (рис. 10).

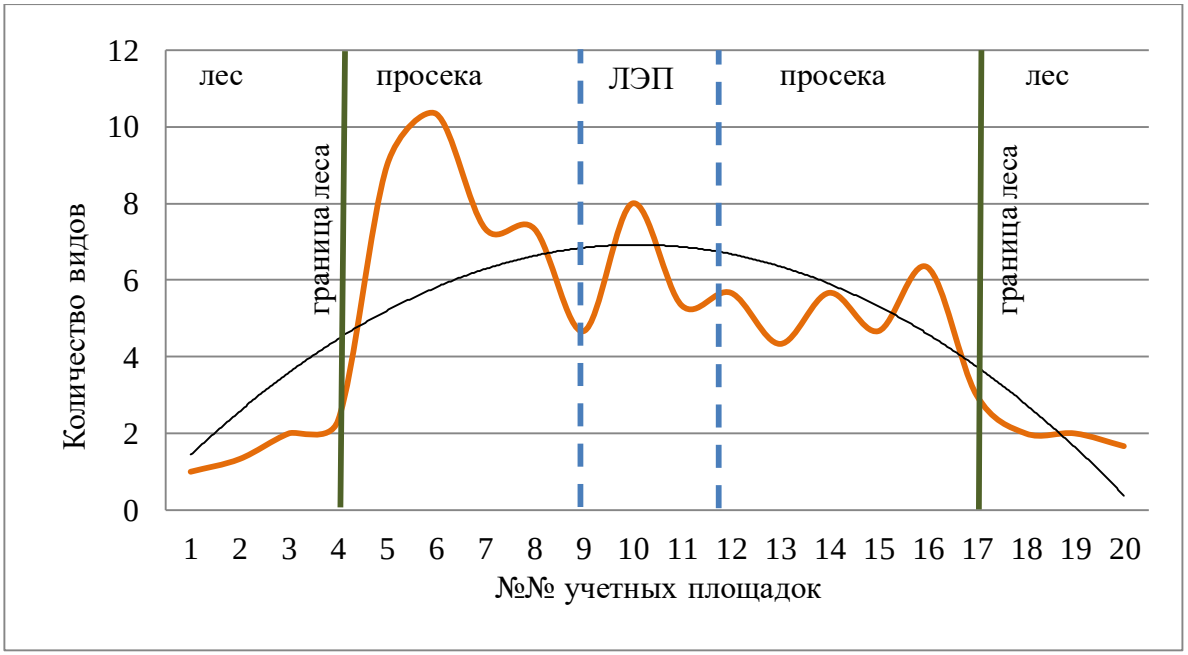


Рис. 10. Изменение количества видов растительности вдоль трансект на учетных площадях (черным цветом показана линия тренда)

Неравномерное распределение видов, встреченных на просеке, связано с различием условий местообитания в пределах одного участка (рельеф, влажность). На более возвышенной территории наблюдается наибольшее видовое разнообразие, но при этом меньший показатель проективного

покрытия (из-за сухости почв), тогда как в понижении рельефа проективное покрытие достигает наивысших значений при меньшем количестве встреченных видов (рис. 11). На территории леса проективное покрытие очень неравномерное, имеются участки почти полностью мертвопокровные.

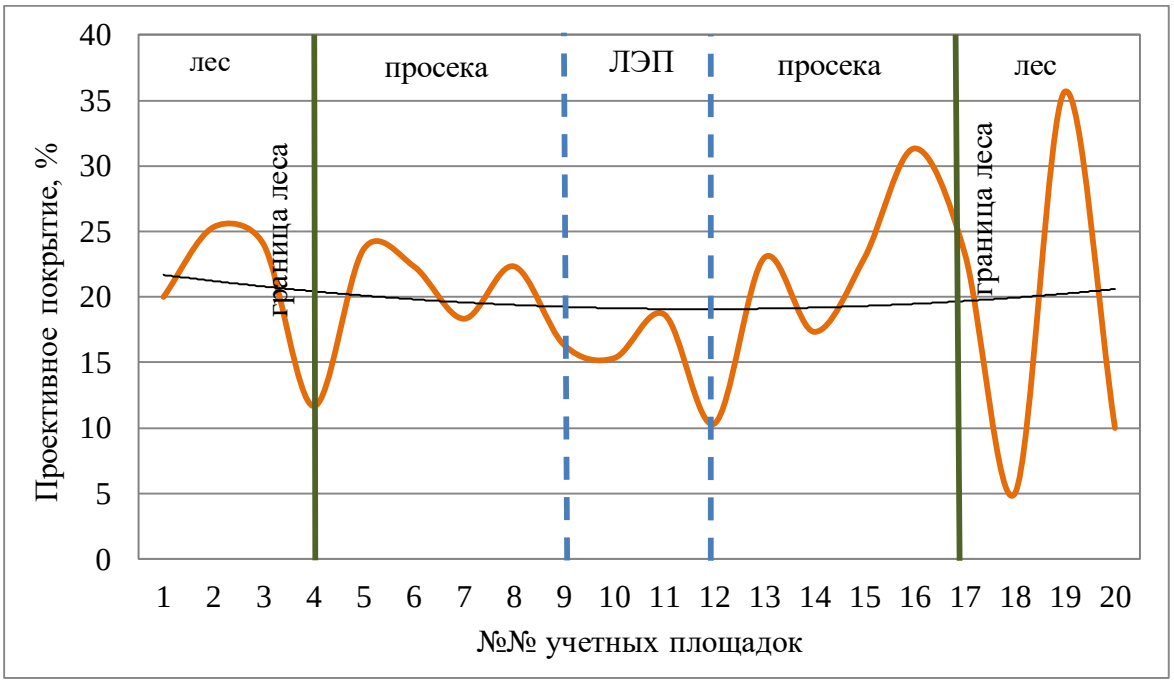


Рис. 11. Изменение проективного покрытия живым напочвенным покровом вдоль трансект на учетных площадях (черным цветом показана линия тренда)

Существуют разные мнения о влиянии электромагнитного поля ЛЭП на рост и развитие растительности. По результатам одних исследований ЭМП угнетает рост растений [Мичурина, Подковкин, с. 42; Изучение влияния электромагнитного поля…, с. 117]. В других, наоборот, воздействие ЛЭП выражается в стимулировании роста и развития растений, увеличении урожайности [Влияние электромагнитного поля…, с. 5]. В нашей работе отмечено снижение проективного покрытия живым напочвенным покровом на учетных площадках, расположенных непосредственно под ЛЭП. Среднее значение этого показателя у ЛЭП ниже, чем на просеке в 1,5 раза, что может свидетельствовать о незначительном угнетении растительного покрова. Однако статистически эти различия не подтверждаются.

На исследуемых участках представлены виды, отличающиеся друг от друга по диапазону переносимости различных условий обитания. Эвривалентные виды растут в широком диапазоне условий, стеновалентные – в узком, мезовалентнтные способны расти в промежуточных диапазонах. На рисунках 12 и 13 приводится распределение растений на группы экологической валентности по двум экологическим шкалам: шкале увлажнения почв (Hd), и шкале освещенности-затенения (Lc).

По шкале увлажнения почв на всех участка численно преобладает группа мезовалентных видов (рис. 12). Вырубка леса приводит к увеличению числа эвривалентных видов, приспосабливающихся к широкому диапазону условий влажности. Доля стеновалентных видов уменьшается по направлению от леса к просеке, поскольку в лесу произрастает большее количество растений, приспособившихся к жизни в узком диапазоне влажности почв.

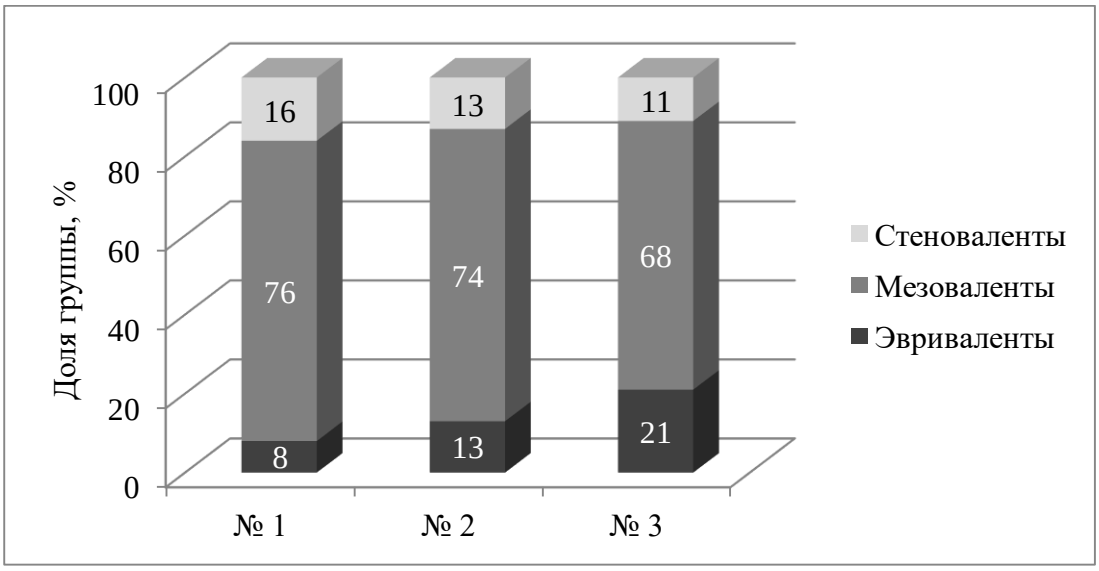


Рис. 12. Соотношение на участках эври-, мезо- и стеновалентных растений по шкале увлажнения почв (Hd), %

По отношению к режиму освещенности-затенения в составе фитоценозов достаточно высокой является доля эвривалентных видов. В лесу эта группа преобладает за счет лугово-лесных и опушечных видов, приспособленных к существованию в широком диапазоне значений фактора освещенности (рис.

13). Численность группы эвривалентных растений на открытых участках уменьшается.

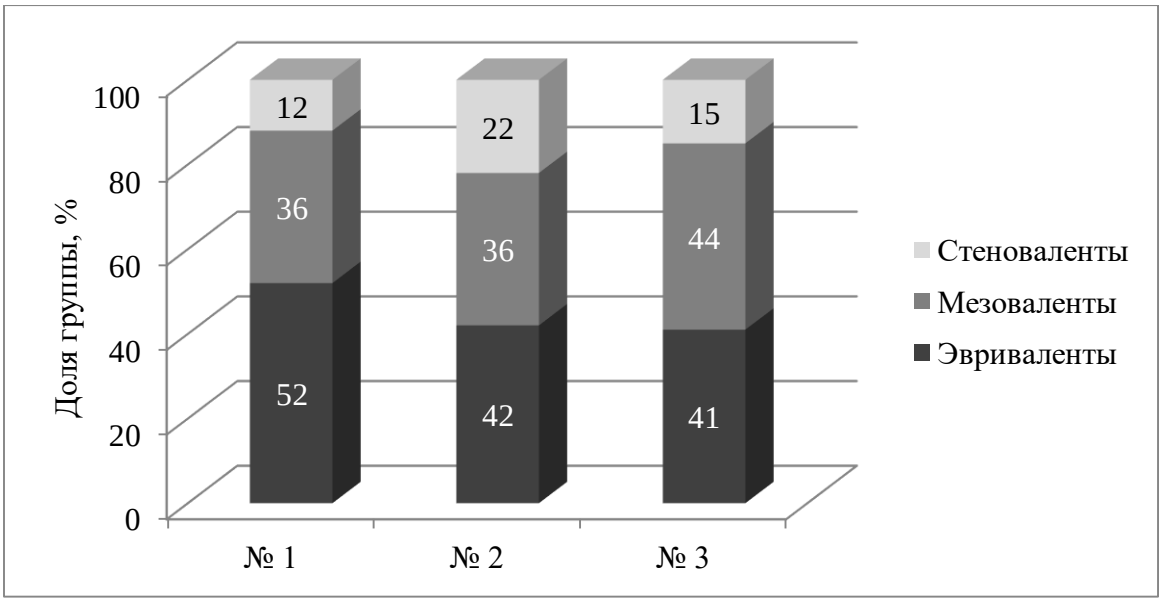


Рис. 13. Соотношение на участках эври-, мезо- и стеновалентных растений по шкале освещенности-затенения почв (Lc), %

Стеноваленты представлены на участке №1 типично лесными видами, приспособленными к условиям затенения, на участках №№ 2 и 3 – видами открытых местообитаний. Наиболее высока доля стеновалентных видов по шкале освещенности под линией электропередач, что связано, по-видимому, с максимальной удаленностью этого участка от леса.

Флористическое сходство участков было оценено с помощью коэффициента Жаккара (табл. 6).

Таблица 6

Коэффициенты флористического сходства (по Жаккару), % [по данным автора]

| | Участок №1 | Участок №2 | Участок №3 |
|---|---|---|---|
| Участок №1 | - | 43,1 | 45,3 |
| Участок №2 | | - | 61,1 |

Максимальное сходство флор (выше среднего) вполне ожидаемо отмечено для открытых участков №№ 2 и 3, что связано с похожими условиями развития растительности. Флористическое сходство этих участков с лесным примерно одного уровня и в целом невелико.

Оценку видового разнообразия фитоценозов проводили по показателям, которые отражают роль отдельных видов в сообществе – индексам разнообразия, доминирования и выравненности (табл. 7).

Таблица 7

Индексы видового разнообразия растительного покрова, бит/экз [по данным автора]

| Индексы | Участки | | |
|---|---|---|---|
| | №1 | №2 | №3 |
| Разнообразия Шеннона (H) | 2,52 | 3,20 | 3,54 |
| Доминирования Симпсона (C) | 0,13 | 0,04 | 0,03 |
| Выравненности Пиелу (E) | 0,77 | 0,97 | 0,97 |

Разнообразие растительного покрова возрастает от участка №1 к участку №3. Это связано с увеличением числа видов растений, предпочитающих открытые местообитания. Индекс доминирования на лесном участке (№ 1) значительно больше, чем на других, вследствие формирования под пологом древостоя относительно однородного покрова из лишайников. Травянистые виды представлены с небольшим обилием. По этой же причине индекс выравненности здесь минимальный из всех участков.

Таким образом, вырубка леса под газопровод привела к смене типа растительности с лесного на луговой и существенной структурной перестройке растительных сообществ.

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В результате вырубки леса под линейные объекты (трасса трубопровода, ЛЭП) произошла смена исходного лесного типа растительности на луговой, свойственный для открытых территорий.
2. Вырубка леса привела к снижению биологической продуктивности участка (потере 124,5 т/га древесной биомассы), утрате им хозяйственных и экологических свойств, связанных с продукцией древесины, ассимиляцией деревьями углекислого газа (228 т) и выделением ими кислорода в процессе фотосинтеза (174 т).
3. На вырубке произошло перераспределение эколого-ценотических групп растений в составе фитоценозов – увеличение доли луговых и снижение доли лесных видов, как по общему количеству, так и по их обилию.
4. На вырубке наблюдается увеличение доли эвривалентных видов по отношению к влажности почвы и снижение доли эвривалентов по отношению к показателю освещения.
5. На вырубке в составе растительных сообществ появились сорные виды растений, устойчивых к антропогенным нагрузкам.
6. Растительные сообщества на трассе трубопровода и ЛЭП отличаются более высокими показателями видовой насыщенности, видового богатства и разнообразия по сравнению с исходными лесными фитоценозами.

# БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

## Книжные издания


1. Bagheri I., Kalhori S.B., Akef M., Khormali F. Effect of Compaction on Physical and Micromorphological Properties of Forest Soils // American Journal of Plant Science, 2012. Vol. 3. № 1. P.159–163.
2. Bowd E.J., Banks S.C., Strong C.L., Lindenmayer D.B. Long-Term Impacts of Wildfire and Logging on Forest Soils // Nature Geoscience, 2019. Vol. 12. P. 113–118.
3. Freeman D.C., Graham J.H., Tracy M., Emlen J.M., Alados C.L. Developmental instability as a means of assessing stress in plants: a case study using electromagnetic fields and soybeans // Int. J. Plant Sci., 1999. Vol. 160. P. 157–166.
4. Алексеев В.А. Углерод в экосистемах лесов и болот России / В.А. Алексеев, Р.А. Бердси. Красноярск: ИЛиД РАН, 1994. 532 с.
5. Андронов А.В., Валяжонков В. Д., Добрынин Ю.А. Снижение воздействия машин на почвогрунт при проведении рубок ухода // Вестник КрасГАУ, 2014. № 7. С. 151–157.
6. Антропогенные изменения экосистем Западно-Сибирской газоносной провинции / Н.Г. Москаленко, А.А. Васильев, С.Н. Гашев [и др.]. Институт криосферы Земли СО РАН, Тюмень, 2006. 357 с.
7. Астрологова Л.Е. Изменение структуры и продуктивности растений в процессе восстановления соснового древостоя. Архангельск, 1998. С. 3–16.
8. Байтелова А.И., Гарицкая М.Ю., Куксанов В.Ф. Источники загрязнения среды обитания: учебное пособие. Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2009. 189 с.
9. Бинги В.Н. Принципы электромагнитной биофизики. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011. 592 с.

10. Бобрицкий Н.В., Юфин В.А. Основы нефтяной и газовой промышленности: Учебник для техникумов. Москва: Недра, 1988. 200 с.
11. Бородавкин П.П., Ким Б.И. Охрана окружающей среды при строительстве и эксплуатации магистральных трубопроводов. Москва: Недра, 1981. 160 с.
12. Брехунцов А.М. История открытия и освоения месторождений углеводородов в Западной Сибири // Нефтегазовая вертикаль, 2016. № 6. С. 17–20.
13. Ваганов Е.А., Шиятов С.Г., Мазепа В.С. Дендроклиматические исследования в Урало-Сибирской Субарктике. Новосибирск: Наука, 1996. 246 с.
14. Васильев С.В. Воздействие нефтегазодобывающей промышленности на лесные и болотные экосистемы. Новосибирск: Наука, 1998. 136 с.
15. Влияние электромагнитного излучения ЛЭП на метаболизм белков дикорастущих растений / В.И. Домаш, О.Л. Канделинская, О.А. Иванов [и др.] // Актуальные проблемы экологии: Сборник научных статей по материалам XII Международной научно-практической конференции, Гродно, 04–06 октября 2017 года / Редколлегия: В.Н. Бурдь (отв. ред.), Г.Г. Юхневич, И.М. Колесник, О.М. Третьякова. – Гродно: ЮрСаПринт, 2017. С. 101-103.
16. Воронцов А.И., Харитонова Н.З. Охрана природы. М.: Наука, 1977. 408 с.
17. Гарев В.М., Летчфорд А.Н., Орт А.И. Нормативные требования к качеству строительных и монтажных работ. СПб.: Центр качества строительства, 2014. 97 с.
18. Гашев С.Н., Бетляева Ф.Х., Лупинос М.Ю. Математические методы в биологии: анализ биологических данных в системе Statistica: учебное пособие для вузов. Москва: Изд-во Юрайт, 2019. 207 с.
19. Гвоздецкий Н.А. Физико-географическое районирование Тюменской области / Под ред. Н. А. Гвоздецкого. М.: МГУ, 1973. 246 с.

20. Глазунов В.А., Науменко Н.И., Хозяинова Н.В. Определитель сосудистых растений Тюменской области. Тюмень: ООО «РГ «Проспект», 2017. 744 с.
21. Глазунов В.А., Хозяинова Н.В., Кузьмин И.В. Изменения и дополнения к перечню охраняемых растений Тюменской области // Вестник ТГУ. 2012. № 6. С. 80-86.
22. Глебова Л.В., Буданов А.Б., Михайлова Е.А Развитие регионального техногенеза при освоении нефтяных и газовых месторождений в Западной Сибири // Геология, география и глобальная энергия, 2020. № 78. С. 89–96.
23. Дендрометрия: учебное пособие / Е.М. Рунова, С.А. Чжан, О.А. Пузанова, В.А. Савченкова. Санкт-Петербург: Лань, 2015. 160 с.
24. Двадцать пять формул Пресслера для вычисления древесного прироста и лесной приростной бурав. Перевод с нем. В.Ольшевского. СПб: Издание А.Ф. Девриена, 1875. 92 с.
25. Дробушевская О.В. Климатические варианты светлохвойной низкогорной подтайги Западной Сибири / О.В. Дробушевская, Д.И. Назимова // География и природные ресурсы. 2006. № 2. С. 21–27.
26. Дымов А.А. Влияние сплошных рубок в бореальных лесах России на почвы (обзор) // Почвоведение, 2017. № 7. С. 787–798.
27. Дьяконов К.Н. О некоторых закономерностях влияния инженерных сооружений на подвижные компоненты геосистем // Вопросы географии. Москва, 1977. № 106. С. 73–78.
28. Ермилов Г.Б. Краткий определитель растений Тюменской области. Тюмень: Тюменское книжное издательство. 1961. 251 с.
29. Ефимов В.А. Функциональная характеристика экологической безопасности нефтегазопроводов // Защита от коррозии и охрана окружающей среды, 2000. № 4. С. 25–29.

30. Засухин Д.П., Серый В.С., Минин Н.С. Рекомендации по защите лесных почв от повреждения при проведении лесозаготовительных работ в Республике Коми. Сыктывкар, 2004. 17 с.
31. Зеркаль О.В. Эволюция биосферы прилегающих территорий под влиянием нефтегазового комплекса // Горн. информ.-аналит. бюл., 1999. № 6. С. 30–32.
32. Иванов В.А., Рябков А.В. Организационно-производственные мероприятия по строительству и капитальному ремонту магистральных трубопроводов: учебное пособие. Тюмень: ТИУ, 2017. 80 с.
33. Иванов В.А., Соколов С.М., Огудова Е.В. Трубопроводное строительство и автомобильные дороги при обустройстве нефтегазовых месторождений // Фундаментальные исследования, 2017. № 12 (1). С. 63–67.
34. Изучение влияния электромагнитного поля на анатомические признаки и химический состав лекарственных растений на примере горца птичьего и подорожника большого / Н.А. Дьякова, И.А. Самылина, А.И. Сливкин [и др.] // Вестник ВГУ. Серия: Химия. Биология. Фармация, 2014. № 4. С. 114–118.
35. Ильинцев А.С., Богданов А.П., Быков Ю.С. Динамика физических свойств подзолистой почвы на вырубках при естественном зарастании // Лесной журнал, 2019. № 5. С. 70–82.
36. Ипатов В.С., Кирикова Л.А. Фитоценология: Учебник. Санкт-Петербург: Изд-во Санкт-Петербургского университета, 1997. 316 с.
37. Климчик Г.Я., Соколовский И.В. Трансформация и восстановление почвы сосняков, пройденных рубками // Труды БГТУ. Сер. I, Лесное хоз-во, 2007. Вып. 15. С. 108–112.
38. Конторович А.Э., Нестеров И.И., Салманов Ф.К. Геология нефти и газа Западной Сибири. Москва: Недра, 1975. 680 с.
39. Кудинов В.И. Основы нефтегазопромыслового дела. Ижевск: УдГУ, 2005. 727 с.

40. Лавыгина О.Л. Экологические аспекты при строительстве линейных объектов // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость, 2014. № 5 (10). С. 73–79.
41. Лебедева Н.В., Дроздов Н.Н., Криволуцкий Д.А. Биологическое разнообразие: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2004. 432 с.
42. Лесотаксационный справочник. Б.И. Грошев, П.И. Мороз, И.П. Сеперович, С.Г. Синицын. М.: Лесная промышленность. 1973. 208 с.
43. Лотарев Д.Т. Размещение коммуникаций на неоднородной территории // Автоматика и телемеханика, 2001. № 5. С. 44–52.
44. Лунева Н.Н. Сорные растения: происхождение и состав // Вестник защиты растений, 2018. № 1 (95). С. 26–32.
45. Матвеев С.М., Румянцев Д.Е. Дендрохронология: учебное пособие. Воронеж: ВГЛТУ, 2013. 140 с.
46. Миронов А.А. Влияние строительства нефтепромысловых дорог на лесные и болотные биогеоценозы // Проектирование, строительство, ремонт и содержание транспортных сооружений в условиях Сибири. Томск, 1997. С. 20–25.
47. Миронычева-Токарева Н.П., Михайлова Е.В., Вишнякова Е.К. Трансформация растительного покрова болотных экосистем при строительстве дорожного полотна (на примере таежной зоны Западной Сибири) // Вестник Оренбургского государственного университета, 2017. № 12. С. 55–59.
48. Мичурина Н.Ю., Подковкин В.Г. Влияние электромагнитного поля ЛЭП на рост озимой пшеницы // Экология и промышленность России, 2005. № 5. С. 40–41.
49. Мордвинов В.А., Гудков Е.П. Строительство нефтегазопромысловых объектов. Пермь: ПГТУ, 2000. 22 с.

50. Неверов А.В., Варапаева О.А., Голденков А.А., Залыгина И.А. Эколого-экономическая оценка воздействия нефте-, газо- и продуктопроводов на состояние окружающей среды // Труды БГТУ, 2011. № 7. С. 96–101.
51. Никифорчин И.В. Таксация леса: практикум для подготовки бакалавров по направлению 250100 «Лесное дело». Санкт-Петербург: СПбГЛТУ, 2013. 160 с.
52. Новиков В.П. Состояние ресурсов промысловых животных и продуктивность охотничьих угодий Ханты-Мансийского автономного округа в условиях промышленного освоения территории // Ресурсы охот.-промысл. х-ва и прогноз их использ. Москва, 1985. С. 4–12.
53. Новиков С.М., Романова Е.А., Усова Л.И. Возможные изменения природных условий болот Западной Сибири под влиянием хозяйственной деятельности // Антропогенные изменения, охрана растительности болот и прилегающих территорий. Минск, 1981. С. 73–78.
54. Новичкова Е.А, Подковкин В.Г. Анализ действия электромагнитного поля ЛЭП на активность ферментов антиоксидантной защиты в тканях подсолнечника на разных этапах вегетации // Вестник СамГУ. 2009. №70. С. 183–190.
55. Одишария Г.Э., Садыков О.Ф. Перспективы освоения газовых месторождений полуострова Ямал и региональные проблемы экологической безопасности // Природа Ямала. Екатеринбург: Наука, 1995. С. 407–424.
56. Пашкевич М.А., Петрова Т.А. Мониторинг и оценка воздействия экологически опасных объектов ТЭК на компоненты природной среды // Горн. инф.-анал. бюл., 2008. № 4. С. 176–180.
57. Плеханов Г.Ф. Основные закономерности низкочастотной электромагнитобиологии. Томск: Изд-во Томского ун-та, 1994. 184 с.
58. Полунин В.Н., Жидченко Т.В., Бельтюков Л.П., Купров А.В. Влияние электромагнитного поля на посевные ростовые и продуктивные свойства озимой пшеницы // Вестник аграрной науки Дона, 2009. № 3. С. 1–5.

59. Понятовская В.М. Учет обилия и особенности размещения видов в естественных растительных сообществах. Полевая геоботаника. – М.: Наука, 1964. Т. 3. С. 209–289.
60. Пугачева Т.Г. Деградационные изменения растительного покрова на загрязненных территориях Нефтеюганского района // Социальная политика и социология: Междисциплинарный научно-практический журнал. Москва, 2010. № 9 (63). С. 128–134.
61. Рахматулина В.У., Семенова С.В., Шабунина Л.А. Биоремедиация почв, загрязненных нефтью и нефтепродуктами // Защита окружающей среды, 2009. № 2. С. 22–29.
62. Реакции биологических систем на магнитные поля: Сб. науч. тр. / Под ред. Ю.А. Холодова, М.: Наука, 1978. 216 с.
63. Романенко Ю.В. Экологические проблемы в районах добычи и транспортировки нефти и газа в Западной Сибири // География на рубеже веков: проблемы регионального развития: матер. Междунар. науч. конф. Курск, 1999. Т.3. С. 208–218.
64. Рунова Е.М., Золотухина Г.И., Новосёлова О.С. Динамика восстановления лесных экосистем на вырубках // Актуальные проблемы лесного комплекса, 2006. № 13. С. 232–235.
65. Скоробогатов В.А. Нефтеносность Западно-Сибирской мегапровинции // Вести газовой науки: науч.-техн.сб. Москва: Газпром ВНИИГАЗ, 2017. С. 13–28.
66. Солодовников А.Ю. Воздействие нефтегазопроводов на окружающую среду в тюменской области: факторы и последствия // Вестник СПбГУ, 2004. № 4. С. 85–96.
67. Соромотин А.В. Воздействие добычи нефти на таежные экосистемы Западной Сибири. Тюмень: ТюмГУ, 2010. 320 с.
68. Судебно-ботаническая экспертиза с применением методов дендрохронологии при расследовании незаконной рубки лесных насаждений: учеб.-практ. пособ. / В.И. Воронин, О.П. Грибунов, Ю.М.

Жаворонков, [и др.]. Иркутск: Восточно-Сибирский ин-т МВД России, 2016. 200 с.

69. Тарасова Т.Ф., Алеева О.Н., Косачева К.А., Павлова Т.В. Техногенное воздействие от предприятий нефтедобывающей промышленности // Материалы Всероссийской научно-методической конференции. Оренбург, 2016. С. 973–979.
70. Хорошева О.В. Изменения растительности верховых болот в результате антропогенного воздействия // Научн. докл. высшей школы. Биол. науки, 1985. Т. 263. № 11. С. 84–87.
71. Цыганов Д.Н. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. Москва: Наука, 1983. 197 с.
72. Цысь В.В., Цысь О.П. Нефть начинается с дороги: (о строительстве внутрипромысловых дорог на Самотлорском нефтяном месторождении в 1960-1980-х гг.) // Российская нефть: история и современность, 2016. С. 315–334.
73. Чижов Б.Е. Лес и нефть Ханты-Мансийского автономного округа. Тюмень: Мандрика, 1998. 141 с.
74. Шмакова Д.А. Линейные объекты: понятие и виды // Политика, государство и право, 2016. № 4. С. 43–47.
75. Шумилова Л. В. Ботаническая география Сибири. Томск, 1962. 439 с.
76. Шуплецова Ю.И. Отдельные вопросы использования лесных участков для строительства, реконструкции и эксплуатации линейных объектов // Имущественные отношения в РФ, 2015. № 2. С. 33–38.
77. Экологические шкалы и методы анализа экологического разнообразия растений / Л.А. Жукова, Ю.А. Дорогова, Н.В. Турмухаметова [и др.]. Йошкар-Ола: Мар. Гос. Ун-т, 2010. 368 с.
78. Юрковская Т.К., Сафронова И.Н. Зональное деление растительного покрова Западной Сибири // Ботанический журнал. 2019. Т. 104. № 1. С. 3–11.

79. Водный кодекс Российской Федерации от 03.06.2006 № 74-ФЗ (ред. от 28.11.2015) // Собрание законодательства РФ. Москва, 2006.
80. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29 декабря 2004 г. N 190-ФЗ (с изменениями от 22 июля, 31 декабря 2005 г., 3 июня, 27 июля, 4, 18, 29 декабря 2006 г., 10 мая, 24 июля, 30 октября, 8 ноября, 4 декабря 2007 г.) // «Российская газета» от 30 декабря 2004 г.
81. О безопасности объектов топливно-энергетического комплекса от 21.07.2011 № 256-ФЗ.
82. СНиП 2.05.06-85 Магистральные трубопроводы. М.: ФГУП ЦПП, 2005. 60 с.
83. Строительные нормы и правила СНиП 2.05.06-85 "Магистральные трубопроводы".
84. Федеральный закон «О безопасности объектов топливно-энергетического комплекса» от 21.07.2011 № 256-ФЗ.
85. Федеральный закон «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» от 30.12.2009 № 384-ФЗ.

Электронные издания

86. История ООО «Газпром трансгаз Сургут»: [сайт]. URL: https://surgut-tr.gazprom.ru/about/history/ (дата обращения: 10.06.2021)

# ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Район исследования

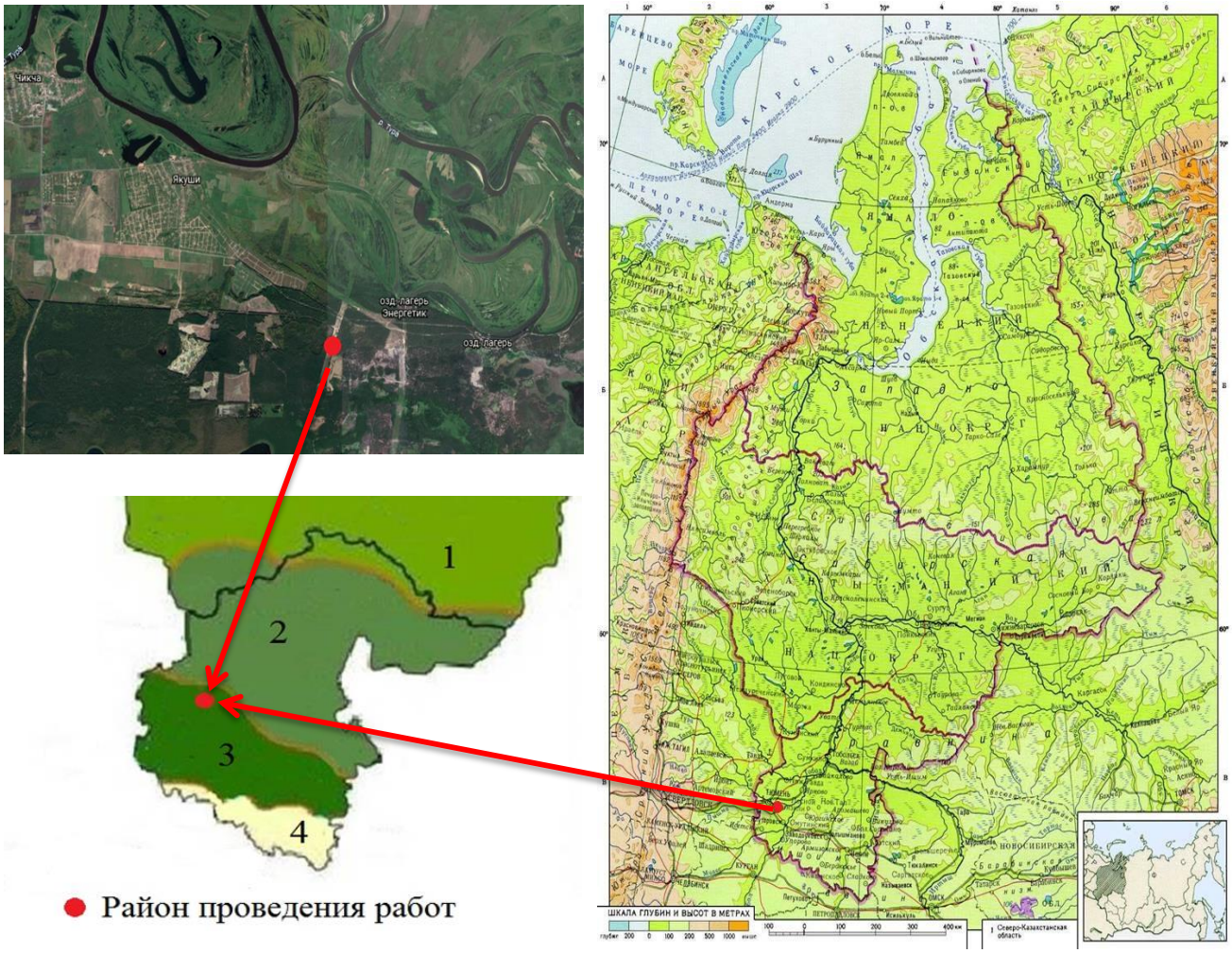


Рис. 1. Схема размещения участка исследования на территории Тюменской области
1 – средняя тайга, 2 – южная тайга,
3 – подтайга, 4 – северная лесостепь

Приложение 2

Общий вид участков

Рис. 2. Общий вид лесного участка (№1)

Рис. 3. Общий вид участков под линией ЛЭП (№2) и  на просеке (№3)

Приложение 3

Общий вид учетных площадок

Рис. 4. Характер живого напочвенного покрова в лесу

Рис. 5. Характер живого напочвенного покрова на просеке

Приложение 4

Отбор данных на исследуемой территории

Рис. 6. Измерение длины окружности ствола сосны

Рис. 7. Взятие кернов древесины приростным буравом Пресслера

Приложение 5

Виды сосудистых растений на участках обследования

Рис. 8. Гвоздика иглолистная (*Dianthus acicularis* Fischer ex Ledeb.) на вырубке

Рис. 9. Вид-доминант на просеке – овсяница овечья (*Festuca ovina*)

Рис. 10. Доминант просеки полынь полевая (*Artemisia campestris*)

Рис. 11. Доминант растительного покрова участка № 1 (лес) кладония лесная (*Cladonia arbuscula*)

Приложение 7

Таблица 1

Список видов живого напочвенного покрова учетных площадок

| Таксоны | | Участки | | |
|---|---|---|---|---|
| | | №1 | №2 | №3 |
| **Семейство Плауновые – Lycopodiaceae** | | | | |
| 1 | Плаун булавовидный – *Lycopodium clavatum* L. | + | + | |
| **Семейство Хвощовые – Equisetaceae** | | | | |
| 2 | Хвощ зимующий – *Equisetum hyemale* L. | + | + | + |
| **Семейство Злаки – Poaceae** | | | | |
| 3 | Вейник ложнотростниковый – *Calamagrostis pseudophragmites* (Haller f.) Koeler | | | + |
| 4 | Вейник наземный – *Calamagrostis epigeios* L. | | + | + |
| 5 | Овсяница овечья – *Festuca ovina* L. | + | + | + |
| 6 | Полевица тонкая – *Agrostis capillaris* L. | | | + |
| 7 | Тонконог сизый – *Koeleria glauca* Spreng | + | + | + |
| 8 | Тростник южный – *Phragmites australis* Steud | | | + |
| **Семейство Осоковые – Cyperaceae** | | | | |
| 9 | Осока верещатниковая – *Carex ericetorum* Pollich | + | + | + |
| 10 | Осока sp – *Carex s*p | + | + | + |
| **Семейство Ландышевые – Asparagaceae** | | | | |
| 11 | Купена душистая – *Polygonatum odoratum* Mill. | | + | + |
| **Семейство Гречишные – Polygonaceae** | | | | |
| 12 | Щавель малый – *Rumex acetosella* L. | + | + | + |
| **Семейство Гвоздичные – Caryophyllaceae** | | | | |
| 13 | Гвоздика иглолистная – *Dianthus acicularis* Fisch. ex Ledeb. | + | + | + |
| 14 | Гвоздика травянка – *Dianthus deltoids* L. | | | + |
| 15 | Качим метельчатый – *Gypsophila paniculata* L. | | + | + |
| 16 | Ппустынница (еремогоне) длиннолистная - *Eremogone longifolia* (M. Bieb.) Fenzl | + | | + |
| 17 | Смолёвка поникающая – *Silene nutans* L. | + | + | + |
| **Семейство Лютиковые – Ranunculaceae** | | | | |
| 18 | Прострел желтеющий – *Pulsatilla flavescens* (Zucc.) ) Juz. | | + | + |

Продолжение таблицы 1

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Семейство Розоцветные – Rosaceae** | | | | |
| 19 | Лапчатка серебристая – *Potentilla argentea* L. | | | + |
| **Семейство Бобовые – Fabaceae** | | | | |
| 20 | Люпинник белый – *Lupinster albus* link | | + | |
| **Семейство Кипрейные – Onagraceae** | | | | |
| 21 | Иван-чай узколистный – *Chamaenerion angustifolium* L. | | | + |
| **Семейство Фиалковые – Violaceae** | | | | |
| 22 | Фиалка полевая – *Viola arvensis* Murray | + | | + |
| 23 | Фиалка собачья – *Viola canina* L. | + | | |
| **Семейство Вересковые – Ericaceae** | | | | |
| 24 | Брусника обыкновенная – *Vaccinium vitis-idaea* L. | + | | + |
| 25 | Вереск обыкновенный – *Calluna vulgaris* L. | + | | + |
| **Семейство Первоцветные – Primulaceae** | | | | |
| 26 | Седмичник европейский – *Trientalis europaea* L. | + | | |
| **Семейство Норичниковые – Scrophulariaceae** | | | | |
| 27 | Очанка лекарственная – *Euphrasia officinalis* L. | + | | + |
| **Семейство Астровые – Asteraceae** | | | | |
| 28 | Золотарник обыкновенный – *Solidago virgaurea* L. | + | + | + |
| 29 | Колючник Биберштейна – *Carlina biebersteinii* Bernh. ex Hornem. | + | + | + |
| 30 | Кошачья лапка двудомная – *Antennaria dioica* L. | + | + | + |
| 31 | Крестовник Якова – *Senecio jacobaea* L. | + | + | + |
| 32 | Мелколепестник едкий – *Erigeron acris* L. | | + | + |
| 33 | Полынь полевая – *Artemisia campestris* L. | + | + | + |
| 34 | Сухоцветка лесная – *Omalotheca sylvatica* L. | | | + |
| 35 | Тысячелистник обыкновенный – *Achillea millefolium* L. | + | + | + |
| 36 | Ястребинка зонтичная – *Hieracium umbellatum* L. | + | + | + |
| 37 | Ястребиночка обыкновенная – *Pilosella officinarum* F.W. Schultz & Sch. Bip. | | + | + |

Примечание: участки: №1 – лес, №2 – ЛЭП, №3 – вырубка

Таблица 2

Список видов мхов и лишайников на учетных площадках

| Таксоны | | Участки | | |
|---|---|---|---|---|
| | | №1 | №2 | №3 |
| **Семейство Гилокомиевые – Hylocomiaceae** | | | | |
| 1 | Плевроциум Шребера – *Pleurozium schreberi* Brid. | + | + | |
| **Семейство Дикрановые – Dicranaceae** | | | | |
| 2 | Дикранум многоножковый – *Dicranum polysetum* Sw. | + | | + |
| **Семейство Пельтигеровые – Peltigeraceae** | | | | |
| 3 | Пельтигера sp – *Peltigera* sp | + | + | + |
| **Семейство Политриховые – Polytrichaceae** | | | | |
| 4 | Политрихум обыкновенный – *Polytrichum commune* Hedw. | + | + | + |
| **Семейство Гипновые – Hypnaceae** | | | | |
| 5 | Гипнум sp – *Hypnum* sp | + | | |
| **Семейство Кладониевые – Cladoniaceae** | | | | |
| 6 | Кладония лесная – *Cladonia arbuscula* (Wallr.) Flot. | + | + | + |

Примечание: участки: №1 – лес, №2 – ЛЭП, №3 – вырубка