

Санкт-Петербургский государственный университет
Институт наук о Земле

ГЛУХАРЕВА Софья Викторовна

Выпускная квалификационная работа
Микрорельеф и почвы осушенного болота «Суланда»
(Лисинское учебно-опытное лесничество)

Уровень образования: бакалавриат
Направление *06.03.02 «Почвоведение»*
Основная образовательная программа *СВ.5022 «Почвоведение»*

Научный руководитель:
профессор кафедры почвоведения
и экологии почв, д. с.-х. н.,
Апарин Борис Федорович

Рецензент:
Ведущий научный сотрудник
Центрального музея почвоведения
им. В.В. Докучаева – филиал ФГБНУ ФИЦ
"Почвенный институт имени В.В. Докучаева",
к.б.н., Касаткина Галина Алексеевна

Санкт-Петербург

2022

Оглавление

Введение	3
Глава 1. Объекты исследования	4
Глава 2. Методы исследования	7
Глава 3. Результаты и обсуждения	9
3.1. Характеристика микрорельефа	9
3.2. Морфогенетический анализ профиля	14
3.3. Физико-химическая характеристика почв	16
Глава 4. Изменение почв в результате осушительной мелиорации	19
Заключение	24
Список литературы	25
Приложение	27

Введение

История Лисинского учебно-опытного лесничества тесно связана с осушением болот. Территория характеризуется плохой естественной дренированностью за счет равнинного рельефа и плохо проницаемых почвообразующих пород, создающих водоупор. Создание дренажной системы являлось необходимостью для улучшения лесорастительных условий, поскольку сильная заболоченность территории препятствовала росту древесной растительности высокого класса бонитета (Лисино..., 2009; Полигоны..., 2022).

Проблемой в повышении продуктивности лесов заболоченных территорий является учет временного фактора, то есть то, как меняются свойства осушенных территорий со временем. Для оценки такого фактора и изменения продуктивности лесонасаждений важно иметь данные о состоянии почв и растительности за периоды: заложения осушительной сети, эффективного действия дренажной системы и современного периода, когда функционирование системы нарушено. Это является условием получения достоверного сравнительного анализа по изменению видового состава растительности, мощности торфяной залежи, степени минерализации торфа и степени дренированности территории.

По обилию публикационных материалов, можно судить, что развитие территорий, подверженных осушительной мелиорации под влиянием климатического и антропогенного факторов, является достаточно интересной и актуальной темой (Бабилов, 2014; Благовидов и др., 1957; Тюрин и др., 1948).

Большинство существующих исследований касается изменений в растительном и почвенном покрове, которые связаны с условиями дренированности и характером мезорельефа. Практически не исследованным является вопрос изменения микрорельефа осушенных территорий и причин его изменений.

Цель работы: исследовать особенности строения микрорельефа и его связь с почвенно-растительным покровом на территории осушенного болота.

Задачи:

1. Исследовать особенности строения микрорельефа осушенного участка.
2. Исследовать взаимосвязь почв и микрорельефа.
3. Выявить изменения в характере почвенно-растительного покрова на территории осушенного болота Суланда.

Значимость работы: Пополнение базы данных характеристик почвенно-растительного покрова Лисинского лесничества для продолжения почвенно-экологического мониторинга. Установление характера изменения почв под влиянием длительного осушения территории на основе систематизации данных.

Глава 1. Объекты исследования

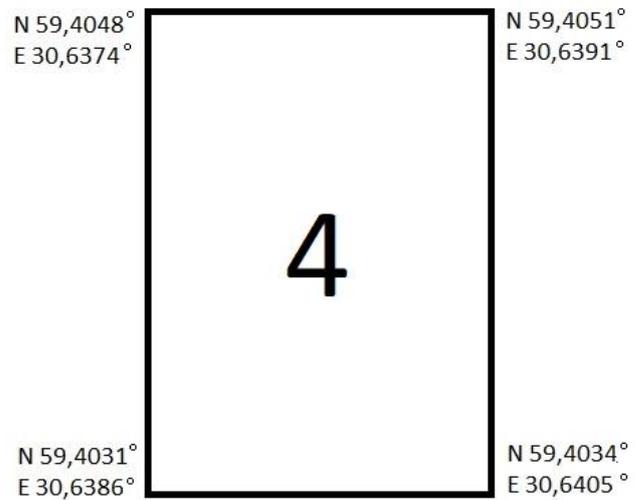
Исследуемая территория расположена в юго-западной части Госненского муниципального района Ленинградской области в Лисинском учебно-опытном лесничестве – учебной базе Санкт-Петербургской государственной лесотехнической академии. Территория относится к подзоне южной тайги зоны хвойных лесов, где характерен умеренно холодный, переходный от морского к континентальному, с продолжительной зимой и коротким прохладным летом климат. Его формирование связано с холодными воздушными массами Арктики и теплыми из Атлантики, также влияние оказывают близлежащие Балтийское море и Ладожское озеро.

Среднегодовая температура воздуха не высока и составляет $+3,6^{\circ}\text{C}$, средние температуры самого холодного (январь) и самого теплого (июль) месяцев $-8,8^{\circ}\text{C}$ и $+17,0^{\circ}\text{C}$ соответственно. Сумма положительных температур составляет около $2000-2100^{\circ}\text{C}$. Продолжительность безморозного периода порядка 120 дней, вегетационного периода – 150 дней. На территории преобладают западные направления ветров (Лисино..., 2009).

Рассматриваемым объектом является лесной участок осушенного низинного болота Суланда – полигон № 4, который расположен в юго-западном углу квартала 115 (рис. 1).



А)



Б)

Рисунок 1. Местоположение почвенного полигона № 4: А) на цветном спектрально-аэрофотоснимке М 1:12000 (Полигоны..., 2022), Б) в координатах

До осушения лес был представлен сосной и березой низкого класса бонитета. Орлов П. в таксационном описании 1841 г. описывал эти насаждения, как «уродливый лес, отчасти годный на мелкие дрова»¹. Грунтовые воды почти достигали поверхности, что являлось отрицательным фактором для формирования древесной растительности высокого класса бонитета. Индикатором сильной заболоченности территории являлось также отсутствие в растительном сообществе ели.

Создание системы дренажных канав на данном участке оказалось настолько эффективным, что площадь лесных насаждений увеличилась к 1842 г. на 15% (Кравчинский, 1916). Слабые, неправильной формы деревья, ранее существовавшие на болоте, быстро трогались в рост, поэтому к 1929 г. бонитет деревьев увеличился с IV-Va до I-II класса (Бабилов и др., 2019; Орлов, 1931).

В настоящее время квартал 115 покрыт лесной растительностью естественного происхождения. Возраст древостоя в среднем составляет 120-125 лет. Ельники являются доминирующими растительными сообществами в пределах исследуемого квартала (47% от территорий, покрытых лесами), сосняки также распространены, но занимают меньшую площадь – 38%, менее распространенными являются березняки и осинники, расположенные на 14% и 1% территории соответственно. По растительности нижних ярусов на территории квартала распространенными типами лесов являются: кисличники (45%), черничники (33%) и долгомошники (22%).

Растительное сообщество на исследуемом полигоне представлено составом 5С4Е1Б. Преобладающей древесной породой является сосна, сопутствующими ель и береза. Подрост преимущественно состоит из ели, в напочвенном покрове распространены кислица, зеленые мхи (Полигоны..., 2022).

Мезорельеф территории относительно выровненный (рис. 2). По направлению с севера на юг участок имеет небольшой уклон (относительное превышение территории 0,4 м). На приведенной топографической карте отмечено местоположение разреза, который был заложен А. А. Роде в 1929 г. в ходе работы по исследованию почв лесничества. Разрез находился в 30 м от границ с кварталами 114 и 121. Позднее, в 2013 г. на этом же месте был заложен новый разрез, который послужил опорной точкой для изучения микрорельефа территории.

¹ В статье «Осушительные работы в Лисинском учебном леспромхозе», опубликованной в сборнике «Природа и хозяйство учебных леспромхозов ЛТА» в 1931 г.

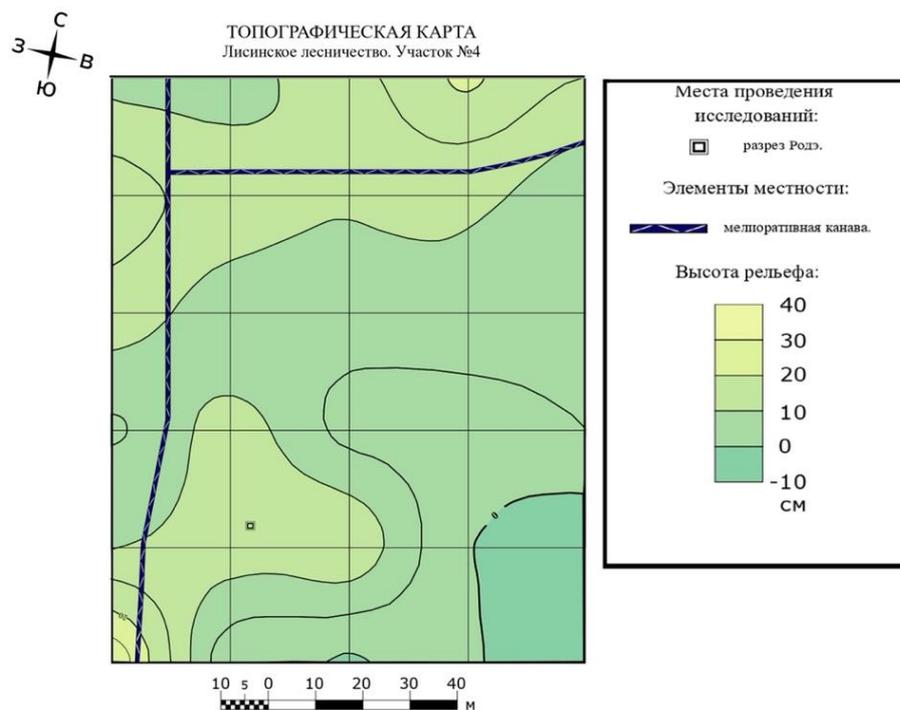


Рисунок 2. Топографическая карта полигона 4 и разрез Роде в его границах
(Полигоны..., 2022)

Глава 2. Методы исследования

Важную роль в нашем исследовании играют данные, заимствованные из различных источников: об истории Лисинского лесничества, о его развитии и изменениях в растительных сообществах, поэтому одним из методов является сравнительно-исторический метод. Он позволяет сопоставить данные об изучаемых объектах и отследить изменения, произошедшие за определенный период времени, а также выявить тенденции их дальнейшего развития.

В ходе работы была поставлена задача: исследовать и измерить микрорельеф выбранного участка. Для этого нами был применен почвенно-геоморфологический метод или метод трансект. Он заключался в измерении от горизонтальной линии высоты микрорельефа и глубины подстилки торфа минеральной породой, а также в описании растительного покрова по трансектам.

Для решения поставленных задач от центральной точки были выбраны три направления: 88° на восток, 159° на юг и 246° на юго-запад (рис. 3). За начальные и конечные точки «лучей» были приняты стволы стоящих деревьев, между которыми был натянут металлический трос. Длина каждого луча составляла порядка 24-25 м. Чтобы исключить провисание троса, через равные промежутки (5 м) в минеральную толщу были забиты металлические стержни. Горизонтальная линия была установлена с помощью водяного уровня. На деревьях и металлических стержнях были сделаны соответствующие отметки – горизонтали нулевого уровня, по которым фиксировался трос. Измерения производили с помощью сантиметровой рулетки через каждые 0,5 м (рис. 3).

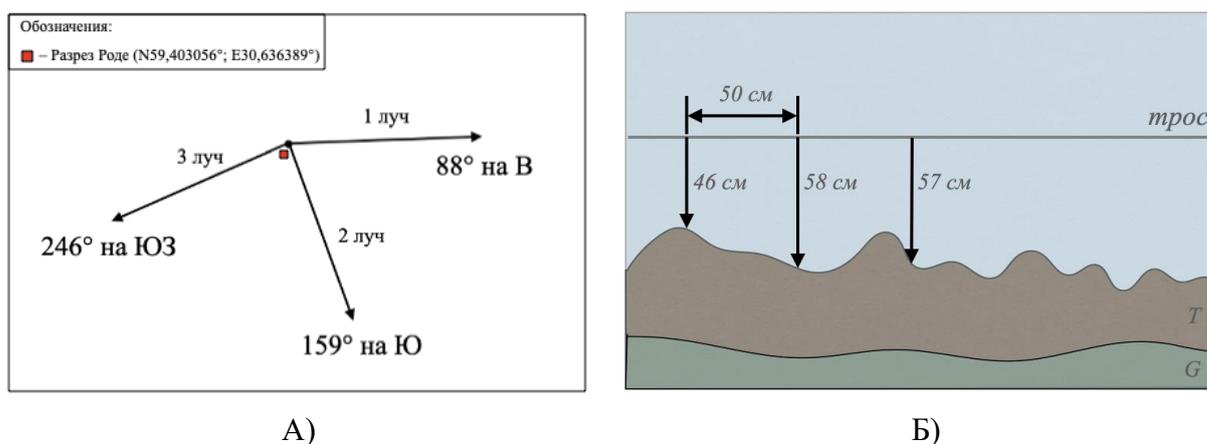


Рисунок 3. Схематичное представление используемого метода: А) выбранные направления для трансект, Б) схема проведения измерений

После проведенной съемки микрорельефа, полученные данные были обработаны и на их основе выбраны точки, занимающие высокую, среднюю и низкую позиции в рельефе. В этих точках были заложены разрезы и отобраны образцы для проведения морфологического описания и лабораторных исследований.

В ходе лабораторных работ были определены: гигроскопическая влажность стандартным весовым методом при температуре 105°C, потери при прокаливании при температуре 900°C, рН водной суспензии и солевой вытяжки, углерод органических соединений по методу Тюрина в модификации кафедры почвоведения СПбГУ, емкость катионного обмена, обменные кальций и магний, гидролитическая кислотность. Перечисленные измерения были выполнены по методическим указаниям (Химический анализ..., 1995). Гранулометрический состав определяли методом лазерной дифрактометрии на приборе Shimadzu SALD-2201, на предварительно обработанных образцах пиррофосфатом натрия (Буданова и др., 2013). Также были определены подвижные калий и фосфор по методу Кирсанова (Практикум по агрохимическому..., 2005).

Глава 3. Результаты и обсуждения

3.1. Характеристика микрорельефа

С помощью разработанного нами метода исследования, описанного выше, была произведена съемка микрорельефа по трем транsekтам, а также определена глубина подстилания торфяной толщи минеральным горизонтом (почвообразующей породой). Данное измерение проводили с помощью металлического щупа.

Исходными данными для построения графиков являлись: шаг измерения высот (0,5 м), высота поверхности – расстояние от троса до поверхности земли, глубина подстилания почвообразующей породой (шаг измерения 4-5 м), формы микрорельефа, а также напочвенный покров (видовой состав растительности).

Результаты измерений приведены в приложении А. На их основе были построены графики, характеризующие микрорельеф (рис. 4, 6 и 8). Вдоль каждой трансекты была сделана зарисовка вида поверхности сверху. Она выполнялась по всей длине луча (трансекты), с отступом от него в 1 м в стороны (рис. 5, 7 и 9). Деревья были обозначены кругами, цифры в центре которых – обхват в сантиметрах. У некоторых деревьев изображена зона распространения корней, которые влияют на измеряемый микрорельеф вдоль трансект. Полученные графики и рисунки представлены попарно для возможности сопоставления данных.

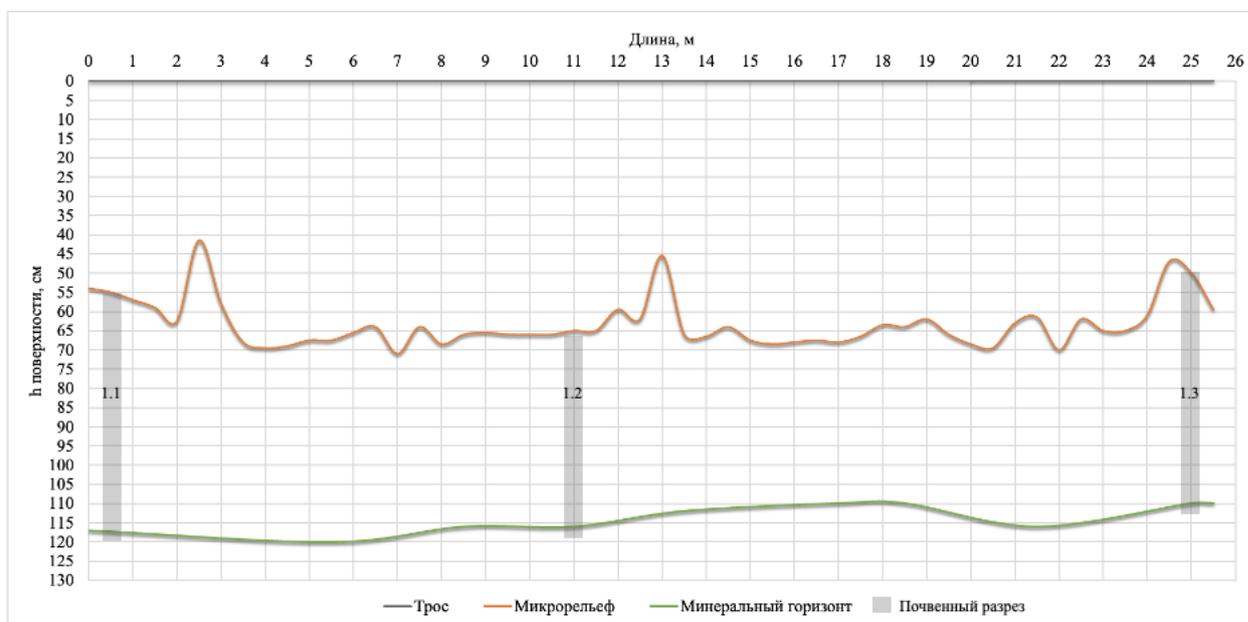


Рисунок 4. Микрорельеф поверхности почвы и подстилающей породы по трансекте № 1

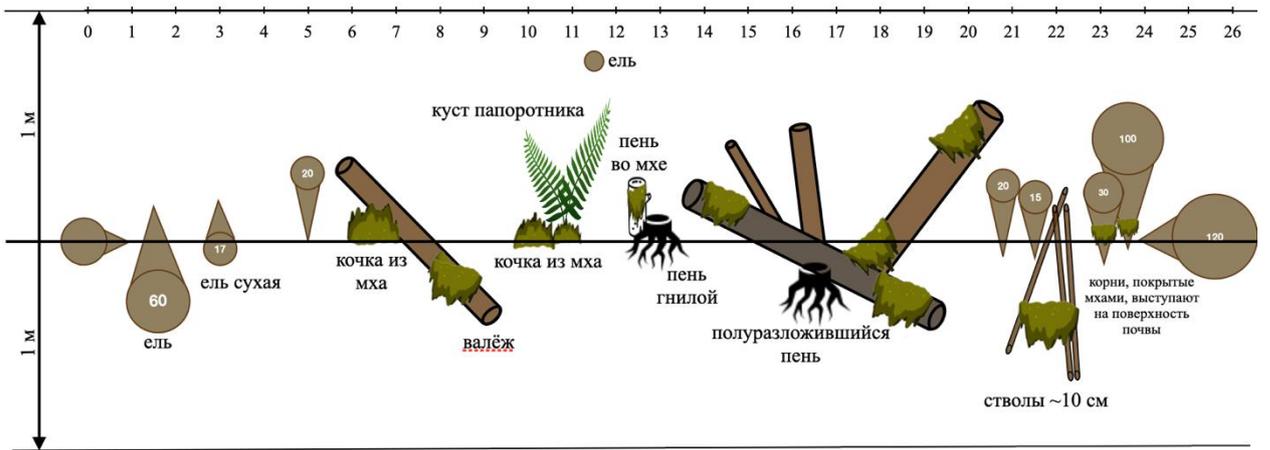


Рисунок 5. Вид поверхности сверху вдоль трансекты № 1

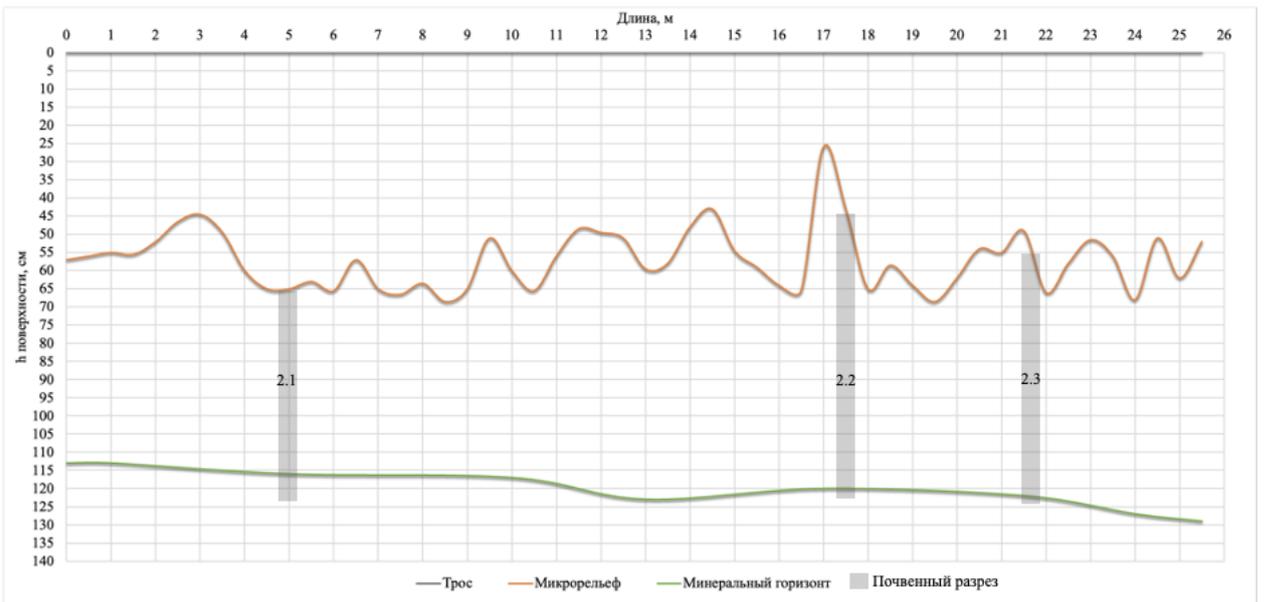


Рисунок 6. Микрорельеф поверхности почвы и подстилающей породы по трансекте № 2

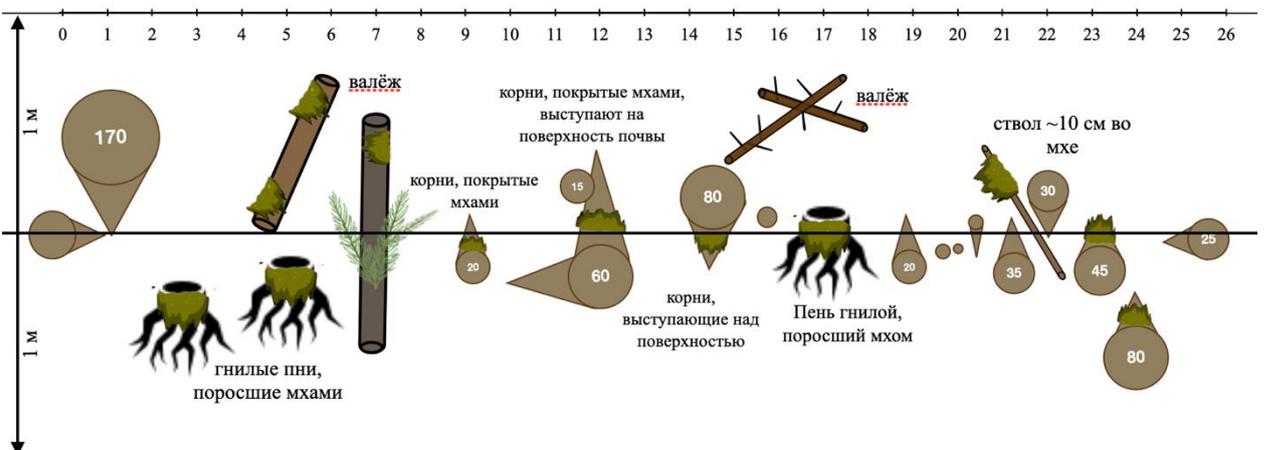


Рисунок 7. Вид поверхности сверху вдоль трансекты № 2

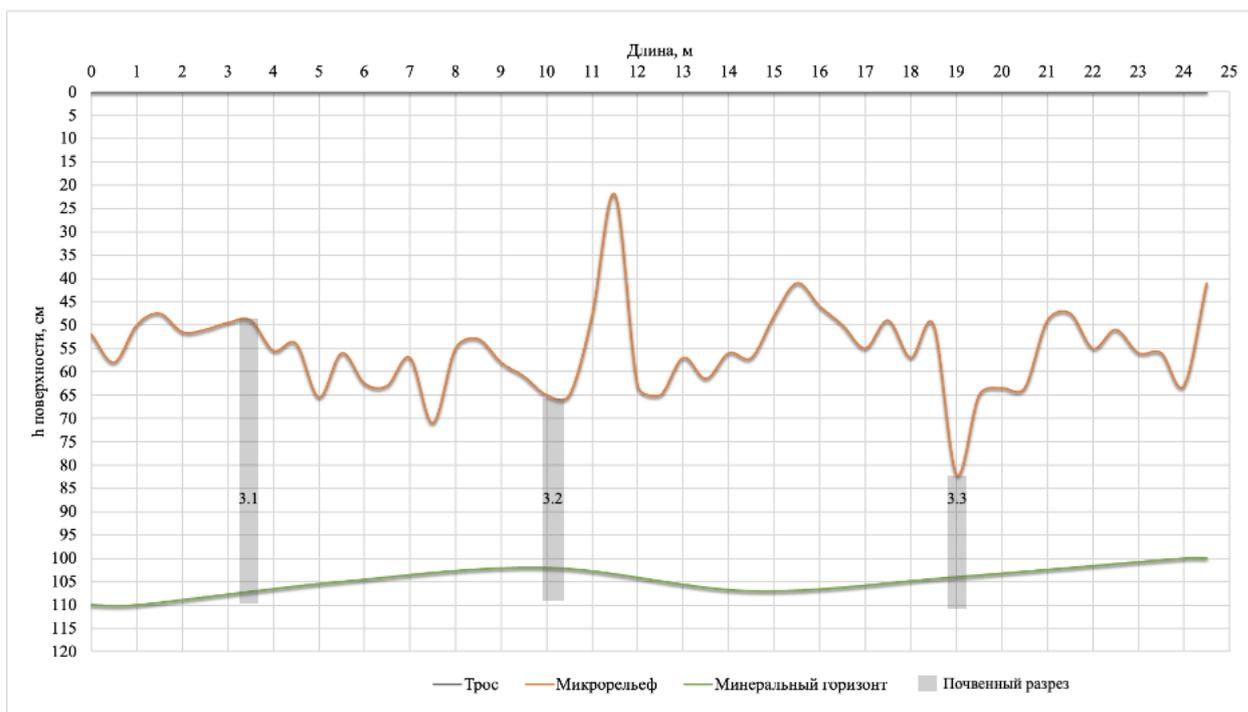


Рисунок 8. Микрорельеф поверхности почвы и подстилающей породы по трансекте № 3²

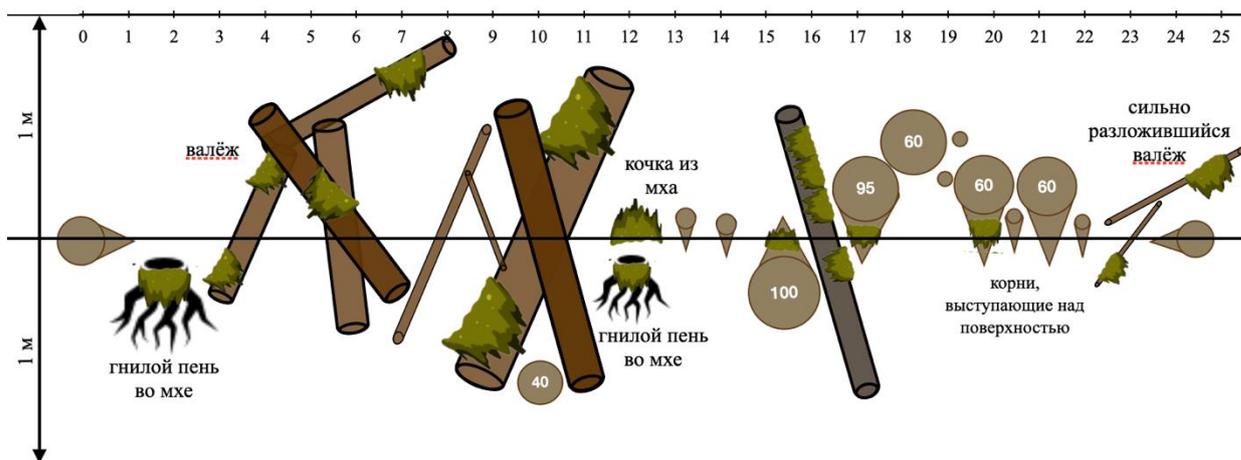


Рисунок 9. Вид поверхности сверху вдоль трансекты № 3

Обращает внимание, что микрорельеф сформирован преимущественно пристволовыми повышениями, межстволовыми понижениями, полуразложившимися пнями, кочками из растительного материала, разложившимися в разной степени поваленными стволами деревьев, которые покрыты мхами. Лишь в некоторых местах трансект выделяются ровные участки.

² На отметке 19 м трансекта проходит через крупное дерево, корни которого высоко расположены над землей. Понижение связано с измерением истинной поверхности почвы под корнем.

Примечательно, что наименее выраженным микрорельефом обладает территория трансекты 1, а наиболее – территория трансект 2 и 3. Это может быть связано с тем, что вдоль первого «луча» расположено значительно меньше деревьев по сравнению со вторым. При этом толщина деревьев значительно меньше. В отличие от третьей трансекты, вдоль первой намного меньше стволов поваленных деревьев, но при этом степень их разложения больше – они легко разрушаются при механическом воздействии.

Микрорельеф трансекты 2 сформирован в основном под влиянием древесных корней (рис. 10, Б), которые оказались на поверхности почвы после значительной усадки и минерализации торфа в ходе осушительной мелиорации участка. Формирование микрорельефа вдоль трансекты 3 обусловлено в большей степени поваленными стволами крупных деревьев (рис. 10, В) и корнями еще живых сосен и елей. Микрорельеф первой трансекты образован всеми перечисленными ранее формами.

Обращает внимание, что кочки, образованные мхами, участвуют в формировании микрорельефа на всех лучах, как и гнилые пни. Основными видами растений, которые слагают кочки в пределах исследуемого участка являются *Sphagnum*, *Pleurozium schreberi*, *Oxalis acetosella*. Вероятно, их формирование происходит на поваленных стволах деревьев, которые сильно разложились со временем, так как под растениями можно заметить остатки коры и древесины. Об этом говорит и расположение объектов: кочки чаще всего расположены близ гнилых пней.



А)



Б)



В)



Г)

Рисунок 10. Фотографии, отражающие современный микрорельеф территории:
А – разложившийся пень, образующий кочку, Б – корни дерева над поверхностью почвы,
В – валеж, покрытый мхом, Г – межстволовые понижения и пристволовые повышения

Анализ графика, описывающего характер подстилания торфяной толщи, показал, что глубина залегания минеральных горизонтов по всем трем направлениям примерно одинакова, что свидетельствует об отсутствии заметного уклона минеральной толщи.

Графики подстилания имеют более плавные пики и отсутствие резких скачков в отличие от микрорельефа. Наименьшее колебание глубины наблюдается вдоль трансекты 2, где кривая подстилания почти приближается к прямой. Подобная ситуация и вдоль трансекты 3 – график имеет малые колебания. Наиболее выраженными отклонениями от прямой характеризуется поверхность минерального горизонта трансекты 1.

Отчетливой закономерности между сформированным микрорельефом торфяной толщи почв и характером подстилания минеральной толщи не прослеживается. Микрорельеф поверхности коррелирует с особенностями развития фитоценоза территории.

Как упоминалось ранее, на основе проведенной съемки микрорельефа были заложены по три разреза вдоль каждой трансекты: в высоких, средних и низких позициях. Данные разрезы отмечены на рисунках 4, 6, 8 светло-серым цветом.

3.2. Морфогенетический анализ профиля

Морфологический анализ проводили как в природных условиях, так и на отобранных по горизонтам воздушно-сухих образцах. Почвы были отнесены к торфяно-олиготрофным остаточно-эутрофным по классификации почв России 2004 г. (Классификация..., 2004). Полевые описания профилей представлены в приложениях Б1-Б3, В1-В3, Г1-Г3. Степень минерализации торфа, дифференциации профиля и глубину прокраски агрегатов минеральных горизонтов G определяли на воздушно-сухих образцах, фотографии которых представлены в приложении Д.

Во время полевого описания было отмечено, что в некоторых разрезах ощущался запах сероводорода, что говорит о наличии серобактерий, живущих в бескислородной среде (Емцев, 2005), то есть в почвах преобладают анаэробные условия. С этим связана низкая выживаемость елей на исследуемом участке – для них существующий уровень насыщенности кислородом почв является критическим.

Из описания почв и растительного покрова выявлены некоторые характерные особенности. Разрезы, занимающие высокое положение по рельефу, обладают более сухим почвенным профилем (разрез 1.3). Напочвенный покров представлен в основном кислицей, в некоторых местах с сочетанием кукушкина льна и сфагнома (разрез 2.2 и 3.1). На примыкающих территориях повышенных участков более развит древостой с участием не только сосны, но и елей, берез, соответственно такие участки обладают большей сомкнутостью (фотографии в приложениях Б3 и В2).

Для разрезов в низких положениях по рельефу характерны сильно насыщенные влагой почвенные профили (разрезы 2.1 и 3.3). Индикатором таких участков является мох сфагнум, плотно покрывающий всю поверхность почвы (разрезы 1.2 и 3.3). На менее дренированных участках практически отсутствует ель в зрелом древостое, однако она обильно встречается в подросте. Важно отметить, что даже молодые ели выглядят вялыми, а их верхушки сухими.

Разрезы на средних позициях рельефа объединяют в себе ранее перечисленные признаки. В некоторых местах, например, на территории разреза 2.3 (фото в приложении Б3) отсутствует травянистая растительность. Особенность такого участка – сильно выступающие корни деревьев над поверхностью почвы (по нашим измерениям максимальная высота составляла 25 см). Встречаются и участки с повышенной влажностью (разрез 3.2), вследствие чего появляется сфагнум в растительном покрове.

Как показал сравнительный анализ, мощность торфа не зависит от положения разреза в микрорельефе. Мы можем наблюдать малую мощность как на высоких, так и в

низких позициях, например, разрезы 3.1 и 3.3, имеющие толщину торфяного слоя 33 и 36 см соответственно. Самая большая мощность торфа (67 см) наблюдалась в средней позиции рельефа в разрезе 2.3. В среднем мощность торфа на исследуемом участке имеет толщину около 45-47 см.

Глубина прокраски контактного минерального горизонта органическим веществом зависит от мощности торфа и его минерализации. Оба фактора имеют равную степень влияния, то есть самая сильная прокраска будет наблюдаться там, где они действуют совокупно. Например, в разрезе 2.3 торф достаточно высокой минерализации и имеет мощность 67 см, что вызывает распространение органического вещества на глубину 7 см и полную прокраску агрегатов, в том числе их внутриведной массы. Такая окраска наблюдается и в разрезе 1.3, где она обеспечена средней мощностью горизонтов Т (48 см) и их высокой минерализацией.

Обращает внимание, что действие факторов по-отдельности дает меньший эффект. В разрезе 3.3 торфяная толща 50 см, что выше среднего, но минерализация материала слабая (встречается много светлых остатков коры и древесины, плохо разложившихся веточек). Поэтому горизонт Gh₁ очень слабо прокрашен и внутриведная масса агрегатов светлее, чем их поверхность. Ровно, как и малая мощность торфяных горизонтов с высокой степенью минерализации торфа не дает сильной прокраски. Такое явление наблюдается в разрезе 3.1.

По степени окраски контактной зоны минерального горизонта мы выделили группы: со слабой, средней и сильной окраской (табл. 1). Распределение выполняли на основе данных о мощности торфяной толщи и степени ее минерализации.

Таблица 1. Выделенные группы по степени прокраски контактного горизонта Gh₁

Мощность торфа, см	Степень минерализации	Разрез	Группа
50	Низкая	2.1	1 Слабая прокраска
36	Низкая	3.3	
41	Средняя	1.2	2 Средняя прокраска
53	Средняя	1.1	
44	Средняя	2.2	
33	Высокая	3.1	
40	Средняя	3.2	
48	Высокая	1.3	3 Сильная прокраска
67	Достаточно высокая	2.3	

Примечательно, что слабая прокраска минеральных горизонтов органическим веществом наблюдается в разрезах, расположенных ниже по микрорельефу, а более сильная

– в средних и высоких положениях. Это позволяет предполагать, что степень минерализации и прокраски контактных горизонтов зависит от распределения почвенной влаги по микрорельефу.

3.3. Физико-химическая характеристика почв

Для более подробной физико-химической характеристики были выбраны представительные разрезы из каждой группы. Полученные данные анализов образцов приведены в таблицах 2-3.

Таблица 2. Полученные химические характеристики почвенных профилей

Разрез	Горизонт	рН _{Н2О} ³	рН _{КCl} ⁴	С ⁵ , %	Нг ⁶	ЕКО ⁷	Са ²⁺	Mg ²⁺	Σ (Са ²⁺ , Mg ²⁺)	Р ⁸	К ⁹
1.1	О	4,30	3,14	91,44*	-	-	-	-	-	148,7	478,1
	T1	4,07	2,92	89,43*	-	-	-	-	-	70,4	350,2
	T2	4,40	3,23	85,54*	-	-	-	-	-	78,7	176,2
	T3	4,48	3,39	90,37*	-	-	-	-	-	88,2	86,6
	Ghi	5,00	3,61	5,23	10,7	28,5	7,2	4,3	11,6	-	-
1.3	О	4,44	3,17	96,26*	-	-	-	-	-	261,5	302,5
	T1	4,38	3,18	92,27*	-	-	-	-	-	76,3	176,2
	T2	4,74	3,42	87,19*	-	-	-	-	-	75,1	70,8
	Ghi	4,99	3,56	6,08	11,1	27,3	6,4	4,3	10,7	-	-
2.1	О	4,32	3,57	90,15*	-	-	-	-	-	311,4	379,4
	T1	4,16	3,27	88,58*	-	-	-	-	-	130,9	218,4
	T2	4,62	3,36	92,76*	-	-	-	-	-	68,0	65,5
	Ghi	5,37	3,81	2,21	5,4	23,2	6,1	2,8	8,9	-	-

*указаны значения потерь при прокаливании

Для всех образцов характерны низкие значения рН, что является типичным для почв таежной зоны, сформированных на кислых почвообразующих породах. Кислая реакция среды связана с растительностью: на исследуемом участке в основном произрастают сосны,

³ рН_{Н2О} – рН водной суспензии;

⁴ рН_{КCl} – рН солевой вытяжки;

⁵ С – углерод органических соединений;

⁶ Нг – гидролитическая кислотность;

⁷ ЕКО – емкость катионного обмена;

⁸ Р – подвижный фосфор;

⁹ К – подвижный калий.

опад которых имеет кислую природу, а напочвенный покров слагают зеленые мхи, лишайники и кислица.

Заметим, что рН постепенно увеличивается к низу профиля, то есть менее кислыми являются почвообразующие породы – ленточные глины (Зайдельман, 2014; Матинян, 2003). Во всех разрезах торфяные горизонты имеют кислую реакцию среды, а подстилка имеет большее значение рН, чем нижележащие торфяные горизонты, поскольку накапливает нейтрализующие биофильные элементы.

Емкость катионного обмена минеральных горизонтов, отражающая общее количество вытесненных из почвы катионов, достаточно высока за счет тяжелого гранулометрического состава. Во всех анализируемых горизонтах преобладает обменный кальций. При этом, особенностью его распределения является более высокое содержание в высших позициях по микрорельефу поверхности почв, и меньшее – в низших. Обменный магний имеет более сильные колебания: в низких точках его содержание уменьшается в двое, по сравнению с высокими.

Потери при прокаливании (ППП) – важный показатель, характеризующий степень минерализации торфа и отражающий степень дифференциации торфяной толщи. Горизонты Т, представляющие собой разложившиеся растительные остатки, имеют особенно высокие значения ППП. Их плавное распределение в разрезе 1.3 говорит о равномерном процессе минерализации, возрастающим книзу. В разрезе 1.1 наблюдается сходное распределение ППП, но к горизонту Т3 вновь происходит увеличение содержания растительных остатков. В разрезе 2.1 наблюдается дифференцированный почвенный профиль, где торфяные горизонты имеют разную степень разложения. Верхний горизонт Т1 сильнее минерализован, чем нижележащий горизонт Т2.

Наблюдается высокое содержание углерода в контактных горизонтах Gh_i, достигающее порядка 5-6%. Такое количество обусловлено сильной прокраской потечным гумусом (Апарин и др., 2016). Примечательно, что наше распределение разрезов на группы по степени прокраски верхних частей минеральных горизонтов подтвердилось: чем сильнее прокраска, тем выше содержание гумуса. В слабо прокрашенном горизонте Gh_i разреза 2.1 содержание углерода меньше в 2,5-3 раза, чем в разрезах 1.1 и 1.3, отнесенных нами в группу средне и высоко гумусированных образцов.

Содержания подвижных калия и фосфора в верхних горизонтах велики, а вниз по профилю наблюдается их постепенное уменьшение. Это связано с биологическим фактором: в верхних горизонтах имеется ежегодный привнос за счет отмирающих корней растений. В целом, обеспеченность исследуемых почв фосфором и калием изменяется с высокой (горизонты О) до средней (горизонты Т2).

Таблица 3. Гранулометрический состав образцов минерального горизонта

Разрез	Горизонт	Фракции					
		Физический песок			Физическая глина		
		>0,25 мм	0,25-0,05 мм	0,05-0,01 мм	0,01-0,005 мм	0,005-0,001 мм	<0,001 мм
1.1	Ghi	3,73±0,66	42,45±1,98	29,02±1,07	10,22±0,95	11,72±1,02	2,87±0,22
2.1	Ghi	1,23±0,34	37,65±1,45	30,56±1,26	12,66±0,83	15,25±1,39	2,66±0,78
1.3	Ghi	6,74±1,07	45,23±1,34	29,52±1,34	7,52±1,21	8,69±0,87	2,30±0,28

Гранулометрический состав определяли в верхних минеральных горизонтах, прокрашенных органическим веществом. В поле гранулометрический состав горизонтов был определен, как тяжелосуглинистый. По результатам лазерной дифрактометрии в образцах содержание физического песка больше, чем физической глины. Преобладающими являются фракции крупной пыли (0,05-0,01 мм) и мелкого песка (0,25-0,05 мм).

Вероятно, мы получили не достоверные результаты оптическим методом лазерной дифрактометрии. Одной из причин может являться попадание в образец частиц растительного происхождения, которые имеют достаточно большой размер. Второй причиной может быть недостаточная или неправильная пробоподготовка. Поскольку образцы сильно пропитаны органическим веществом, которое может склеивать и коагулировать почвенные частицы, проведенная обработка образцов пирофосфатом натрия могла быть недостаточной, вследствие чего мы получили завышенные показатели фракции физического песка.

По данным почвенно-экологического мониторинга полигона № 4 горизонт Ghi, по классификации почв по гранулометрическому составу Н. А. Качинского, относится к легкой глине (табл. 4).

Таблица 4. Гранулометрический состав горизонта Ghi (Полигоны..., 2022)

Горизонт	Фракции					
	Физический песок			Физическая глина		
	>0,25 мм	0,25-0,05 мм	0,05-0,01 мм	0,01-0,005 мм	0,005-0,001 мм	<0,001 мм
Ghi	3	14	28	17	32	6

Определение гранулометрического состава проводилось на примере разреза № 4.2, описание которого представлено в следующей главе.

Глава 4. Изменение почв в результате осушительной мелиорации

Для исследования временной изменчивости почв использовался сравнительно-исторический метод, позволяющий проследить стадии формирования объекта изучения и скорость его изменения. Как уже упоминалось, опорной точкой для нашего исследования был разрез № 4, заложенный А. А. Роде в 1929 г. в ходе обширного исследования почв Лисинского учебно-опытного лесничества.

Вскоре после этого, в 1930 г. территория стала объектом посещения участниками II Международного конгресса почвоведов, где рассматривались вопросы происхождения и развития лесных почв, формирующихся под таежной растительностью, на территориях, подверженных осушительной мелиорации. Полученные материалы Роде опубликовал в своих работах^{10,11}, куда вошли подробные описания растительных сообществ, рельефа и почвенных разрезов. Ниже приведено описание разреза № 4 (Роде, 1930).

Разрез № 4

Местоположение: юго-западный угол квартала 115, в 30 м от границы с кварталами 121 и 114.

Растительность: двухъярусный древостой: в первом ярусе сосна (*Pinus sylvestris*) 9/10 и ель (*Picea abies*) 1/10, возраст 70–75 лет. Второй ярус: ель, возрастом до 50 лет. Сосны высотой 25–28 м, ели преимущественно 10–15 м.

Подлесок: *Rhamnus frartgula*, *Sorbus aucuparia*.

Травяное покрытие: *Polystichum spinulosum*, *Vactinium vitis idaea*, *Deschampsia flexuosa*, *Lycopodium selago*, *Solidago virga aurea*, *Trientalis europaea*, *Athyrium Filix feminae*, *Lysimachia thyrsoiflora*.

Моховое покрытие сплошное: *Pleurozium Schreberi*, *Dicranum undulatum*, *Polytrichum commune*, *Hylocomium proliferum*.

Остатки болотной флоры: *Eriophorum vaginatum*, *Calamagrostis lanceolata*, *Carex lasiocarpa*.

Микрорельеф: ровное место.

Полевое название почвы: торфяно-глеевая почва на ленточных глинах.

Описание:

¹⁰ Роде А. А., Экскурсия в Лисинское учебно-опытное лесничество Ленинградской технической академии лесного хозяйства, II Международный Почвенный Конгресс, 1930.

¹¹ Роде А. А., Материалы к изучению почвенного покрова Лисинского учебного леспромхоза. Природа и хозяйство учебных леспромхозов ЛТА, 1931.

A₀ (0 - 6 (8) см): подстилка рыхлая, волокнистая.

A₁ (6 (8) - 56 см): торф довольно плотный, землистый. Верхняя часть при высыхании заметно волокнистая, легко раздавливается и рассыпается, черновато-бурого цвета. Нижняя часть сильно разложилась и при высыхании дает жесткие, очень прочные, трещиноватые куски, сильно уменьшающиеся в объеме, серо-шоколадного цвета.

A₂ (56 - 60 см): темно-серый, с коричневым оттенком (в свежем состоянии оливково-шоколадный), быстро светлеющий книзу, глинистый, во влажном состоянии мажется, в сухом – ссохся в очень прочный и плотный комок. В нижеследующий горизонт переходит быстро, без резкой границы.

G₁ (60 - 100 см): серый со слабым зеленоватым оттенком (в свежем состоянии светло-оливковый с серым оттенком), глинистый, на стенке разреза разбросаны ржавые примазки и пятна, приуроченные к корневым ходам, сверху редкие, с 88 см делающиеся настолько обильными, что разрез становится пестрым, с преобладанием ржавых оттенков. Имеет тенденцию к горизонтальной слоистости, более отчетливую вверху и слабеющую к низу.

G₂ (100 - 155 см): серый с зеленоватым оттенком (в свежем состоянии светло-голубой), однородный по окраске, с очень редкими ржавыми ходами и пятнами. До 110 см глинистый, а ниже – песчано-глинистый с включениями гальки. Вероятно, на 110 см находится контакт ленточной глины с моренной толщей.

Как видим из полевого описания, А. А. Роде назвал почву торфяно-глеевой на ленточных глинах и выделил 5 генетических горизонтов: подстилку, торфяной, контактный минеральный и два глеевых горизонта, переходящих в почвообразующую породу. Примечательно, что в описании растительного сообщества были упомянуты остатки болотной флоры (Пушица влагалищная, Вейник седеющий и Осока волосистоплодная), а микрорельеф описан как «ровное место».

В своих трудах автор пришел к выводам, что для почв рассматриваемого лесничества характерным процессом почвообразования является подзолообразование, на который накладывается процесс заболачивания. При этом грунтовые воды не влияют на процесс почвообразования, в силу их достаточно глубокого залегания, что позволяет говорить о заболачивании территории под воздействием только атмосферных вод. Подземная вода, достигая минерального горизонта (водоупора), скапливается, создавая явление верховодки (Апарин и др., 2016; Роде, 1931).

Следующим крупным этапом исследования, который можно считать началом современного почвенно-экологического мониторинга, является работа по характеристике почв Лисинского учебно-опытного лесничества и по проведению полевых изысканий, в

результате которых были составлены топографическая карта (рис. 2) и почвенная карта полигона (рис. 11). Исследования были проведены в 2004 и 2012 гг. сотрудниками СПбГУ, ЦМП им. В.В. Докучаева. На месте опорного разреза в 2012 г. был заложен новый, описание которого приведено ниже (разрез № 4.2).

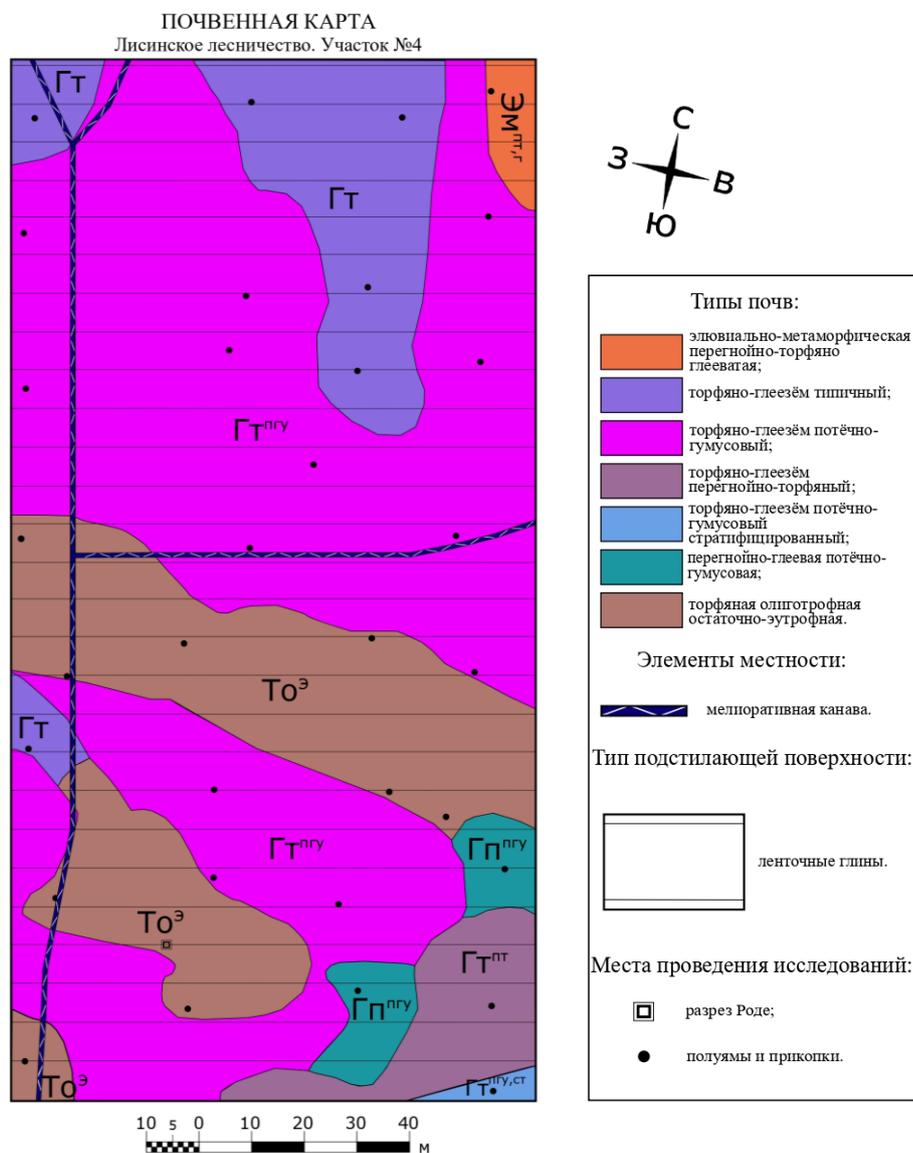


Рисунок 11. Почвенная карта полигона № 4 (Полигоны..., 2022)

Разрез № 4.2

Местоположение: юго-западный угол квартала 115, заложен в пределах ареала торфяно-олиготрофных остаточно-эутрофных почв.

Растительность: двухъярусный древостой: в первом ярусе сосна (*Pinus sylvestris*), во втором ярусе ель (*Picea abies*). Высота преобладающей породы порядка 27 м, возраст: более 150 лет.

Подрост: состав 10Е, высота до 4 м.

Подлесок: *Rhamnus frartgula*, *Sorbus aucuparia*.

Травяное покрытие: *Paris quadrifolia*, *Convallaria majalis*, *Maianthemum bifolium*, *Oxalis acetosella*, *Rubus idaeus*, *Stellaria media*.

Моховое покрытие сплошное: *Pleurozium Schreberi*, *Dicranum undulatum*, *Polytrichum commune*, *Hylocomium proliferum*.

Представители болотной флоры: *Sphagnum*.

Микрорельеф: ярко выраженный микрорельеф, образованный приствольными повышениями, межстволовыми понижениями, кочками и поваленными деревьями.

Полевое название почвы: торфяно-глеезем потечно-гумусовый на ленточных глинах.

Описание:

O (0 - 1 см): светло-бурый, влажный (свежий сверху), состоит из: иголочек, веточек, травинок, остатков листовых пластинок, грибниц.

T₁ (1 - 12 см): бурый (цвет между 10YR8/4 и 10YR7/4, а также 10YR3/3), мокрый, слабо разложившийся сфагнум. Встречаются веточки, кора, корешки. Переход постепенный по цвету и степени разложенности.

T₂ (12 - 25 см): темно-бурый (10YR3/2), мокрый, растительные остатки средней степени разложенности. Встречаются веточки, кора, корешки. Переход заметный по цвету.

T₃ (25 - 45 см): бурый (цвет между 10YR3/2 и 10YR3/3), сырой, сильно разложившийся, уплотнен. Переход четкий по цвету, граница ровная.

G_{hi} (45 - 51 см): сизо-бурый, сверху темно-серый, влажный, прокрашен гумусом, глинистый, бесструктурный, плотный, встречаются остатки корней, потеки гумуса. Переход заметный по цвету.

G (51 - 76 см): сизый, влажный, глинистый, бесструктурный, плотный, железистые пятна, наблюдается тенденция к слоистой делимости (вода сочится с глубины 55 см).

Выявили, что со временем под влиянием осушения и увеличения дренированности территории почвенный профиль (разрез 4.2) претерпел значительные изменения. Возросла степень минерализации торфа, увеличилась дифференциация профиля: торф просматривается не общей толщей, а несколькими горизонтами с разной степенью разложения. Под воздействием потоков влаги и вымывания органического вещества, сформировался горизонт G_{hi}, прокрашенный потечным гумусом (Апарин и др., 2016).

Сравнивая описания разрезов 4 (1929 г.) и 4.2 (2012 г.), видим, что мощность торфяной залежи с 56 см уменьшилась до 45 см, что связано с усадкой и, вероятно, с минерализацией торфа под влиянием осушения. С постепенной сменой водного режима появились новые виды растений, такие как вороний глаз, кислица, звездчатка. Также в напочвенном покрове обильно начал появляться мох сфагнум.

Особенно важным различием является описание микрорельефа. В 1929 г. он был описан как «ровное место» (Роде, 1930), а в настоящее время характеризуется сильным варьированием. Микрорельеф выражен в виде кочек, перегнивших пней, поваленных деревьев, понижений, образовавшихся на местах их вывала, а также корней растущих деревьев, выходящих на поверхность почвы.

Сравнение данных исследований разных периодов позволяет понять нам путь формирования и дальнейшего развития территории. Первоначально созданная дренажная система, позволила вырастить на месте осушенного болота лес высокого класса бонитета (Алексеев, 2007), при этом эффект осушения был виден долгие годы, как показывают многие исследования (Орлов, 1931; Роде, 1931). Со временем произошло засорение дренажных каналов из-за отсутствия ухода за их состоянием, соответственно водный режим территории начал постепенно изменяться. Вследствие ухудшения дренированности почв появились признаки вторичного заболачивания территории. В первую очередь это отражается на растительности, условия роста которой напрямую зависят от проточности влаги в почве. Вследствие, происходит увеличение численности таких видов, как сфагнум, зеленые мхи, кукушкин лен и других, сигнализирующих о повышенной влажности участка. Смена условий отражается и на древесной растительности: некоторые деревья не могут выживать в условиях долгого застоя влаги, от чего обламываются и падают на поверхность почвы. Стволы и пни со временем претерпевают процессы разложения и слагают микрорельеф территории.

Заключение

В рамках данной работы мы провели исследование строения микрорельефа, сформировавшегося под влиянием длительного осушения. Выявили, что его развитие тесно связано с фитоценозом. Корреляции между сформировавшимся микрорельефом и характером подстилания торфа минеральной почвообразующей породой не наблюдается. Варьирование поверхности минеральной толщи небольшое и не имеет заметного уклона.

Было установлено, что существующий в современных условиях выраженный микрорельеф влияет на распределение потоков почвенной влаги. Это отражается на растительном покрове и свойствах почв. Морфологический анализ почвенных разрезов показал зависимость глубины и степени прокраски контактного минерального горизонта органическим веществом от минерализации торфа и его мощности. Подмечено, что горизонты G менее прокрашены в разрезах, заложенных в низких положениях рельефа, а более прокрашены – в средних и высоких.

Сравнительно-исторический метод позволил выявить изменения в растительном сообществе, которые произошли под влиянием смены водного режима территории. При сильной заболоченности наблюдались низкорослые и кривые деревья низкого бонитета. После создания дренажной системы уровень грунтовых вод был снижен и качество древостоя повысилось. Результат осушения сохранялся порядка 90 лет, но прекращение ухода за дренажными канавами вновь послужило ухудшению водного режима почв.

Современное состояние лесного участка осушенного болота свидетельствует о появлении признаков вторичного заболачивания и возвращении характерных для него видов растительности (сфагнома, зеленых мхов, кукушкина льна и др.). Об этом говорит возрастающее количество поваленных деревьев, кочек, поднятие влажности почвенных профилей, и вследствие, под влиянием перечисленных факторов, формирование ярко выраженного микрорельефа территории.

Благодарности

Автор искренне выражает благодарность за помощь в написании работы и ценные советы научному руководителю д. с.–х. н. Б. Ф. Апарину, за помощь и оказанную поддержку д.г.н. Е. Ю. Сухачевой, к.б.н. Е. В. Пятиной, м.н.с. ЦМП им. В. В. Докучаева М. К. Захаровой и с.н.с. Е. В. Мингареевой, за помощь в выполнении лабораторных работ к.б.н. доценту кафедры агрохимии К. Л. Якконену и старшему преподавателю кафедры физической географии и ландшафтного планирования А. Г. Рюмину.

Список литературы

1. Алексеев А. С., Бабилов Б. В., Соловьев В. А., Шурыгин С. Г., Влияние лесосушения на прирост древостоев // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии (вып. 179), 2007. – 14 с.
2. Апарин, Б. Ф., Бабилов Б. В., Касаткина Г. А., Сухачева Е. Ю., Лисинское лесничество как уникальный полигон почвенно-экологического мониторинга. // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева (вып. 83), 2016.– 140-158 с.
3. Бабилов Б. В., Болота в лесах России и их использование // ИВУЗ, Лесной журнал (вып. 6), 2014. – 9-19 с.
4. Бабилов Б. В., Шурыгин С. Г., Богданова Л. С., Рост сосновых древостоев на осушенных землях Ленинградской области. // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии (вып. 227), 2019. – 34-41 с.
5. Благовидов Н. Л., Бурков Г. Д., Почвы Лисинского учебно-опытного лесхоза. Объяснительная записка к почвенной карте лесхоза. – Ленинград, Кафедра почвоведения ЛТА, 1957. – 52 с.
6. Буданова Т. Е., Озмидов О. Р., Озмидов И. О., Современные методы изучения гранулометрического состава грунтов // Инженерные изыскания. – Москва, 2013, С. 66-73 с.
7. Емцев В. Т., Мишустин Е. Н., Микробиология: учебник для вузов. – М.: Дрофа (изд. 5), 2005. – 445 с.
8. Зайдельман Ф. Р., Механизм процесса глееобразования и его роль в формировании светлых кислых элювиальных горизонтов// Известия ТСХА (вып. 1), 2014. – 27-41 с.
9. Кравчинский Д. М. Из области научного лесоводства. // Сб. статей. – 1876-1915.- Петроград, 1916. – 215 с.
10. Крейер К. Г., Банкина Т. А., Орлова Н. Е., Юрьева Г. М., Практикум по агрохимическому анализу почв. – СПб., изд-во: С.-Петербургского ун-та (изд. 3), 2005. – 88 с.
11. Лисино. 200 лет служения лесам России / Под ред. Селиховкина А. В. – СПб.: СПбГЛТА, 2009. – 224 с.
12. Матинян Н. Н., Почвообразование на ленточных глинах озерно-ледниковых равнин Северо-Запада России. – изд-во СПбГУ, 2003 – 199 с.
13. Орлов П., Осушительные работы в Лисинском учебном леспромхозе. Природа и хозяйство учебных леспромхозов ЛТА, Государственное научно-техническое изд-во (сборник 3), 1931. – 209 с.

14. Полигоны почвенно-экологического мониторинга лесных экосистем таежной зоны / Апарин Б. Ф., Бабилов Б. В., Касаткина Г. А., Мингареева Е. В., Сухачева Е. Ю., Тетюхин С. В. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 140 с.
15. Путеводитель экскурсий второго съезда Общества почвоведов России. – СПб., 1996. – 132 с.
16. Растворова О. Г., Андреев Д. П., Гагарина Э. И., Касаткина Г. А., Федорова Н. Н., Химический анализ почв. – СПб., изд-во: С.-Петербургского ун-та, 1995. – 264 с.
17. Роде А. А., Материалы к изучению почвенного покрова Лисинского учебного леспромхоза. Природа и хозяйство учебных леспромхозов ЛТА, Государственное научно-техническое изд-во (сборник 3), 1931. – 102-103 с.
18. Роде А. А., Экскурсия в Лисинское учебно-опытное лесничество Ленинградской технической академии лесного хозяйства, II Международный Почвенный Конгресс, 1930. – 53 с.
19. Тюрин И. В., Бурсова А. И., Попов Л. В., Отчет о работе по комплексной теме «Биология леса» по разделу «Почвоведение». – Ленинград., изд-во: Мин. Высш. Обр. СССР, Лесотехническая Академия имени С.М. Кирова, 1948. – 59 с.
20. Классификация и диагностика почв России., Шишов Л. Л., Тонконогов В. Д. и др., – Смоленск: Ойкумена, 2004. – 342 с.

Электронные источники:

21. <https://soil-db.ru/soilatlas> (дата обращения 16.05.2022)

Приложение Приложение А

Таблица 5. Данные исследования микрорельефа, глубины подстилки и растительности по трансекте 1

Длина, м	Высота поверхности от троса, см	Глубина подстилки, см	Форма микрорельефа	Напочвенный покров	Примечания
0	54	117	Ствол <i>Pinus silvestris</i>	Ствол <i>Pinus silvestris</i> во мхе	
0,5	55		Пристволовое повышение	<i>Dryopteris filix-mas</i> , <i>Oxalis acetosella</i> , <i>Pleurozium schreberi</i> , <i>Pinus silvestris</i>	
1	57		Пристволовое повышение	<i>Dryopteris filix-mas</i> , <i>Oxalis acetosella</i> , <i>Pleurozium schreberi</i> , <i>Pinus silvestris</i>	
1,5	59	119,5	Межстволовое понижение	<i>Dryopteris filix-mas</i> , <i>Oxalis acetosella</i> , <i>Pleurozium schreberi</i> , лишайники на отпаде	
2	62,5		Пристволовое повышение	<i>Dryopteris filix-mas</i> , <i>Oxalis acetosella</i> , <i>Pleurozium schreberi</i>	
2,5	41,5		Корни <i>Pinus silvestris</i>	<i>Dryopteris filix-mas</i> , <i>Oxalis acetosella</i> , <i>Pleurozium schreberi</i> , <i>Pinus silvestris</i>	
3	58		Пристволовое повыш. <i>Picea abies</i>	<i>Dryopteris filix-mas</i> , <i>Oxalis acetosella</i> , <i>Pleurozium schreberi</i> , <i>Picea abies</i>	
3,5	68		Относит-но ровная поверхность	<i>Dryopteris filix-mas</i> , <i>Oxalis acetosella</i> , <i>Pleurozium schreberi</i>	
4	69,5		Относит-но ровная поверхность	<i>Dryopteris filix-mas</i> , <i>Oxalis acetosella</i> , <i>Pleurozium schreberi</i>	
4,5	69		Относит-но ровная поверхность	<i>Dryopteris filix-mas</i> , <i>Oxalis acetosella</i> , <i>Pleurozium schreberi</i> , <i>Sorbus aucuparia</i>	
5	67,5		Относит-но ровная поверхность	<i>Dryopteris filix-mas</i> , <i>Oxalis acetosella</i> , <i>Pleurozium schreberi</i> , <i>Sorbus aucuparia</i> , <i>Picea abies</i>	С 3,53 м лежит ствол дерева- 23 см от 0 уровня
5,5	67,5	120	Относит-но ровная поверхность	<i>Dryopteris filix-mas</i> , <i>Oxalis acetosella</i> , <i>Pleurozium schreberi</i> , <i>Sorbus aucuparia</i> , <i>Picea abies</i>	
6	65,5		Относит-но ровная поверхность	<i>Dryopteris filix-mas</i> , <i>Oxalis acetosella</i> , <i>Pleurozium schreberi</i> , <i>Sorbus aucuparia</i> , <i>Picea abies</i>	
6,5	64		Относит-но ровная поверхность	<i>Dryopteris filix-mas</i> , <i>Oxalis acetosella</i> , <i>Pleurozium schreberi</i>	
7	71		Корни <i>Pinus silvestris</i>	<i>Dryopteris filix-mas</i> , <i>Oxalis acetosella</i> , <i>Pleurozium schreberi</i> , <i>Pinus silvestris</i>	
7,5	64		Корни <i>Picea abies</i>	<i>Dryopteris filix-mas</i> , <i>Oxalis acetosella</i> , <i>Pleurozium schreberi</i> , <i>Picea abies</i>	
8	68,5		Понижение от корней	<i>Dryopteris filix-mas</i> , <i>Oxalis acetosella</i> , <i>Pleurozium schreberi</i>	На 8 м валеж (от 0 уровня 50 см)
8,5	66	116	Относит-но ровная поверхность	<i>Dryopteris filix-mas</i> , <i>Oxalis acetosella</i> , <i>Pleurozium schreberi</i> , <i>Rubus idaeus</i>	На 8,75 м валеж (от 0 уровня 93 см)
9	65,5		Относит-но ровная поверхность	<i>Dryopteris filix-mas</i> , <i>Oxalis acetosella</i> , <i>Pleurozium schreberi</i> , <i>Rubus idaeus</i>	На 9,82-9,98 м валеж (от 0 уровня 26 см)
9,5	66		Относит-но ровная поверхность	<i>Dryopteris filix-mas</i> , <i>Oxalis acetosella</i> , <i>Pleurozium schreberi</i>	
10	66		Относит-но ровная поверхность	<i>Dryopteris filix-mas</i> , <i>Oxalis acetosella</i> , <i>Pleurozium schreberi</i> , обилие <i>Rubus idaeus</i>	На 10,60-10,96 м валеж (от 0 уровня 39 см)
10,5	66		Относит-но ровная поверхность	<i>Dryopteris filix-mas</i> , <i>Oxalis acetosella</i> , <i>Pleurozium schreberi</i>	
11	65	116	Относит-но ровная поверхность	<i>Dryopteris filix-mas</i> , <i>Oxalis acetosella</i> , <i>Pleurozium schreberi</i>	
11,5	65		Кочка	<i>Dryopteris filix-mas</i> , <i>Oxalis acetosella</i> , <i>Pleurozium schreberi</i>	
12	59,5		Куст папоротника	<i>Dryopteris filix-mas</i> , <i>Oxalis acetosella</i> , <i>Pleurozium schreberi</i>	
12,5	62		Кочка из сгнившего растительного материала	<i>Dryopteris filix-mas</i> , <i>Oxalis acetosella</i> , <i>Pleurozium schreberi</i>	
13	45,5		Гнилой пень (оторфованная масса)	<i>Dryopteris filix-mas</i> , <i>Oxalis acetosella</i> , <i>Pleurozium schreberi</i>	
13,5	66	112	Относит-но ровная поверхность	<i>Sphagnum</i>	
14	66,5		Относит-но ровная поверхность	<i>Sphagnum</i>	
14,5	64		Куст папоротника	<i>Sphagnum</i>	
15	67,5		Относит-но ровная поверхность	<i>Sphagnum</i>	
15,5	68,5		Относит-но ровная поверхность	<i>Sphagnum</i>	
16	68		Относит-но ровная поверхность	<i>Sphagnum</i>	
16,5	67,5		Относит-но ровная поверхность	<i>Pleurozium schreberi</i>	<i>Sphagnum</i> отсутствует

17	68	110	Относит-но ровная поверхность	Pleurozium schreberi	
17,5	66,5		Относит-но ровная поверхность	Sphagnum	
18	63,5		Валеж, полуразложившийся во мхе	Sphagnum	Из всех мест- здесь самый крупный мох
18,5	64	110	Повышение	Sphagnum	
19	62		Корень живого дерева	Sphagnum	
19,5	66		Относит-но ровная поверхность	Sphagnum	
20	68,5		Относит-но ровная поверхность	Sphagnum	
20,5	69,5		Относит-но ровная поверхность	Sphagnum	
21	63		Повышение	Sphagnum	
21,5	61,5	116	Кочка, покрытая мхами	Sphagnum, осока, Dryopteris filix-mas	
22	70		Понижение м/у корнями дерева	Осока	Мха нет
22,5	62		Кочка (с травяной раститель-тью, папоротником)	Осока	
23	65		Пристволовое повышение	Осока	
23,5	65		Пристволовое повышение	Осока	
24	61		Повышение у корней	Dryopteris filix-mas, Pleurozium schreberi, Picea abies	
24,5	47		Пристволовое повышение	Dryopteris filix-mas, Pleurozium schreberi, Picea abies	
25	50	110	Приствольная часть	Dryopteris filix-mas, Pleurozium schreberi, Picea abies	
25,5	59,5		Пристволовое понижение	Dryopteris filix-mas, Pleurozium schreberi, Picea abies	

Таблица 6. Данные исследования микрорельефа, глубины подстилки и растительности по трансекте 2

Длина, м	Высота поверхности от троса, см	Глубина подстилки, см	Форма микрорельефа	Напочвенный покров	Примечания
0	57		небольшая кочка	Vaccinium myrtillus, Dryopteris filix-mas, Picea abies	
0,5	56		Относительно ровная поверх-ть	Sphagnum, Pinus silvestris	
1	55	113	Относительно ровная поверх-ть	Sphagnum, Pinus silvestris	
1,5	55,5		ровный участок	Sphagnum, Pinus silvestris	
2	52		повышение у пня	Sphagnum, Pinus silvestris	
2,5	46,5		повышение у пня	Sphagnum, Pinus silvestris	
3	44,5		Пень	Sphagnum, Pinus silvestris	
3,5	49,5		Повышение у пня	Pleurozium schreberi, осока	
4	60		Пень трухлявый, разложившийся	Pleurozium schreberi, осока	
4,5	65		трухлявый пень	Pleurozium schreberi, осока	
5	65	116	Кочки из мха	Pleurozium schreberi, осока	
5,5	63		Кочки из мха	Pleurozium schreberi, осока	
6	65,5		Кочки из мха	Sphagnum	
6,5	57		Кочки из мха	Sphagnum	На 6,90-7,10 м валеж
7	65		Валеж, покрыт мхами (до него 45 см)	Sphagnum, Oxalis acetosella, зеленый мох1	
7,5	66,5		ровный участок	Зеленый мох2	Появление другого мха
8	63,5		куст папоротника	Зеленый мох2	
8,5	68,5		межствольное понижение	Зеленый мох2	
9	65		повышение прикорневое	Зеленый мох2	
9,5	51		Живое дерево, корни которого покрыты мхом (точка попала на ствол)	Зеленый мох3	Появление другого мха
10	60	117	корень ели	Pleurozium schreberi, Dryopteris filix-mas, Athyrium filix-femina	
10,5	65,5		понижение от корня	Pleurozium schreberi, Dryopteris filix-mas, Athyrium filix-femina	
11	56		приствольное повышение	Pleurozium schreberi, Dryopteris filix-mas, Athyrium filix-femina	
11,5	48,5		приствольное повышение	Dryopteris filix-mas, Athyrium filix-femina	
12	49,5		Корни ели, выпирающие над поверхностью почвы (до них 37 см)	Dryopteris filix-mas, Athyrium filix-femina	
12,5	51		кочка (12,60-13,37)	Кукушкин лен	Смена мха
13	59,5	123	понижение межствольное	Кукушкин лен	
13,5	58		повышение у корней ели	Зеленый мох3	
14	48		повышение у корней ели	Pleurozium schreberi	
14,5	43		повышение у корней ели	Pleurozium schreberi, Oxalis acetosella	
15	54,5		понижение у корней	Pleurozium schreberi, Oxalis acetosella	Обилие кислоты
15,5	59		Относительно ровная поверх-ть	Pleurozium schreberi, Oxalis acetosella	
16	64		Кочки из мха и осоки	Зеленый мох2, осока	
16,5	65,5		Кочки из мха и осоки	Зеленый мох2, осока	
17	26	120	пень	Зеленый мох2, осока, Oxalis acetosella	
17,5	43		пень	Зеленый мох2, осока, Oxalis acetosella	
18	65		Кочки из осоки	Осока	
18,5	58,5		приствольное повышение	Осока	
19	64		Кочки из осоки	Pleurozium schreberi, осока	
19,5	68,5		Кочки из осоки	Pleurozium schreberi, осока	
20	62		приствольное повышение	Pleurozium schreberi, осока	
20,5	54		приствольное повышение в форме кочки	Pleurozium schreberi	Отсутствии осоки
21	55		повышение у корней	Pleurozium schreberi, Picea abies	

21,5	49	122	кочка с валежом	Pleurozium schreberi, Picea abies	
22	66		ровный участок	Pleurozium schreberi, Picea abies	
22,5	58		гнилой валеж	Picea abies, Vaccinium myrtillus	Присутствие черники
23	51,5		пристовальное повышение (ель)	Picea abies, Pleurozium schreberi	
23,5	56		пристовальное повышение (сосна)	Pinus silvestris, Pleurozium schreberi	
24	68	127	Понижение от корней	Pinus silvestris, Pleurozium schreberi	
24,5	51		кочка из гнилых корней	Pinus silvestris, Dryopteris filix-mas, Athyrium filix-femina	Кочка на 24,30-24,80 м
25	62		пристовальное повышение	Pinus silvestris, Dryopteris filix-mas, Athyrium filix-femina	
25,5	52	129	пристовальное повышение и куст папоротника	Pinus silvestris, Dryopteris filix-mas	

Таблица 7. Данные исследования микрорельефа, глубины подстилки и растительности по трансекте 3

Длина, м	Высота поверхности от троса, см	Глубина подстилки, см	Форма микрорельефа	Напочвенный покров	Примечания
0	52		пристовальное повышение	Pleurozium schreberi, Dryopteris filix-mas, Athyrium filix-femina, Sphagnum	
0,5	58		Понижение у корней	Pleurozium schreberi, Dryopteris filix-mas, Athyrium filix-femina, Sphagnum	
1	50	110	Корни у тня	Pleurozium schreberi, Dryopteris filix-mas, Athyrium filix-femina, Sphagnum	
1,5	47,5		повышение у корней	Pleurozium schreberi, Athyrium filix-femina, Sphagnum	
2	51,5		Относительно ровная поверх-ть	Pleurozium schreberi, Athyrium filix-femina, Sphagnum	
2,5	51		валеж (до него 66 см)	Pleurozium schreberi, Athyrium filix-femina, Sphagnum	
3	49,5		Относительно ровная поверх-ть	Pleurozium schreberi, Athyrium filix-femina, Sphagnum	
3,5	49		Относительно ровная поверх-ть	Pleurozium schreberi, Athyrium filix-femina	
4	55,5		Понижение от лежащего ствола	Pleurozium schreberi, Athyrium filix-femina	
4,5	54		гнилой валеж	Pleurozium schreberi, Athyrium filix-femina	
5	65,5	110	Понижение между двумя поваленными стволами	Pleurozium schreberi, Athyrium filix-femina	
5,5	56	105	Валеж разложившийся (до него 81,5 см)	Pleurozium schreberi, Athyrium filix-femina	
6	62,5		Относительно ровная поверх-ть	Pleurozium schreberi, Athyrium filix-femina, Sphagnum	появление мха
6,5	63		Относительно ровная поверх-ть	мох2, Athyrium filix-femina, Sphagnum	
7	57		Валеж	мох2, Athyrium filix-femina, Sphagnum	
7,5	71		понижение	мох2, Athyrium filix-femina, Sphagnum	
8	55		Относительно ровная поверх-ть	Sorbus aucuparia, Зеленый мох2, Athyrium filix-femina, Sphagnum	
8,5	53		Относительно ровная поверх-ть с ветками	Sorbus aucuparia, Rubus idaeus	
9	58		Относительно ровная поверх-ть	Sorbus aucuparia, Rubus idaeus	
9,5	61		старый, поросший мхом валеж (до него 35 см)	Sorbus aucuparia, Rubus idaeus	
10	65	102	старый, поросший мхом валеж (до него 35 см)	Sphagnum	
10,5	65		старый, поросший мхом валеж	Sphagnum, Pleurozium schreberi	
11	48		старый, поросший мхом валеж	Sphagnum, Pleurozium schreberi, Betula sp.	
11,5	22		пень гнилой, покрытый мхом	Sphagnum, Pleurozium schreberi, Betula sp.	
12	63		Относительно ровная поверх-ть	Sphagnum, Pleurozium schreberi, Betula sp.	
12,5	65		Относительно ровная поверх-ть	Sphagnum, Pleurozium schreberi, Betula sp.	
13	57		корень ели	Picea abies, Зеленый мох3	
13,5	61,5		понижение между корней	Picea abies, Зеленый мох3	
14	56		пристовальное повышение (корни)	Picea abies, Зеленый мох3, Sphagnum	
14,5	57	107	пристовальное повышение	Picea abies	Отсутствие мха, опад
15	48		пристовальное повышение	Picea abies	
15,5	41		пристовальное повышение	Picea abies	
16	46		Относительно ровная поверх-ть	Vaccinium myrtillus, Зеленый мох3	
16,5	50		повышение	Vaccinium myrtillus, Зеленый мох3	
17	55		понижение между корней	Vaccinium myrtillus, Зеленый мох3	
17,5	49		корень дерева	Vaccinium myrtillus, Зеленый мох3	
18	57		Кочки осоки	Осока	
18,5	50		повышение у корней	Осока	
19	82	104	понижение между корней	Picea abies, Sphagnum, Осока	
19,5	65		ровный участок	Sphagnum, Осока	
20	63,5		ровный участок	Sphagnum, Осока	
20,5	63,5		ровный участок	Sphagnum, Осока	
21	49		корни сосны	Sphagnum, Осока	
21,5	47,5		пристовальное повышение	осока	Отсутствие мха
22	55		пристовальное повышение	осока	
22,5	51		пристовальное повышение	Осока, Зеленый мох3, кукушкин лен	Смена вида мха
23	56		гнилой валеж	Зеленый мох3, Кукушкин лен	Отсутствие злаков
23,5	56		гнилой валеж	Зеленый мох3, Кукушкин лен	
24	63	102	межстовальное понижение	Осока, Зеленый мох3, кукушкин лен	Появление злаков
24,5	41		пристовальное повышение	Осока, Зеленый мох3, кукушкин лен	

Приложение Б1

Описание разреза 1.1

Юго-западный угол квартала 115, среднее положение в рельефе в пределах трансекты № 1.

В радиусе 5 м: сосна обхватом 169 см, 11 елей в подросте.

Общий вид и сомкнутость:



Описание профиля:

Профиль	Горизонт, глубина	Описание
	О 0-2 см	Свежий, бурого – светло-бурого цвета, рыхлый. Состоит из зелёного мха и неразложенного или плохо разложенного материала: хвои, коры, палочек. Переход в следующий горизонт ясный, граница слабоволнистая.
	T1 2-12 см	Сухой, бурый, уплотненный за счет корней (нож входит на 2 см), непрочный, крупнокомковатый и порошистый, содержит много корней до 0,5 см в диаметре. Переход ясный, граница слабоволнистая.
	T2 12-43 см	Сырой, к низу становится мокрее, темно-бурый, уплотненный, крупнокомковато-призматический, 6 местами мелкозернистый, много тонких корней и несколько крупных древесных. Состоит из материала высокой степени разложенности. Переход постепенный.
	T3	Сырой, буро-черный с черными и ржавыми пятнами, состоит из материала высокой степени

	43-53 см	разложениости, крупнокомковато-призматический (агрегаты крупнее вышележащего), при разломе темный, при отсутствии неразложенинных фрагментов, менее плотный, содержит фрагменты плохо разложенинных палочек, переход резкий, граница слабоволнистая.
	Ghi 53-62+ см	Влажный, серовато-сизый с редкими ржавыми пятнами, покрашен орг. веществом, крупнопризматический до глыбистого, при разломе внутренняя часть светлее, уплотненный. Ниже 60 см залегает горизонт G.

Полевое название почвы: торфяно-глеезем потечно-гумусовый на ленточных глинах.

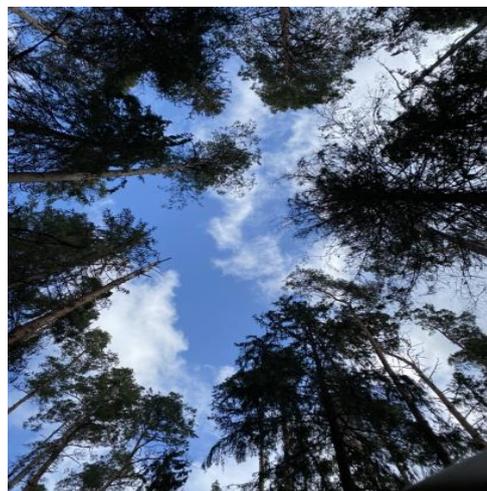
Приложение Б2

Описание разреза 1.2

Юго-западный угол квартала 115, низкое положение в рельефе в пределах трансекты № 1.

В радиусе 5 м: 1 сосна обхватом 91 см, 15 елей в подросте до 12 м, обилие сфагнома, высокие кусты папоротника, кочка из полуразложившегося материала.

Общий вид и сомкнутость:



Описание профиля:

Профиль	Горизонт, глубина	Описание
	О 0-6 см	Влажный, от бурого до светло-бурого, рыхлый, состоит из зеленого мха, коры и палочек. Переход резкий, граница волнистая.
	T1 6-29 см	Сырой, буро-черный с бурыми пятнами, крупнокомковато-призматический, при разломе цвет однородный, уплотненный, содержит тонкие корни, плохо разложившиеся растительные остатки, угольки, переход постепенный.
	T2 29-41 см	Влажный, черно-бурый с бурыми пятнами, крупнокомковато-призматический, при разломе внутренняя часть светлее, плотнее, содержит единичные корни, угольки, переход резкий, границы слабоволнистая.
	Ghi 41-54+ см	Сырой, серо-сизый с редкими ржавыми пятнами, в верхней части сильно прокрашен органическим

		<p>веществом, уплотненный, глыбистый, распадается на крупные плитки при отборе образцов.</p> <p>Почвенный профиль очень сырой, пахнет сероводородом.</p>
--	--	--

Полевое название почвы: торфяно-глеезем потечно-гумусовый на ленточных глинах.

Приложение Б3

Описание разреза 1.3

Юго-западный угол квартала 115, высокое положение в рельефе в пределах трансекты № 1. В радиусе 5 м: 5 сосен обхватами 91, 134, 99, 102, 121 см, 2 ели в подросте до 2-3 м, поваленные стволы деревьев, невысокие кусты папоротника, зеленый мох, кислица.

Общий вид и сомкнутость (самая высокая из трех точек трансекты):



Описание профиля:

Профиль	Горизонт, глубина	Описание
	О 0-5 см	Сухая подстилка, свежая ближе к низу, светло-бурого цвета, средней степени разложения, состоит из мха, ризоидов мха и хвои, рыхлая, переход резкий, граница слабоволнистая.
	Т1 5-33 см	Увлажненный, к низу влажный, темно-бурый с бурыми пятнами, высокой степени разложенности, плохо разложившихся остатков почти нет, уплотненный, крупно-среднекомковатый, обилие тонких корней, переход заметный по цвету, граница слабоволнистая.
	Т2 33-48 см	Влажный, темно-бурый с буровато-охристым оттенком и черными пятнами угольков, среднекомковатый, на разломе агрегатов встречаются светлые плохо разложившиеся растительные остатки, уплотненный, переход резкий по цвету, граница слабоволнистая.

	<p>Ghi 48-56+ см</p>	<p>Влажный, сизо-серый, сильно пропитан органическим веществом в верхней части, пластичный, тяжелосуглинистый, уплотненный, слабовыраженная ореховато-призматическая структура, внутри агрегаты светлее.</p>
--	--------------------------	--

Полевое название почвы: торфяно-глеезем потечно-гумусовый на ленточных глинах.

Приложение В1

Описание разреза 2.1

Юго-западный угол квартала 115, низкое положение в рельефе в пределах трансекты № 2. В радиусе 5 м: 4 сосны с обхватами 63, 106, 72, 108 см, ели в подросте до 3-4 м, кусты папоротника, хвощ, зеленые мхи, обилие сфагнома. Пни полуразложившиеся и поваленные стволы деревьев во мхе.

Общий вид и сомкнутость:



Описание профиля:

Профиль	Горизонт, глубина	Описание
	О 0-8 см	Увлажненный, желто-бурый в верхней части и бурый в нижней, состоит из зеленого мха, палочек и коры, низкой степени разложения, рыхлый, переход по цвету резкий, граница слабоволнистая.
	T1 8-20 см	Мокрый, сочится вода, черно-бурого цвета, среднекомковатый, при разломе внутренняя часть светлее из-за неразложившихся фрагментов органики, рыхлый, переход постепенный.
	T2 20-50 см	Влажный, светлее и бурее предыдущего, темно-бурый с пятнами, хорошо разложившийся материал, среднекомковато-призматический, обилие черных угольков, переход резкий по цвету, граница слабоволнистая.

	<p style="text-align: center;">Ghi 50-60+ см</p>	<p>Сырой, серо-сизый с оливковым оттенком, редкими охристыми пятнами, с темно-серой прокраской органическим веществом сверху, глыбистый, в верхней части зернистый, плотный, местами сочится вода.</p>
--	--	--

Полевое название почвы: торфяно-глеезем потечно-гумусовый на ленточных глинах.

Приложение В2

Описание разреза 2.2

Юго-западный угол квартала 115, высокое положение в рельефе в пределах трансекты № 2. В радиусе 5 м: 4 сосны с обхватами 114, 125, 92 и 79 см, 20 елей в подросте до 4 м, кусты папоротника, кислица, зеленые мхи, кукушкин лен.

Общий вид и сомкнутость:



Описание профиля:

Профиль	Горизонт, глубина	Описание
	О 0-4(7) см	Влажный, бурый, мажет руку, рыхлый, состоит из зеленого мха, хвои, коры, кислицы, шишек, переход резкий, граница волнистая.
	Т 4(7)-44 см	Влажный, бурый до черно-бурого, среднекомковатый, на разломе часто встречаются светлые растительные фрагменты, уплотненный, в нижней части бурый и содержит больше неразложившихся древесных фрагментов, переход резкий по цвету, граница слабоволнистая.
	Ghi 44-56+ см	Влажный, сизый с оливковым оттенком, прокрашенный сверху органическим веществом, прослеживаются бледные охристые пятна, глыбистый, просматриваются поры, уплотнен.

Полевое название почвы: торфяно-глеезем потечно-гумусовый на ленточных глинах.

Приложение В3

Описание разреза 2.3

Юго-западный угол квартала 115, среднее положение в рельефе в пределах трансекты № 2. В радиусе 5 м: 4 сосны с обхватами 152, 140, 129, 160 см, ели в подросте до 6 м, сухой напочвенный покров, корни деревьев выступают над поверхностью земли.

Общий вид и сомкнутость:



Описание профиля:

Профиль	Горизонт, глубина	Описание
	<p>Otr 0-16(20) см</p>	<p>Сухой, желто-бурый, с 10 см материал большего разложения, пронизан корнями, содержит кору, веточки, зеленый мох, рыхлый, переход ясный по цвету, граница волнистая. Признак tr поставлен, т.к. рядом расположен муравейник.</p>
	<p>T 16(20)-67 см</p>	<p>Увлажненный, темно-бурый с беловатым мицелием гриба, среднекомковатый, на разломе встречаются плохо разложившиеся остатки, уплотненный. С 33см: тот же, но сырее и более темный, переход резкий по цвету, граница слабоволнистая.</p>
	<p>Ghi 67-70+ см</p>	<p>Сырой, сизый с сильной прокраской органическим веществом в верхней части, уплотненный, глыбистый, тенденция к плитчатости.</p>

Полевое название почвы: торфяно-глеезем потечно-гумусовый на ленточных глинах.

Приложение Г1

Описание разреза 3.1

Юго-западный угол квартала 115, высокое положение в рельефе в пределах трансекты № 3. В радиусе 5 м: 1 сосна обхватом 123 см, 2 ели 84 и 42 см в обхвате, 10 елей в подросте до 6-8 м, береза. В напочвенном покрове: кислица, папоротники, в некоторых местах сфагнум.

Общий вид и сомкнутость:



Описание профиля:

Профиль	Горизонт, глубина	Описание
	О 0-8 см	Влажный, желтовато-бурый, состоит из плохо разложившихся фрагментов хвои, коры, палочек, рыхлый, переход резкий по цвету, граница слабоволнистая.
	Т 8-33 см	Влажный, темно-бурый, уплотненный, среднекомковато-призматический, на разломе часто встречаются остатки растительности, пронизан корнями в верхней части. С 28 см более влажный и темный, переход резкий по цвету, граница слабоволнистая.
	Ghi 33-44+ см	Влажный, сизый, в верхней части прокрашен органическим веществом, глыбистый, пластичный, уплотненный, тенденция к горизонтальной делимости, редкие бледные охристые пятна.

Полевое название почвы: торфяно-глеезем потечно-гумусовый на ленточных глинах.

Приложение Г2

Описание разреза 3.2

Юго-западный угол квартала 115, среднее положение в рельефе в пределах трансекты № 3. В радиусе 5 м: 3 сосны обхватами 14, 132 и 151 см, 10 елей высотой до 6 м в подросте, поваленные деревья. Обилие сфагнома.

Общий вид и сомкнутость:



Описание профиля:

Профиль	Горизонт, глубина	Описание
	О 0-3(4) см	Свежий, светло-бурый, состоит из хвои, зеленого мха, веточек и шишек, рыхлый, переход резкий по цвету, граница слабоволнистая.
	Т 3(4)-40 см	Свежий, серо-бурый, рыхлый вверху и более плотный к низу, на 11-16 см желтая прослойка органогенного материала, крупнокомковатый, ломается в горизонтальной плоскости (возможна слоистость), содержит мелкие корни. С 28 см более влажный, темнее, переход резкий по цвету, граница слабоволнистая.
	Ghi 40-46+ см	Влажный, сизый, в верхней части прокрашен органическим веществом, глыбистый, пластичный, уплотненный, тенденция к горизонтальной делимости, редкие бледные охристые пятна.

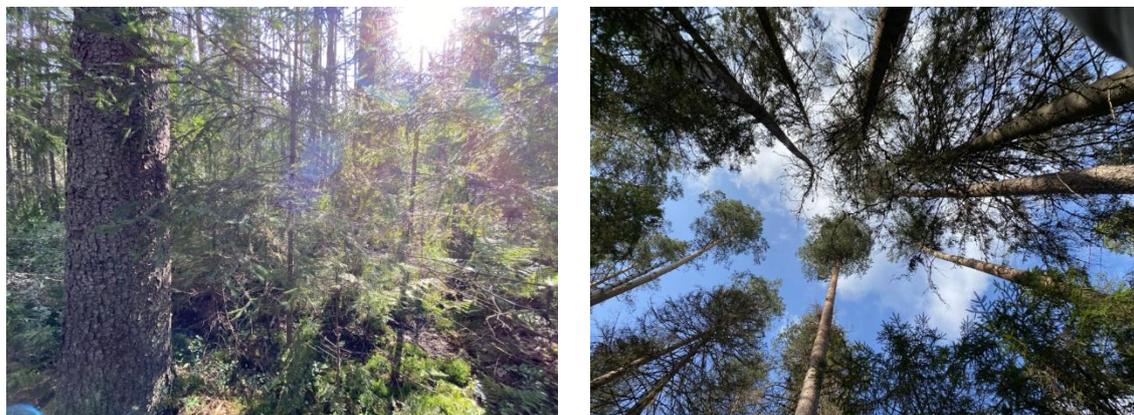
Полевое название почвы: торфяно-глеезем потечно-гумусовый на ленточных глинах.

Приложение ГЗ

Описание разреза 3.3

Юго-западный угол квартала 115, низкое положение в рельефе в пределах трансекты № 3. В радиусе 5 м: 2 сосны обхватами 106 и 146 см, 1 ель обхватом 64 см, 10 елей высотой до 6 м в подросте, поваленные деревья. Обилие сфагнома.

Общий вид и сомкнутость:



Описание профиля:

Профиль	Горизонт, глубина	Описание
	О 0-2 см	Увлажненный, темно-бурый, рыхлый, состоит из зеленого мха, веточек, хвои, кислицы и шишек. Переход резкий, граница волнистая.
	Т 2-36 см	Мокрый, темно-бурый, сероватый, уплотненный, оструктурен хуже, чем в других профилях, мелкокомковатый, непрочный, много угольков. С 23 см светлее, бурее, лучше оструктурен. Переход резкий, граница волнистая.
	Ghi 36-39+ см	Влажный, суше вышележащего, сизый, в верхней части покрашен органическим веществом, глыбистый, пластичный, уплотненный, тенденция к горизонтальной делимости, редкие бледные охристые пятна. В массе горизонта встречаются «законсервированные» остатки корней и другой органики.

Полевое название почвы: торфяно-глеезем потечно-гумусовый на ленточных глинах.

Приложение Д

Фотографии почвенных образцов

