Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт экономики, управления и природопользования
Кафедра экологии и природопользования

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ С.В. Верховец
подпись
«21» 06 2016 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

05.03.06 - экология и природопользование
05.03.06.02 - Природопользование

Трансформация профиля серых почв на просеках под ЛЭП

Руководитель _____ Т.В. Пономарева
подпись, дата инициалы, фамилия

Выпускник _____ С.И. Троханова
подпись, дата инициалы, фамилия

Нормоконтролер _____ И.Г. Гетте
подпись, дата инициалы, фамилия

Красноярск 2016

СОДЕРЖАНИЕ

Введение……..3
1. Обзор литературы……...5
1.1 Общая характеристика типа серых почв……..5
1.2 Общие физические свойства почвы……9
1.3 Антропогенные факторы почвообразования……. 15
1.4 Общие сведения о линиях электропередачи…….. 16
2 Факторы влияния ЛЭП на почву……...19
2.1 Воздействие электромагнитного излучения на почву……...19
2.2 Влияние рубок при строительстве и обслуживании ЛЭП на почву….20
2.3 Воздействие тяжелой техники на почву при строительстве и обслуживании ЛЭП…….23
3 Объекты и методы исследования……..25
3.1 Объект исследования……25
3.2 Методы исследования……...29
4 Результаты исследования……...31
4.1 Морфологическая характеристика профилей почв на трансектах…...31
4.2 Растительный покров на лесных участках и просеках под ЛЭП……..37
4.3 Физико-химические свойства почв……..39
Заключение……49
Список используемых источников……..50

ВВЕДЕНИЕ

При строительстве промышленных объектов, таких как линейно-протяженные инженерные объекты (линии электропередачи сверхвысокого напряжения – ЛЭП СВН, газо- и нефтетрубопроводы, автомобильные и железные дороги), нарушается функционирование естественных природных экосистем на большой территории. Уникальность ЛЭП заключается в том, что они представляют собой линейные объекты, пересекающие на своем протяжении разные ландшафты. Особенно сильно нарушается почвенный покров. В результате деградации земель резко снижаются их экологические и биосферные функции, на нарушенной территории образуется комплекс антропогенно-измененных почв, формируются особые антропогенно-преобразованные ландшафты. Время восстановления исходных почв несопоставимо велико относительно момента техногенного нарушения земель. В связи с малой изученностью таких земель и большими масштабами производимых нарушений эта проблема очень актуальна как для Сибири, так и для всей России [1].

В Красноярском крае общая длина ЛЭП составляет более 100 тыс. км и планируется дальнейшее увеличение объема строительства таких линейных объектов, поэтому исследование влияния линий электропередач, как линейных объектов, на почвы является весьма актуальным.

Некоторые аспекты воздействия переменного электромагнитного поля на природные объекты при эксплуатации ЛЭП рассмотрены в работах Плеханова [2].При этом в имеющейся литературе исследователи отмечают, что электромагнитные воздействия слабо влияют на изменение физических и физико-химических свойств почв. В литературе также недостаточно сведений о трансформации морфологических и физических свойств почв на просеках ЛЭП. В ряде работ освещен вопрос мозаичности почвенного покрова на просеках под ЛЭП [3]. Показано, что вблизи и под опорами ЛЭП техногенные нарушения почв наиболее обширные. Наблюдается частичная деструкция и уплотнение

дернового горизонта, образование колеи при воздействии тяжелой техники во время строительства ЛЭП. Известны работы, посвященные изучению влияния ЛЭП, связанные с изучением биологической активности почвы [4].

Цель:

1. Изучить трансформацию почв в южной тайге Средней Сибири на просеках под высоковольтными линиями электропередач (ЛЭП).

Задачи:

1) Изучить теоретический материал по влиянию различных экологических факторов на просеках под ЛЭП на почву.

2) Рассмотреть особенности формирования, определяющие эволюцию почв на просеках после строительства и при эксплуатации ЛЭП в южной тайге Средней Сибири.

3) Исследовать изменения морфологических и физико-химических свойств почв на просеках под ЛЭП на территории Емельяновского района Красноярского края.

1. Обзор литературы

1.1 Общая характеристика типа серых почв

По классификации 2004 г. серые лесные почвы относятся к типу серых и темно-серых [5]. О данных типах почв в литературе имеется обширная информация.

Территорию, на которой распространены серые лесные почвы, выделяют в лиственно-лесную зону. Она расположена узкой полосой к югу от таежно-лесной и занимает площадь более 60 млн. га, что составляет 2,8% площади всех почв страны. Эта территория высоко освоена. Большие площади заняты просеками ЛЭП как в западной, так и в восточной части России.

Климат характеризуется равным соотношением количества осадков и испаряемости. Количество осадков в западной части лиственно-лесной зоны — 550-700 мм при испаряемости 500-550 мм, в восточной — 360-450 и 450-470 мм соответственно; по обеспеченности влагой западная часть территории относится к влажной, центральная и восточная — к полувлажной.

Среднесуточные температуры июля изменяются незначительно: 19,5-20°С на западе и 17,5-18,5°С на востоке. Но в соответствии с нарастанием континентальности климата значительно отличаются температуры января (-4° -8°, -18° -25°С), сумма температур выше 10° (2450-2600 и 1400-1600°) и длина вегетационного периода (155-159 и 95-104 дня). Поэтому западная часть территории относится к полосе среднеспелых культур, а восточная — к полосе ранних культур.

На территории Западной Сибири лиственно-лесная зона имеет равнинный рельеф. Восточнее расположены Западно-Присаянская предгорная равнина с полого-увалистым рельефом (Мариинская и Ачинская лесостепи) и межгорные котловины с бугристым микро- и мезорельефом (Красноярская и Канская лесостепи). Восточно-Присаянская предгорная равнина имеет сильно увалистый рельеф.

На территории Западной и Восточной Сибири преимущественным распространением пользуются аллювиально-озерные и делювиальные суглинки и глины, часто лёссовидные. В Западной Сибири леса представлены березовыми с примесью сосны травянистыми типами; еще восточнее к этим породам деревьев примешиваются сосна и лиственница. На слабодренированных участках этих территорий формируются сосново-гипновые и осоково-тростниковые болота. На песчаных породах почти повсеместно произрастают сосновые боры.

Изучение биологического круговорота веществ и наблюдения за соотношением подзолистого и дернового процессов в серых лесных почвах показали, что условиями их формирования является ослабленный процесс подзолообразования, чему способствуют особенности биологического круговорота веществ, условий гумификации, водного режима. В широколиственных лесах с богатым травяным покровом на поверхность почвы ежегодно поступает 70-90 ц/га растительного спада, содержащего 50-90 кг/га азота и 70-100 кг/га оснований, преимущественно кальция. Почти полное отсутствие анаэробного разложения растительного спада приводит к образованию качественно отличного от подзолистых почв гумуса. Значительная часть гумусовых кислот нейтрализуется основаниями самого спада, и в результате этого процессы разрушения почвенных минералов в серых лесных почвах существенно ослабляются.

В северной части территории, где количество и качественный состав биомассы отличаются от более южных территорий, где более выражен нисходящий ток воды, способствующий выносу оснований из растительного опада и верхних почвенных горизонтов, формируются светло-серые и серые лесные почвы. Южнее, в соответствии с изменением биоклиматической обстановки, формируются темно-серые лесные почвы; светло-серые и серые лесные почвы встречаются здесь на легких породах или на участках с повышенным увлажнением.

С увеличением к востоку континентальности климата сокращается время и напряженность биологических процессов; в этом направлении возрастает гумусность серых лесных почв, уменьшается мощность гумусового горизонта, ослабляются признаки оподзоленности. Резко континентальный климат Приалтайского и Присаянского участков территории определяет формирование сезонно-мерзлотных почв, глубокое промерзание и медленное оттаивание которых обусловливают развитие в них процесса оглеения в надмерзлотном горизонте.

Профиль почвы имеет следующее морфологическое строение(индексация горизонтов приведена по классификации 1977 г.) (Рисунок 1):

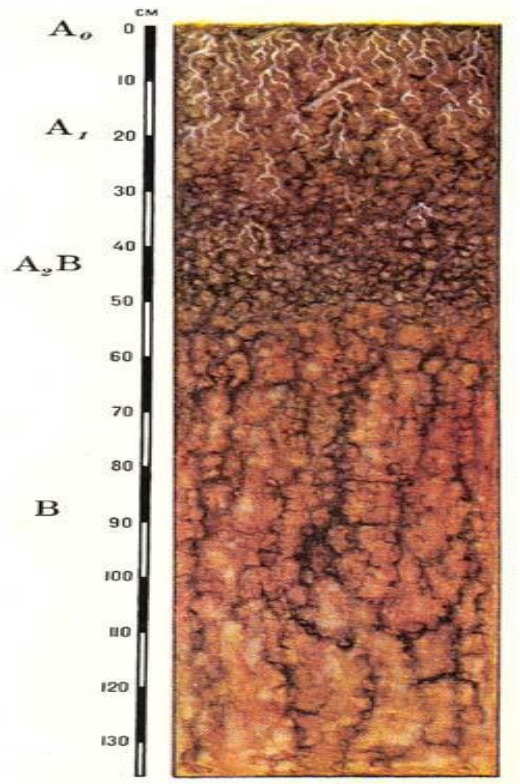


Рисунок 1 - Профиль серых почв

Типичный профиль характеризуется стандартным набором горизонтов с определенными характеристиками (индексация приведена по классификации 1997 г.).

А0 — лесная подстилка мощностью 2-5 см, состоит из побуревшего лесного опада;

А1 — гумусовый горизонт мощностью 10-55 см, серый или темно-серый, иногда буровато-темно-серый, зернистой неясно комковато-порошистой структуры, содержит много живых корней растений;

А2В — переходный горизонт, на буром, темно-буром или коричневом фоне белесые пятна, языки и присыпка, ореховатой, комковато-ореховатой, остроугольно-мелкоореховатой структуры, темная глянцевая корочка по граням структурных отдельностей; иногда не имеет признаков оподзоливания и выделяется как переходный горизонт АВ;

В — иллювиальный горизонт, темно-бурый или темно-коричневый, ореховатой или ореховато-призматической структуры, плотный, грани структурных отдельностей покрыты блестящими глянцевитыми пленками;

ВС — переходный горизонт более светлой окраски, структура выражена хуже, плотность меньшая; в этом горизонте чаще всего появляются выделения карбонатов; горизонт постепенно переходит в почвообразующую породу.

Верхние горизонты серых лесных почв обеднены илистыми частицами и полуторными окислами, обогащены кремнекислотой. Эта закономерность наиболее резко выражена в светло-серых лесных и в меньшей степени в темно-серых почвах. Содержание по профилю гумуса и азота показывает более интенсивное проявление дернового процесса у темно-серых почв и слабое его развитие в светло-серых. Содержание гумуса в светло-серых почвах изменяется от 1,5-3,0% на западе до 5% на востоке; в серых лесных почвах — 3-4% и 6-8%, в темно-серых — 3,5-4,0 и 8-9% соответственно. В составе гумуса темно-серых почв преобладают гуминовые кислоты. В гумусе верхних горизонтов светло-серых и серых лесных почв преобладают фульвокислоты, но в горизонтах А1А2, А2В (АВ) и В1 заметно преобладают гуминовые кислоты.

Светло-серые и серые лесные почвы имеют кислую реакцию в верхних горизонтах, степень насыщенности основаниями составляет 70-85%. Емкость поглощения светло-серых почв — 14-18 мг-экв на 100 г почвы, серых почв —

18-30 мг-экв на 100 г почвы; в иллювиальном горизонте емкость поглощения заметно возрастает. Темно-серые лесные почвы имеют слабокислую реакцию в верхних горизонтах, высокую степень насыщенности основаниями (80-90%) и емкость поглощения (20-45 мг-экв на 100 г почвы). Гидролитическая кислотность серых и светло-серых почв — 5-7 мг-экв на 100 г почвы; у темно-серых почв она заметно меньше.

Хотя серые лесные почвы и отличаются от светло-серых несколько лучшими агрономическими показателями, их объединяет кислая реакция в верхних горизонтах, ненасыщенность основаниями, невысокое содержание питательных веществ.

В процессе окультуривания серых лесных почв снижается их кислотность, повышается емкость поглощения и насыщенность основаниями, возрастает содержание элементов питания растений, улучшаются состав гумуса, водно-воздушный режим и физико-механические свойства. Поскольку в серых лесных почвах наблюдается периодический недостаток атмосферного увлажнения, важное значение имеют мероприятия по борьбе за накопление влаги [6].

1.2 Общие физические свойства почвы

Почва состоит из четырех компонентов: твердой фазы (комплекса минералов), органического вещества, входящего в твердую фазу, воды и воздуха. Существует пятый компонент – почвенная биота, живые организмы, обитающие в почве. Взаимодействие всех почвенных компонентов в процессе почвообразования приводит к формированию профиля почвы и ее свойств. Физические свойства почв во многом определяют их развитие. Многие почвообразовательные процессы [7]. К общим физическим свойствам относятся плотность почвы, плотность твердой фазы и пористость, гранулометрический состав.

Гранулометрический состав почв обусловлен главным образом процессом выветривания горных пород. Наиболее простая российская классификация строится по содержанию фракции < 0,01 мм, получившей название физической глины. Существуют также классификации почв по гранулометрическому составу, учитывающие содержание трех фракций: песка (1(2)—0,05 мм), пыли (0,05- 0,001 мм) и ила (меньше 0,001 мм). В названии указывают две преобладающие фракции: наибольшую по содержанию ставят на последнее место, а наименьшую не называют совсем. Например, почва, в которой 52% физической глины, 30% ила, 50% пыли и 20% песчаной фракции, называется иловато-пылеватой легкой глиной. В американской классификации к глине [Clay] относят частицы диаметром меньше 2 мкм, к пылеватой фракции [Silt (пыль)] - размером 2-50 мкм и к песчаной [Sand] - крупнее 50 мкм. Следовательно, классификации разных стран не всегда совпадают. Американская классификация более подробная: так, фракция песка подразделяется в ней еще на очень тонкую (50-100 мкм) и тонкую (100— 250 мкм).[8,9,10]. Варьирование в содержании фракций достигает очень больших величин, поэтому оценить изменения в гранулометрическом составе почвы в результате процессов почвообразования очень трудно. Гранулометрический состав ответственен за такие экологические функции почвы, как распространение растений (освоение почвы корнями), снабжение растений водой и питательными элементами. Если почвы содержат менее 10% фракций размером < 0,2 мм, то они непригодны для облесения. При содержании этих фракций на уровне 10-20% формируются сосняки лишайниковые IV-V бонитета, при 20-30% территорию занимают боры-зеленомошники Ш-IV бонитета [11]. Гранулометрический состав является отражением минералогического состава породы, так как разные минералы не одинаково поддаются выветриванию.

При характеристике почв необходимо различать макро-, микроагрегаты и элементарные почвенные частицы. Элементарные почвенные частицы

представлены отдельными зернами минералов, обломками пород, коллоидами, в том числе органическими [7].

Плотностью почвы называют массу сухого вещества почвы в единице ее объема ненарушенного естественного сложения, выраженную в граммах на кубический сантиметр [12]. Плотность почвы зависит от гранулометрического и минералогического составов, структуры, содержания гумуса и обработки. После обработки почва вначале бывает рыхлой, а затем постепенно уплотняется, и через некоторое время ее плотность мало изменяется до следующей обработки. Самую низкую плотность имеют верхние гумусированные и оструктуренные горизонты. Для большинства сельскохозяйственных культур оптимальная плотность почвы составляет 1,0... 1,2 г/см3.

В таблице 1 представлена оценка плотности пахотного слоя почвы (по Н.А. Качинскому).

Таблица 1 - Оценка плотности пахотного слоя почвы (по Н.А. Качинскому)

Плотность почвы, г/см3	Оценка
< 1,0	Почва вспушена или богата органическим веществом
1,0..1,1	Свежевспаханная почва
1,2..1,3	Пашня уплотнена
1,3..1,4	Пашня сильно уплотнена
1,4..1,6	Типичное значение для подпахотных горизонтов различных почв (кроме черноземов)
1,6...1,8	Сильно уплотненные иллювиальные горизонты

Плотность твердой фазы почвы — это масса сухой почвы в единице объема твердой фазы почвы без пор. В малогумусных почвах и в нижних минеральных горизонтах плотность твердой фазы составляет 2,6...2,8 г/см3. С увеличением содержания гумуса плотность твердой фазы уменьшается до

2,4...2,5 г/см3, а в торфяных почвах — до 1,4...1,8 г/см3. Плотность твердой фазы используют для расчета пористости почвы [13]

От плотности почвы зависят поглощение влаги, воздухообмен в почве, жизнедеятельность микроорганизмов и развитие корневых систем растений. Знание процессов уплотнения и естественного разуплотнения почв затрагивает интересы строительства, сельского и лесного хозяйства, ландшафтной архитектуры и др.

После концентрированной рубки леса происходит три основных вида уплотнения: физическое, вторичное и экологическое. В статье Е.Д. Сабо [14] на основе экспериментальных исследований рассмотрены процессы, происходящие в почве при механизированной заготовке леса.

Физическое (первичное) уплотнение вызывается непосредственным воздействием движителей машин на поверхность почвы. При многократных проходах (в зависимости от принятой технологии, влажности почвы и размеров вырубки) образуется колея или уплотняется определенный участок поверхности вырубки. Это уплотнение, как правило, сопровождается изменением микрорельефа поверхности почвы (на уплотненных участках поверхность опускается, образуя колею или микропонижения). Распределение величины уплотнения по профилю почвы неоднородно. При этом достаточно четко выделяется так называемое «ядро уплотнения», расположенное обычно на глубине 10–30 см от поверхности уплотненной почвы. Физическое уплотнение является одномоментным, происходящим лишь в период работы машин. Оно, как правило, распространяется в глубину до 40–50 см и в стороны от колеи – до 20–40 см.

Вторичное уплотнение является более длительным. Ориентировочно оно продолжается в среднем по всему профилю почвы около 14 лет, в ядре уплотнения – 16 лет, а в ряде случаев, возможно, и более длительный срок. Основными причинами вторичного уплотнения является изменение экологической обстановки (в особенности гидрологического режима) и появление новых антропогенных форм микрорельефа при воздействии движи-

телей машин на поверхность почвы. Изменение гидрологического режима обусловлено повышением количества осадков, достигающих поверхности почвы (на 30–40 %) и значительной концентрацией влаги в колее, в результате чего в пределах самой колеи общее количество влаги (основные осадки, дополнительные осадки и сток с прилегающего локального водосбора) может в средний по осадкам год достигать 1200–1500 мм и более, вместо 400 мм под пологом сомкнутого елового древостоя.

Экологическое уплотнение связано, в основном, с рубкой древесного полога и не зависит от технологии заготовки. Отдельные данные говорят о том, что на величину экологического уплотнения может влиять размер вырубки и способ рубки. Этот вид уплотнения ярко проявляется в средних частях пасеки, где полностью сохранен подрост и где не было проходов машин. Причинами уплотнения в этом случае являются различные экологические факторы. С одной стороны, увеличивается количество осадков, достигающих поверхности почвы (на 30–40 %), амплитуда колебаний температуры почвы и приземного слоя воздуха, изменяется ветровой режим, солнечная радиация, напочвенный покров, количество и видовой состав почвенных микроорганизмов и фауны. С другой стороны, снижается рыхлящее действие корневых систем деревьев как в результате прекращения ростовых процессов, так и раскачки деревьев под действием ветра. Все эти процессы приводят к уплотнению почвы [14].

Пористость (скважность) почвы — это суммарный объем всех пор между частицами твердой фазы почвы. Пористость зависит от гранулометрического состава, структурности, содержания органического вещества[15]. В пахотных почвах пористость обусловлена обработкой и приемами окультуривания. При любом рыхлении почвы пористость увеличивается, а при уплотнении уменьшается. Чем структурнее почва, тем больше общая пористость.

Размеры пор, в совокупности образующих общую пористость почвы, варьируют от тончайших капилляров до более крупных промежутков, которые не обладают капиллярными свойствами. Поэтому наряду с общей пористостью различают еще капиллярную и некапиллярную пористость почвы. Капиллярная

пористость характерна для ненарушенных суглинистых почв, а некапиллярная — для структурных и рыхлых почв.

Поры могут быть заполнены водой или воздухом. Капиллярные поры обеспечивают водоудерживающую способность почвы, от них зависит запас доступной для растений влаги[16]. Некапиллярные поры увеличивают водопроницаемость и воздухообмен. Устойчивый запас влаги в почве при одновременном хорошем воздухообмене создается в том случае, когда некапиллярная пористость составляет 55 – 65 % общей пористости. В зависимости от общей пористости в вегетационный период для суглинистых и глинистых почв дают качественную оценку пористости почв, которая представлена в таблице 2 [13].

Таблица 2 - Оценка пористости почв по Н.А. Качинскому

Общая пористость, %	Оценка пористости
70	Почва вспушена – избыточно пористая
65-55	Культурный пахотный слой – отличная
55-50	Удовлетворительная для пахотного слоя
50	Неудовлетворительная для пахотного слоя
40-25	Чрезмерно низкая, характерна для иллювиальных горизонтов

Пористость почвы обеспечивает передвижение воды в почве, водопроницаемость и водоподъемную способность, влагоемкость и воздухоемкость. По общей пористости можно судить о степени уплотнения

пахотного слоя почвы. От пористости в значительной степени зависит плодородие почв [17].

1.3 Антропогенные факторы почвообразования

В.В.Докучаев, отдавая приоритет в формировании почв естественным факторам почвообразования, указывал на все возрастающую роль антропогенного влияния, не ставя его, тем не менее, в один ряд с ними. На современном этапе антропогенный фактор превратился из локального в глобальный фактор почвообразования.

Техногенные нагрузки на почвенный покров охватывают огромные территории и проявляются в деградации и деструкции почв, их истощении, преобразовании естественно-исторического вертикального профиля, изменении состава солей мелиоративными приемами, подкислении почв и т.д.

Антропогенный фактор и его воздействие проявляются через изменение самих факторов почвообразования, т.е. через изменение условий среды, условий почвообразования. На естественную эволюцию почв, связанную с историческими изменениями во времени условий почвообразования, накладывается мощный быстродействующий, стирающий или видоизменяющий свойства почв фактор (как «почву-память», так и «почву-момент»).

Изменения факторов почвообразования через антропогенное воздействие проявляются в разных формах:

- в преобразовании почвообразующих пород (рекультивационные наносы, горные выработки, торфоразработки и т.д.);
- путем изменения форм рельефа (формирование терриконов, карьеров, дамб, планировки территорий и т.д.);
- в результате изменения климатических параметров на макро-, мезо- и микроуровнях (глобальный парниковый эффект и эффект потепления в

мегаполисах, орошение почв и связанное с ним изменение микроклимата и т.д.);

- путем изменения характера биоты (сельскохозяйственные посевы культурных растений, лесонасаждения, подсечно-огневое земледелие и др.).

Антропогенное воздействие не только изменяет факторы почвообразования, но и прямо или косвенно непосредственно сказывается на почвах.

Косвенное воздействие проявляется следующим образом:

- в химическом загрязнении продуктами радиоактивного распада и тяжелыми металлами;
- в изменении уровня и режима грунтовых вод, режима рек и озер, окислительно-восстановительных условий и солевого баланса;
- в изменении естественного растительного покрова как результата вырубки лесов, перевыпаса скота, подсечно-огневого земледелия.

Прямое воздействие антропогенного фактора сказывается на почвах при их обработке сельскохозяйственной техникой, орошении и осушении, внесении органических и минеральных удобрений и ядохимикатов.

Прямые и косвенные воздействия на факторы почвообразования и почвы носят как положительный, так и отрицательный характер [18].

1.4 Общие сведения о линиях электропередачи

Линии электропередачи предназначены для передачи электроэнергии от источника к потребителю. Они могут быть магистральными, передающими большие потоки мощности в центры питания определенного региона потребителей, и распределительными, подводящими электроэнергию от центров питания к потребителям. Как правило, основу электрических сетей (особенно магистральных линий) составляют воздушные линии.

Воздушными ЛЭП (ВЛ) называют устройства для передачи электроэнергии по неизолированным (голым) или изолированным проводам,

расположенным на открытом воздухе и прикрепленным при помощи изоляторов и арматуры к опорам или кронштейнам и стойкам на инженерных сооружениях (мостах, путепроводах и т.п.). ВЛ классифицируются по роду тока на ВЛ переменного тока и ВЛ постоянного тока. ВЛ служат для передачи переменного тока и лишь в отдельных случаях (для связиэнерго-систем, питания контактной сети и др.) используют линии постоянного тока [19].

Для ВЛ переменного тока принята следующая шкала классов напряже-ния:

- Переменное-0.4, 6, 10,20, 35,110, 150, 220, 330, 400, 500 , 750 и 1150 кВ ;
- Постоянное - 400 кВ.

По назначению ВЛ делятся на:

- Сверхдальние ВЛ напряжением 500 кВ и выше (предназначены для связи отдельных энергосистем)
- Магистральные ВЛ напряжением 220 и 330 кВ (предназначены для передачи энергии от мощных электростанций, а также для связи энергосистем и объединения электростанций внутри энергосистем – к примеру, соединяют распределительные пункты с потребителями)
- Распределительные ВЛ напряжением 35, 110 и 150 кВ (предназначены для электроснабжения предприятий и населенных пунктов крупных районов – соединяют распределительные пункты с потребителями)
- ВЛ 20 кВ и ниже, подводящие электроэнергию к потребителям

В зависимости от характеристик сети, протяженности линии, количества потребителей и их потребностей ЛЭП делятся на следующие классы по напряжению:

- низший (напряжение менее 1 кВ);
- средний (напряжение в диапазоне от 1 кВ до 35 кВ);
- высокий (напряжение в диапазоне от 110 кВ до 220 кВ);

- сверхвысокий (напряжение в диапазоне от 330 кВ до 750 кВ);
- ультравысокий (напряжение выше 750 кВ) [20].

Кабельными ЛЭП называют линии для передачи электроэнергии или ее отдельных импульсов, состоящие из одного или нескольких кабелей с соединительными, стопорными и концевыми муфтами (заделками) и крепежными деталями, а для маслонаполненных КЛ, кроме того, с подпитывающими аппаратами и системой сигнализации давления масла.

Все воздушные и кабельные линии электропередачи оказывают влияние на состояние человека соответственно с частотой и напряжением тока [21].

2 Факторы влияния ЛЭП на почву

Основными факторами воздействия на биоценоз просеки ЛЭП являются как природные, так и техногенные неспецифические (общестроительные) и специфические, например, возникающее при работе ЛЭП электромагнитное поле. При строительстве ЛЭП происходит вырубка и дальнейшая транспортировка леса, установка опор, что влечет за собой существенную трансформацию исходного биогеоценоза. Значительно страдает почвенный покров просеки ЛЭП, который подвергается механическому воздействию как во время строительства ЛЭП, так и на протяжении всего функционирования ЛЭП, т.к. просеки поддерживаются в состоянии открытого пространства.

2.1 Воздействие электромагнитного излучения на почву

Как уже упоминалось, исследователи отмечают, что электромагнитные воздействия слабо влияют на изменение физических и физико-химических свойств почв. Имеются исследования, связанные с влиянием ЛЭП на биологическую активность почв. К настоящему времени накоплен значительный экспериментальный материал по воздействию электромагнитных излучений на биологические системы различных уровней организации [22].

В последние десятилетия выяснилось, что электромагнитные излучения (ЭМИ) играют существенную роль в функционировании живой природы на различных уровнях ее организации. Эволюция биологического мира шла при определенном фоне ЭМИ. Эволюционная адаптация выработала у всех организмов способность реагировать на изменения естественного геомагнитного поля (ГМП) и на сверхслабые воздействия низкочастотного и высокочастотного электромагнитного поля [23].

Можно предположить, что во время пребывания живого организма под воздействием электромагнитного поля, в частности в зоне излучения ЛЭП, у него будут срабатывать адаптивные механизмы уже при незначительных

изменениях индукции внешнего ЭМИ. Механизмы воздействия ЭМИ на биологические системы не изучены и носят только предположительный характер [24].

В работе Сарокваша О.Ю. рассматривается воздействие электромагнитного излучения на общую численность микроорганизмов почвы. Микроорганизмы почвы рассматриваются в качестве индикаторов воздействия электромагнитных полей. Исследуемые пробы были заложены в разной удаленности от ЛЭП.

Результаты исследования свидетельствуют об изменении общей численности микроорганизмов под влиянием электромагнитных излучений ЛЭП. Непосредственно под ЛЭП численность микроорганизмов повышается незначительно. При удалении на 10-20 метров численность микроорганизмов снижается. При большом удалении от ЛЭП на 30 метров численность возрастает. Максимальное увеличение численности микроорганизмов наблюдается на расстоянии 50 метров от ЛЭП. Изменение общей численности микроорганизмов относительно удаления ЛЭП имеет волнообразную зависимость [25].

В работе Щербакова И.В. говорится, что почвенные экосистемы территорий, расположенных в зоне влияния электромагнитных полей от ЛЭП, подвергаются ощутимому влиянию последних. По мере приближения к источнику электромагнитного загрязнения закономерно снижается активность каталазы в верхнем горизонте почвы и возрастает коэффициент каталазной активности почвы (ККП), что свидетельствует о высокой информативности данных показателей как биоиндикаторов уровня биологической активности почвы при электромагнитном излучении [4].

2.2 Влияние рубок при строительстве и обслуживании ЛЭП на почву

Влияние древесных пород на почву в лесу осуществляется прямо и косвенно. Прямое влияние проявляется в изменении водного режима,

обеднении почвы элементами минерального питания, создании структуры почвы и др. Косвенное влияние на почву деревья оказывают, воздействуя на факторы почвообразования, – климат, растительность и фауну [26].

После пожаров или вырубок совершенно меняется водно-температурный режим почв. При этом многолетняя мерзлота оттаивает и спускается на значительную глубину. Резко меняется напочвенный покров (преобладает осочка), увеличивается пастбищная нагрузка, что приводит к затрудненному прорастанию семян. Процесс возобновления леса происходит за очень длительный период. В результате катастрофически резкой смены экологических условий свойства почв значительно изменяются. Изменение микроклимата на вырубках, буйное развитие травянистой растительности и отсутствие (полное или частичное) древесного яруса приводят к изменению режимов и свойств почв. Прежде всего это касается водного режима почв[27].

Водный режим почв определяется климатическими условиями района исследований, свойствами самих почв и растительностью. При прохождении через кроны деревьев и кустарников часть осадков задерживается и затем испаряется в атмосферу, из влагооборота почвы эта часть осадков исключается.

По данным некоторых авторов, при изреживании древостоев рубками задерживающая способность древесного полога снижается, а количество осадков в изреженный древостой поступает на 5–10% больше, чем в неизреженный [28,29].В то же время большее летнее нагревание почвы приводит к понижению относительной влажности воздуха, что, в свою очередь, обусловливает увеличение расхода почвенной влаги на 30–40% [30].

Влажность почвы является экологически важным показателем. Ею во многом предопределяются направления и интенсивность почвенных процессов. Значительное увеличение запасов влаги затрудняет аэрацию почв, что отрицательно сказывается на прорастании семян древесных пород. Кроме того, с изменением влажности почвы связано изменение многих экологически важных свойств – агрегатного, микроагрегатного состава, водопроницаемости, плотности и др.

Важное значение для характеристики лесорастительных свойств почв имеет изучение их аммонификационной и нитрификационной способности. Для лесных почв, в частности, представляет интерес выяснение изменения интенсивности этих процессов после рубки леса. Некоторые авторы отмечают стимулирующее влияние рубки леса на интенсивность процессов аммонификации и нитрификации в почвах в течение первых лет [31].

Почвы под пологом леса и на вырубке существенно различаются по плотности. В почвах на вырубке наблюдается увеличение объемной массы, по-видимому, вследствие уменьшения разрыхляющего действия древесных корней и обильного зарастания верхних горизонтов травянистой растительностью в результате рубки, а также заиливания дождевыми водами. Негативные изменения почвенно-экологических условий на вырубках усугубляются зоогенной нагрузкой. Интенсивная пастбищная нагрузка весьма неблагоприятно влияет на восстановление исходной плотности и твердости горных почв после проведения рубок, увеличивая сроки их восстановления почти в 2 раза [32].

Лесные гидрологические процессы (типа ливня, таяния снегов и поверхностного стока) и эрозия почвы взаимосвязаны, что приводит к необходимости изучения всех процессов с целью выявления особенностей распределения осадков. Поверхностный сток увеличивает транспорт осадков.

На горных склонах поверхностный сток обладает высокой скоростью и оказывает значительное влияние на поверхность почвы. Последствия рубок, как и пожары, приводят к исчезновению лесной подстилки, оказывающей существенное сопротивление стоку. Таким образом, рубки сопровождаются значительными изменениями режимов и свойств почв [33].

2.3 Воздействие тяжелой техники на почву при строительстве и обслуживании ЛЭП

Фракционный состав водопрочных агрегатов предопределяет плотность сложения почвы. В результате воздействия ходовых систем машин и механизмов на почву при лесозаготовках, лесохозяйственных работах или рекреации, а в нашем случае при строительстве и обслуживании ЛЭП в ней происходят существенные изменения.

Применение тяжелой техники при строительстве ЛЭП приводит к нарушению сложения верхних горизонтов почвы, изменению их физико-механических, водно-физических и биохимических свойств. Имеются данные, указывающие на уплотнение почвы, уменьшение общей пористости [34,35], ухудшение водопрочности агрегатов, снижение активности микроорганизмов и ферментов [36]

Также в ходе исследований установлено, что при уплотнении в почве уменьшается общая, агрегатная и межагрегатная пористость, снижается водопроницаемость, увеличивается твердость, изменяется режим влажности [37,38,39]. В Ленинградской обл. при однократном проходе трактора ЛХТ-55 по влажной дерново-подзолистой почве ее плотность возрастала на 18—26%, общая пористость уменьшалась на 3,9% .

Можно полагать, что степень воздействия лесозаготовительной техники на почву будет зависеть от строения профиля, гранулометрического состава, влажности, мощности лесной подстилки, характера растительности и ее корневой системы, а также от вида машин и агрегатов, технологии лесосечных работ и кратности прохода агрегатов [40].

Уплотнение почвы приводит к снижению ее плодородности. Изменение свойств почвы при одинаковой нагрузке в значительной степени определяется ее влажностью, при этом чем влажнее почва, тем значительней изменения [41,42].

Воздействие ходовых систем техники на почву, по мнению Исаева, имеет много общего с процессом уплотнения грунта повторяющимися кратковременными нагрузками [43].

Для каждого грунта уплотняемость достигает максимума при определенной влажности. Увеличение влажности, при которой происходит наибольшее уплотнение, несколько выше нижнего предела пластичности [44].

Многократные кратковременные нагрузки в грунте вызывают накопление деформации, которая не прекращается при последующих нагрузках. Продолжительность нахождения фунта в напряженном состоянии при проходе машин по одному следу существенно короче времени, которое необходимо для полного исчезновения деформации от нагрузки. Рост деформации при повторных приложениях нагрузки связан с тем, что после первого ее приложения часть сместившихся структурных агрегатов заклинивается в неустойчивом положении [45].

Между почвой и грунтом в то же время имеются и существенные различия. Если грунт является породой, в которой структурные элементы находятся практически без изменения после их отложения, то в почве, особенно в гор. А, минеральные частицы изменили свое сложение.

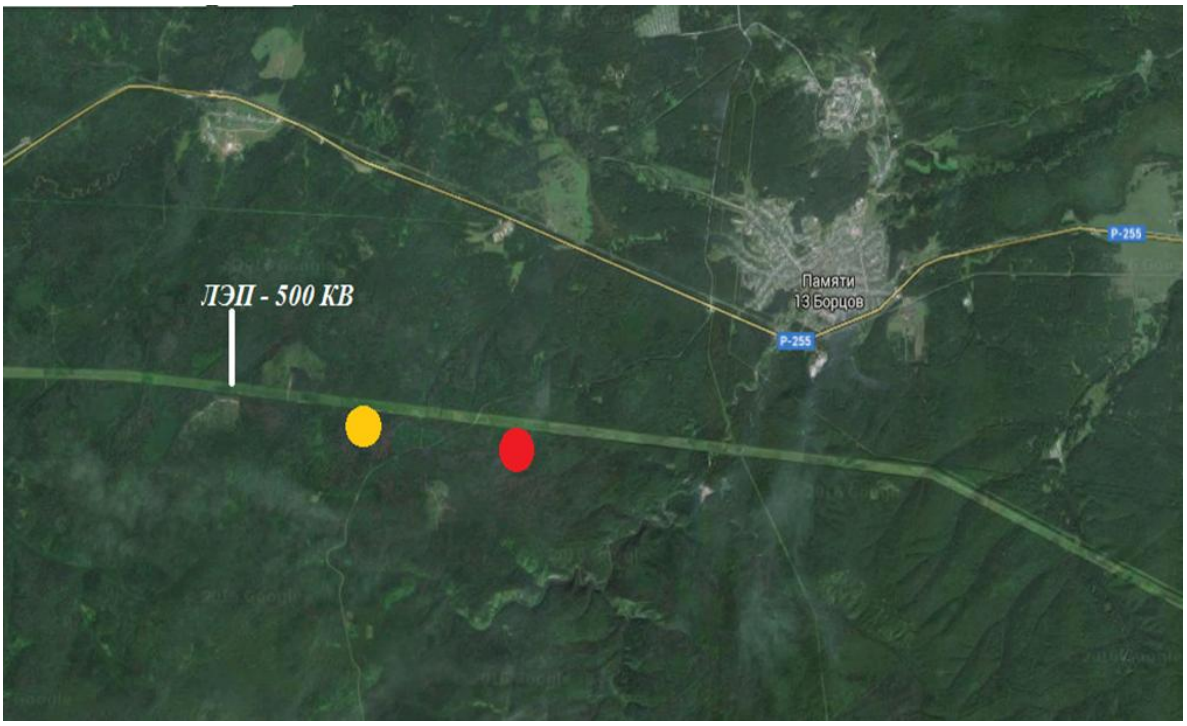
Органо-минеральные соединения, образующиеся в процессе почвообразования, создают условия, при которых происходит уникальный по своей сущности процесс - рост почвы вверх. Расширение почв вверх, как отмечает Розанов, происходит за счет «распушивания» при аккумуляции органического вещества [46].

«Распушивание», вероятно, происходит при образовании структурных отдельностей, которые сохраняют формирование и фиксирование пористости. При прохождении ходовых систем машин по поверхности почвы встречаются два противоположно направленных процесса - рост почвы вверх и давление движителя вниз. Поскольку почва растет вверх при образовании структурных отдельностей, то и изменения при ее уплотнении, вероятно, в первую очередь произойдут в агрегатном составе.

3 Объекты и методы исследования

3.1 Объект исследования

Исследования состояния почвенного покрова выполнялись на просеке под двумя параллельно проложенными ЛЭП-500 кВ, построенных в 1969 г. и расположенных в верхнем течении реки Кача на территории Емельяновского района Красноярского края. В районе исследования преобладают два типа лесных насаждений: кедрово-елово-пихтовая тайга и сосновые боры. Для изучения трансформации почв в преобладающих насаждениях были заложены два трансекта, проходящие перпендикулярно линейному объекту. (Рисунок 2)



- место расположения трансекта № 1

- место расположения трансекта № 2

Рисунок 2 - Спутниковый снимок исследуемого района

Трансект №1 заложен на вершине увала и проходит через сосняк разнотравный, переходную зону между лесом и лугом под ЛЭП (экотон) и луг, непосредственно под ЛЭП (Рисунок 3,4).

Рисунок 2 - Сосняк крупнотравно-вейниковый

Рисунок 3 - Орляковый луг

Трансект №2 заложен в понижении рельефа и проходит через древостой пихты с примесью осины и березы. Тип леса на этом участке характеризуется как высокотравный. Затем также как и на трансекте №1 захватывает переходную зону между лесом и лугом под ЛЭП (экотон) и луг, непосредственно под ЛЭП (Рисунок 5,6,7).

Рисунок 5 – Пихтовый крупнотравный лес

Рисунок 6 – Полидоминантный луг

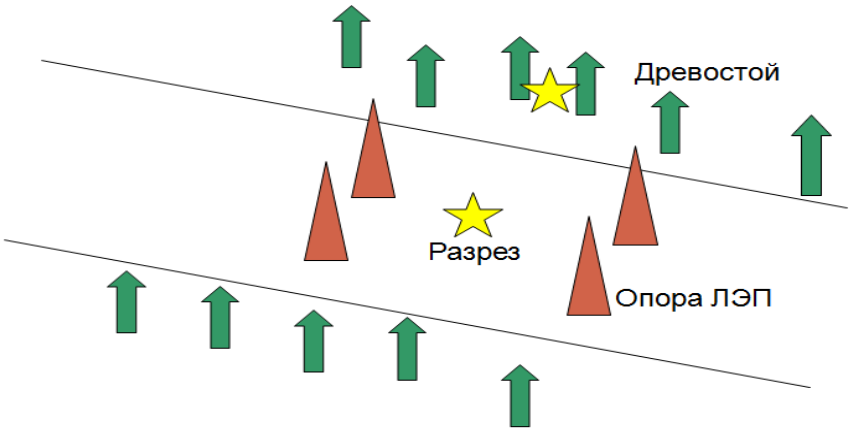


Рисунок 7 – Схема расположения почвенных разрезов

Расположение Емельяновского района обуславливает континентальность климатических условий. Эта территория относится к умеренному поясу и холодно – умеренному подпоясу, к области достаточного увлажнения. Гидротермический коэффициент 1,2-1,6. Из годового количества солнечной радиации, поступающей на эту территорию(35-43 ккал/см^2), около 50% приходится на долю турбулентного теплообмена, что приводит к высокой трансформации воздушных масс летом, следствием чего являются высокие температуры воздуха в этот период. Зима продолжительна и суровая, лето короткое и прохладное. Резкие уклонения в сторону недоборов осадков (<300 мм) редки и составляют всего 7%. Вероятность значительно повышенного количества несколько большая – осадки более 500 мм в год наблюдались в 15% случаев. Основная масса осадков выпадает летом, на долю зимних осадков приходится около 10 – 15% годовой нормы. Вероятность особо неблагоприятных лет, когда бывает по два-три таких периода, составляет 40%. Чаще всего длительные дождливые периоды отмечаются в последнюю треть августа. Основная масса осадков выпадает в летний период, на долю зимних осадков приходится около 10 – 15% годовой нормы.

Общая сумма тепла за вегетационный период составляет 1500°, средний летний минимум 6°. Последний заморозок весной наблюдается в конце мая и в начале июня, но имеется 10-15% вероятности и более поздних заморозков. Первый заморозок отмечается в начале или середине августа. Продолжительность безморозного периода составляет в среднем 65-120 дней.

Снежный покров появляется в середине октября, но прочно устанавливается в разные сроки: в третьей декаде октября, в первых числах ноября, максимальная высота его 60-80 см. Температура самого холодного месяца (января) – 24,7°С. Глубина промерзания почвы достигает 70-170 см. Температура почвы на глубине 20 см -4, -14°С.

Снеготаяние начинается в конце марта – начале апреля и заканчивается во второй – третьей декаде апреля. Средняя дата полного оттаивания почв колеблется в широком интервале, но в большинстве пунктов полное оттаивание почв отмечается в конце июня. Очень не продолжителен период с активными температурами. На глубине 20 см температура почвы выше 10°С отмечается с середины июня до середины сентября

Таким образом, климатические условия Емельяновского района отличаются значительной степенью континентальности (58-59%), хорошей влагообеспеченностью и недостаточным количеством тепла [47].

В структуре почвенного покрова исследуемой территории основной фон составляют лесные почвы различной степени оподзоленности глинистые длительномерзлотные почвы, среди которых большой удельный вес занимают серые почвы [48].

Большая часть территории покрыта лесами. В ее центральной части распространены наиболее влаголюбивые пихтово-еловые леса с примесью кедра. Насаждения здесь высокоствольные сомкнутые. Подлесок состоит из рябины, бузины, телиркании, смородины, местами рябинника. Встречаются отдельные кусты жимолости алтайской, волчьего лыка. Травяной покров характеризуется большой видовой насыщенностью: 40 – 50 видов на площади

$10м^2$. Преобладает высокотравье, состоящее из вейников и разнотравья: борец высокий, реброплодник уральский, осот разнолистный, василистник малый, таволга вязолистная, скерда сибирская, медуница, страусопер, черемша, какалия. Местами на старых гарях развились крупноствольные березово-осиновые леса. На лесных полянах, по долинам рек, на гарях отмечается густой высокий травостой с большим количеством бобовых, зонтичных, кипрея и другого разнотравья.

На севере преобладают сосна и береза, которые занимают водоразделы, уступая место в долинах елово-пихтовым лесам. В южной части по заболоченным участкам распространены елово-пихтовые таволговые леса, на более сухих водоразделах- сосновые боры [49].

Травяной покров парковых сосняков сходен по видовому составу с покровом березовых и березово-осиновых лесов, но более остепнен, здесь заметно уменьшается количество широколиственных видов. К основным растениям сосновых лесов можно причислить горошек однопарный, сочевники Гмелина и весенний, реброплодник уральский, вейник Лангсдорфа, лилию даурскую, володушку золотистую, герань голубую, василистник малый, борец степной и многие другие.

Иные типы сосняков появляются на песчаных террасах рек и выходах коренных песчаных пород. Насаждения здесь более сомкнуты. В травяном покрове ряд северных и боровых видов: брусника, кошачья лапка, грушанки однобокая и круголистная, овсяница овечья, черника. По структуре, составу древостоя и травяного покрова они относятся к лесам предгорного типа [47].

3.2 Методы исследования

Для исследования влияния комплекса экологических факторов, складывающегося на линейном объекте (ЛЭП) на серые почвы выбраны два участка одной линии, расположенные на расстоянии 500 м друг от друга,

отличающиеся положением в рельефе, но сходные по климатическим показателям и почвообразовательным породам. На почвенно-экологических трансектах заложены разрезы и проведено их морфологическое описание. Отбор проб для проведения физико-химических анализов проводился летом 2013г. и 2015 г.по слоям 0-5 см, 5-10 см, 10-15 см, 15-20, 20-25 см и 25-30 см для возможности проведения сравнительного анализа антропогенно-преобразованных и естественных почв.

Определение физических и химических свойств почвы проводилось в лабораторных условиях. Реакция почвенной среды определялась потенциометрически с помощью портативного pHметра Piccolo [50].

Определение общего органического углерода осуществлялось методом мокрого сжигания по Тюрину [51].

Определение плотности, удельного веса и порозности было произведено по методике Качинского Н.А. [52,13].

Содержание карбонатов определялось ацидиметрическим методом.

Определения гранулометрического состава почв происходило в стоячей воде методом пипетки по КачинскомуН.А. Сумма обменных оснований определялась по методу Каппена-Гильковича.

Определение мобильных форм железа осуществлялось с помощью фотометрического метода. Подвижные формы алюминия определялись по методу ЦИНА’О [53].

4 Результаты исследования

4.1 Морфологическая характеристика профилей почв на трансектах

Трансформация почв на просеках под ЛЭП проявляется в первую очередь в изменении строения почвенных профилей в результате механического нарушения в процессе строительства и дальнейшего обслуживания ЛЭП. Для рекогносцировки на трансектах закладывали почвенные прикопки. Далее на

просеке по результатам рекогносцировки были заложены разрезы. Для оценки изменения почвенных профилей проведен морфологический анализ разрезов. Были исследованы 8 почвенных разрезов (согласно схеме расположения разрезов, 4 разреза в 2013г. и 4 – в 2015 г.), ниже представлены описания разрезов, заложенных в 2013 г.

Разрез №1

Между двумя линиями электропередач

0-4 см сухой войлок из злаковых и других трав, под злаками зеленый мох хорошо развит. Нижняя часть представлена очесом мха мощностью 1 см.

4-14 см дернина, серо-бурого цвета, плотная, сухая, корнигусто пронизывают горизонт, порошистая структура

14-22 см более светлый, плотный, с затеками гумуса, комковатый, на гранях блеск, легко глинистый.

22-45 см бурый с ржавыми пятнами, мраморная окраска, черные точки, плотный, глинистый, хорошо оструктурен, пористый, следы оглеения.

45-50 см коричнево-бурая глина, плотная, оструктуренная, влажная.

Разрез №2

Лес осина, береза, пихта высокотравная.

0-2 см подстилка среднеразложившаяся из трав, листьев осины, березы и хвои пихты, зеленый мох редко, влажноватый.

2-4 см бурого цвета, влажноватая, порошистый, плотная,

4-9 см серый, рыхловатый, комковатый, тонкие корни, легко глинистый.

9-35 см серо-бурый однотонный, плотный, глинистый, мелкокомковатый, сухой

35-60 см коричнево-бурая глина, плотная, текстурная, влажная, слабые признаки оглеения, глинистые пленки на агрегатах, блеск на гранях, пористый.

Разрез №3

Под ЛЭП на высоту дерева от стены леса

0-1 см опад из трав, образует войлок, рыхлый, среднеразложившийся, влажноватый, зеленый мох очень редко.

1-4 см дернина серого цвета, влажноватая, порошистый, плотная,

4-17 см темно серый, плотный, комковатый, мажущийся, тонкие корни, легко глинистый, заметный переход. Ровная граница.

17-42 см серо-бурый с ржавыми пятнами, неоднородный, плотный, глинистый, мелкокомковатый, блеск на гранях, сухой

42-60 см коричнево-бурая глина, плотная, текстурная, мокрый, признаки оглеения, глинистые пленки на агрегатах, блеск на гранях, пористый.

Разрез №4

Под ЛЭП

0-1 см опад из трав, образует войлок, рыхлый, среднеразложившийся, влажноватый, очес зеленого мха 1-2см, зеленый мох повсеместно.

2-5 см дернина бурого цвета, сухая, порошистый, плотная,

5-13 см серо-бурый, рыхлый, комковатый, легко глинистый, заметный переход.

13-30 см неоднородный серо-бурый с мелкими ржавыми и черными пятнами, плотный, глинистый, мелкокомковатый, блеск на гранях, сухой

30-60 см коричнево-бурая глина, плотная, текстурная, влажный, признаки оглеения, глинистые пленки на агрегатах, блеск на гранях, пористый.

Облик техногенного ландшафта просеки ЛЭП в течение 50 лет претерпевает существенные изменения. Исследование почв под ЛЭП на территории южной тайги красноярского края показало, что происходит существенная трансформация морфологических, физико-химических и физических свойств серых почв на просеке.

На просеках под ЛЭП наблюдается сильная мозаичность почвенного покрова. Под опорами и вокруг них наблюдаются насыпные почвы с аккумулированным слоем подпочвы и почвообразующей породы с погребенными иллювиальными горизонтами. Вблизи и под опорами ЛЭП

техногенные нарушения почв наиболее обширные. Наблюдается частичная деструкция и уплотнение дернового горизонта, образование колеи при воздействии тяжелой техники во время строительства ЛЭП (Рисунок 8).

Рисунок 8 - Фото ЛЭП на момент строительства

Изначально нарушенные под действием тяжелой техники при строительстве серые почвы заросли травянистой растительностью, формируя на поверхности новый дерновый горизонт с отличающимися от лесных почв фоновой территории свойствами (Рисунок 9,10).

Рисунок 9 - Смена растительности на просеке ЛЭП (участок 1)

Рисунок 10 - Смена растительности на просеке под ЛЭП (участок 2)

На полосе под ЛЭП встречаются как контуры слабонарушенных почв с сохранением наследованного от естественной почвы профиля со всеми исходными горизонтами серой почвы, так и сильнонарушенные, лишенные верхних горизонтов. При сильном нарушении дерновый горизонт формируется на нижних минеральных горизонтах BEL или BT.

Конфигурация горизонтов в профилях сильнонарушенных почв характерна для техногенных почв. Границы горизонтов в таких почвах волнистые, переходы четкие или даже резкие. Наблюдается перемешивание верхних горизонтов с нижележащими минеральными. При морфологическом описании и анализе плотности почв выявлено уплотнение в средней части профиля. Такая трансформация почв наблюдается как на трансекте №1, так на трансекте №2 (Рисунок 11,12).

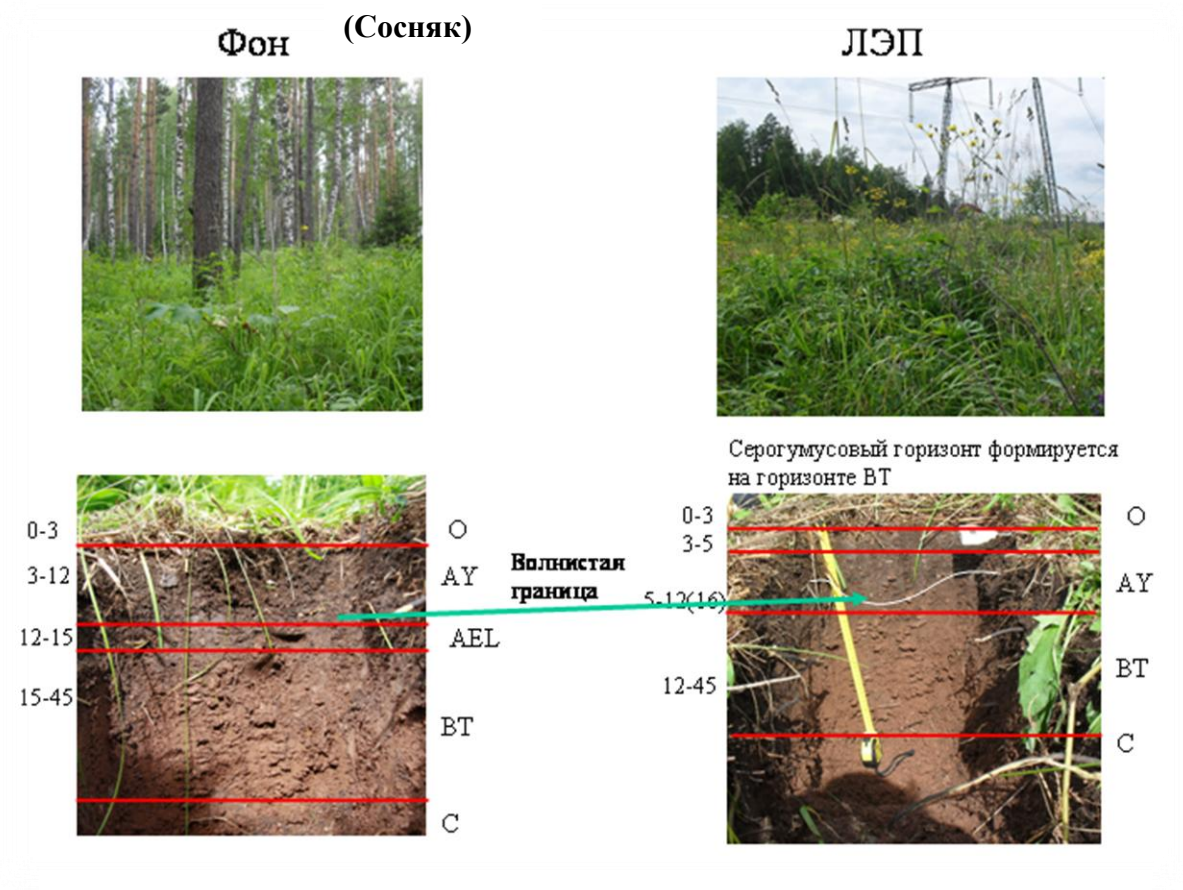


Рисунок 11 - Трансформация профилей серой лесной почвы на участке 1

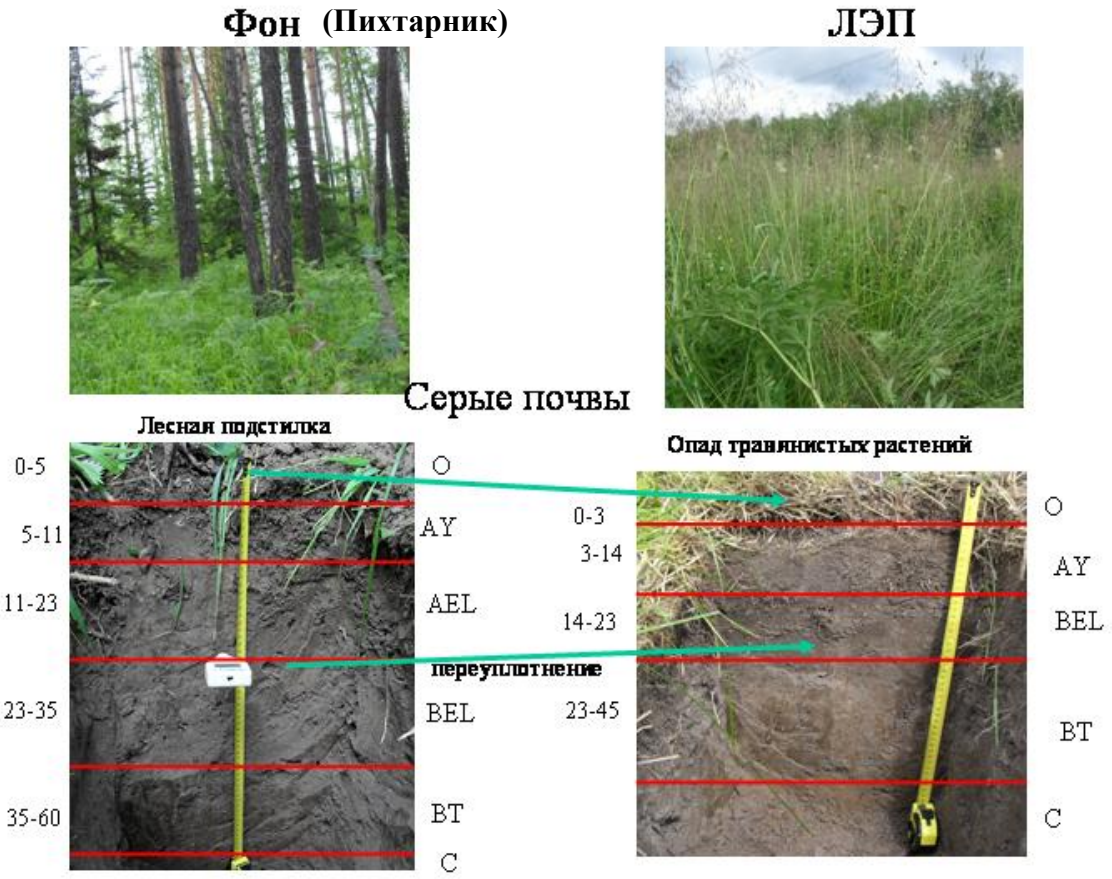


Рисунок 12 - Трансформация профилей серой лесной почвы на участке 2

На рисунке 13 мы видим, как трансформировались почвенные профили на просеках. На ПП1 мощность подстилки на просеке не изменяется, но сложена качественно другим опадом, состоящим из травянистых растений. Горизонт AY хорошо развит, горизонт AELне сформирован.Горизонт BELсохранился, но он отличается меньшей глубиной залегания и мощностью.

На участке Сосна ЛЭП мощность подстилки уменьшилась в 2 раза, по сравнению с сосновым лесом. Горизонты AELи BEL не диагностируются в профиле, горизонт серогумусовый AYразвивается на минеральном горизонте BT (Рисунок 13).

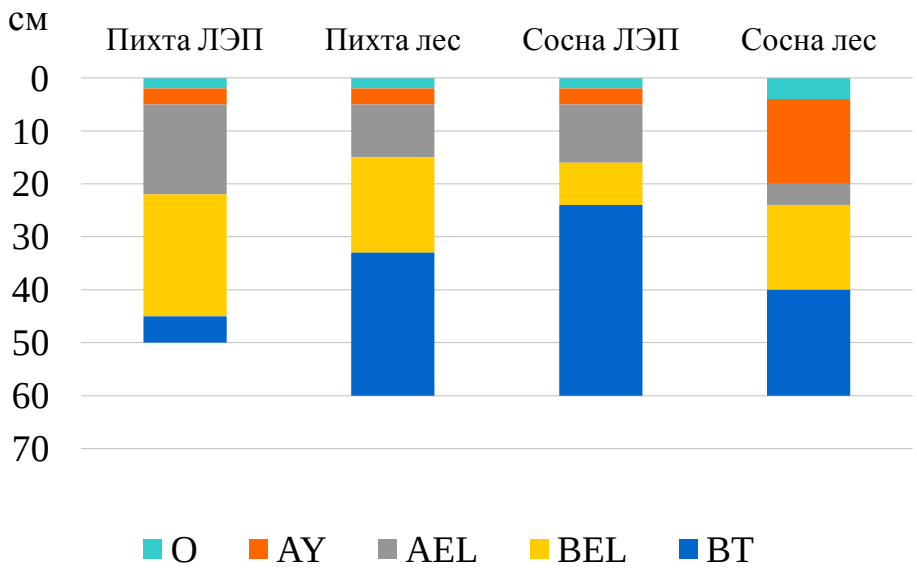


Рисунок 13 - Диаграммы почвенных профилей фоновых участков и трансформированных почвенных профилей на просеках

4.2 Растительный покров на лесных участках и просеках под ЛЭП

В результате вырубки леса и воздействии тяжелой техники во время строительства и обслуживания ЛЭП, на просеках происходит смена растительных сообществ. В пихтовом лесу насчитывалось 56 видов растений. Покрытие поверхности от 60 до 90 %. Доминирующими видами являются вейник тростниковый, живокость высокая, бор развесистый, чина Гмелина, борец северный, бодяк разнолистный. В результате всех антропогенных воздействий на образовавшейся на месте пихтового леса просеки число видов растений увеличивается до 65, покрытие также увеличивается, минимальное до 80%, максимальное до 100%. Сменились доминирующие виды. На место таких видов, как вейник тростниковый, живокость высокая, бор развесистый, чина Гмелина, борец северный, бодяк разнолистный пришли следующие, ежа сборная, скерда сибирская, таволга вязолистная, мытник мясокрасный, василистник малый, герань Крылова, володушка золотистая.

В сосновом лесу насчитывалось 59 видов растительности. Минимальное покрытие земной поверхности составило 40 %, максимальное 100 %. Доминирующими видами являются следующие растения - орляк обыкновенный, вейник тростниковый, бор развесистый, чина Гмелина, борец северный, молочай волосистый. В результате вырубки леса на просеке количество видов растительности уменьшилось до 37. Максимальное покрытие земной поверхности не изменилось и составило 100%, минимальное же увеличилось до 90%. Доминирующие виды также сменились, на место старым пришли орляк обыкновенный, вейник тростниковый, борщевик рассеченный, скерда сибирская.

4.3 Физико-химические свойства почв

Фоновые серые почвы характеризуются средним содержанием органического углерода с уменьшение вниз по профилю (от 8% до 0,6%). Степень насыщенности основаниями почвенно-поглощающего комплекса довольна высокая, содержание обменного алюминия и водорода низкое, реакция почвенного раствора слабокислая.

Техногенно-нарушенные почвы под ЛЭП на трансекте №1 характеризуются высоким содержанием углерода органического вещества в горизонте AY (10%). Увеличение содержания углерода по сравнению с фоновыми почвами связано со сменой растительности и соответственно качественным составом опада, а также с изменением гидротермического режима на открытой территории под ЛЭП. В горизонте AEL количество углерода резко снижается до 2,5%.Почвенная среда слабокислая. Наблюдается достаточно высокое содержание обменных оснований и карбонатов, что может быть связано с типом и обилием травянистой растительности. Содержание оксидов железа и алюминия невелико (Таблица 4).

Таблица 4 - Физико-химические свойства почв на трансекте № 1

Горизонт, глубина отбора, см	С, %	pHводный	pHсолевой	∑ обм.осн. мг*экв/100 г почвы	CO_2 карбонатов, %	Fe_2O_3 мг/100 г почвы	Al_2O_3 мг/1 кг почвы
О, 0-3	10,52	-	-	-	-	-	-
AY, 3-6	10,59	5,65	5,20	74,1	2,2	250	0,01
AEL, 6-12	2,47	5,10	4,51	41,3	3,5	332	0,105
BEL, 12-50	0	5,11	3,75	36,6	2,8	511	1,412

На пробной площади пихта лес содержание органического углерода в верхнем горизонте почвенного профиля незначительно превышает его содержание в фоновых почвах и составляет около 10 %. С глубинной его показатели убывают, приходя в соответствие с фоновыми значениями. На глубине 5 см содержание углерода составляет 6,4%, на глубине 15 см этот показатель уже равен 2 %, в последнем горизонте его значение снизилось до 1%.

Для пробной площади пихта луг на контрольном участке органический углерод соответствует фоновым значениям, за исключением гумусового горизонта. В нем содержание углерода составляет 8,8 %. Вниз по профилю его показатели снижаются. На глубине 10 см содержание углерода равен 3,1 %, на 15 см- 2,7%, на 20 см - 2,4%, на 25 см - 1,8%.

Пробная площадь сосна лес характеризуется высоким средним содержание органического углерода, превышающим фоновые значения. Его содержание в верхнем горизонте составляет 15,2 %, что больше не только фоновых показателей, но и значительно превышает значения углерода в почвенных профилях других рассматриваемых пробных площадей. На глубине 5 см органический углерод снижается до 10%. На глубине 10 см его показатель

равен 7%, далее он повышается до 8,4 %. На глубине 20 см значение органического углерода резко упало и составило 2%.

На пробной площади сосна луг содержание органического углерода остается на высоком уровне. На глубине 5 и 10 см показатели превышают значения других пробных площадей и составляют 10,3% и 9,3%, соответственно. В следующем горизонте содержание углерода равно 7,2%. Дальше вниз по профилю его показатели продолжают снижаться, но несмотря на это, они все равно в 2 раза превышают фоновые. На глубине 20 см содержание органического углерода составляет 4,8 %, на глубине 25 см падает до 3,4 %, на глубине 30 см его значение равно 2,5%.

На пробной площади пихта лес на контрольном участке pH почвенной среды незначительно варьирует в почвенном профиле. В пределах всего профиля почвенная среда слабокислая. Наблюдается уменьшение значения pH в горизонте AEL.

Для пробной площади пихта луг характерен сдвиг pH вниз по профилю в более щелочную среду. Кислотность в горизонте AY на глубине 5 см выше, чем на пробной площади пихта лес и составляет 4,97. Это может быть связано с составом травянистой растительности. Следующие горизонты остались примерно на том же уровне по pH почвенной среды. На глубине 10 см его значение равно 5,14, на глубине 15 см - 5,23, на глубине 20 и 25 см показатели pH находятся на одном уровне 5,33 и 5,34.

На пробной площади сосна лес на контрольном участке pH верхнего горизонта достигает значения 5,7, что несколько выше, чем на пробной площади пихта. Вниз по профилю почвенная среда сдвигается в более кислую строну, но остается также на уровне фоновых значений. На глубине 10 см pH составляет 5,3, на глубине 15 см этот показатель незначительно увеличился до 5,38, происходит снижение по профилю до 5,21,затем до 5,14.

Для пробной площади сосна луг характерна менее кислая среда верхних горизонтов. В горизонте на глубине 5 см pH равен 6,04, на глубине 10 см его

значение 5,62. Это связано с большим количеством поступающей с опадом органики, а также составом травянистой растительности. Далее вниз по профилю значения pH варьируют от 5,32 до 5,13 (Рисунок 15).

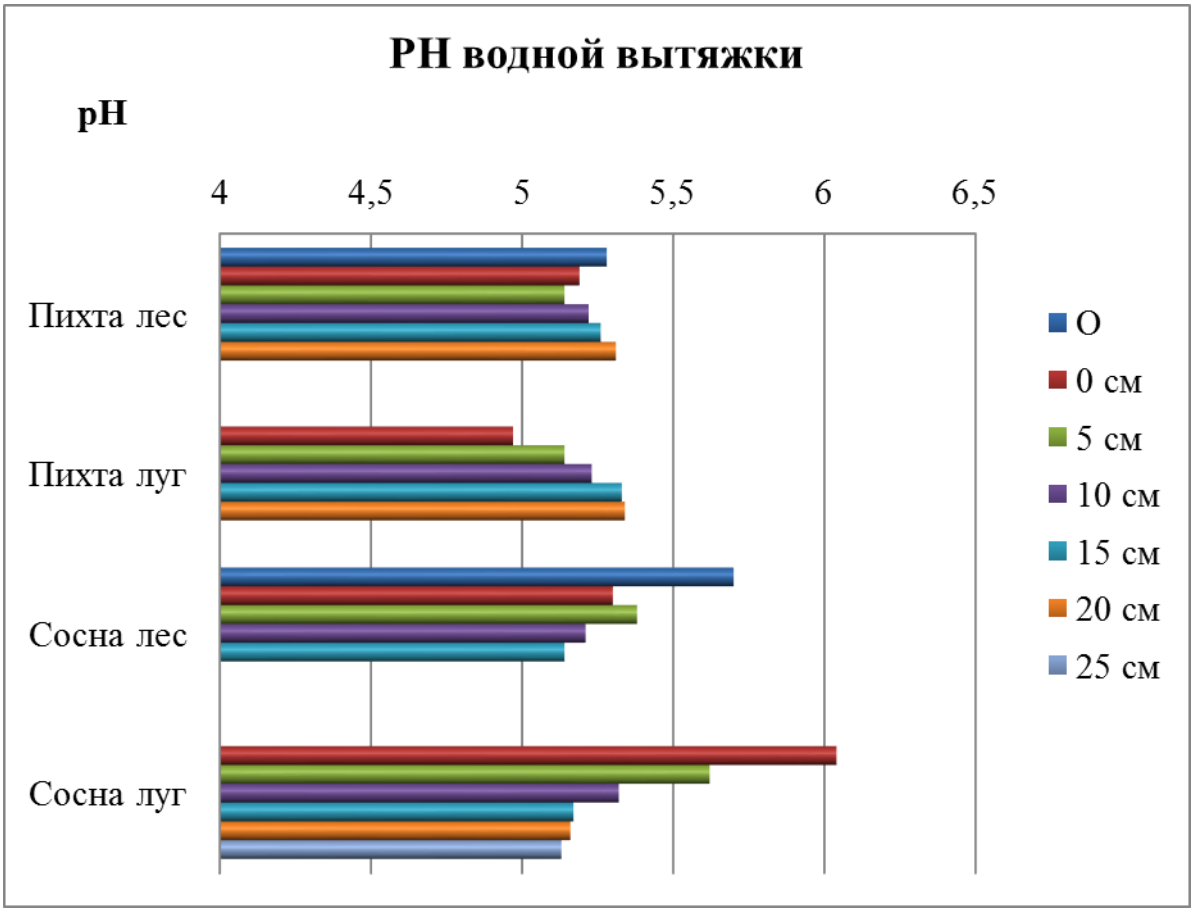


Рисунок 15 - Реакция почвенной среды

Для пробной площади сосна луг характерно постоянное варьирование значений плотности по профилю. Это может быть связано с механическим нарушением, перемешиванием почвы тяжелой техникой при обслуживании и строительстве ЛЭП и, также по причине вырубки леса. По среднему значению ОМ почву можно охарактеризовать как вспушенную, богатую органическим веществом. В горизонтах на глубинах 5см, 15 см и 25 см объемная масса слабо варьирует и имеет значения от 0,80 г/см³ до 0,79 г/см³. На глубине 10 см, 20 см и 30 см этот показатель также находится на одном уровне (0,62 г/см³, 0,64 г/см³, 0,59 г/см³ соответственно).

На пробной площади сосна лес, мы видим картину характерную для фоновых почв. Объемная масса увеличивается вниз по профилю. По средней величине этого показателя почва также характеризуется как вспушенная и богатая органическими веществами. Плотность верхнего горизонта равна 0,42 г/см³. Затем постепенно происходит увеличение ее значений до 0,54г/см³, 0,62г/см³, 0,78г/см³ и объемная масса самого нижнего горизонта составляет 0,89г/см³.

Почва на пробной площади пихта луг наиболее трансформирована. Для этого опытного участка характерны высокие средние показатели объемной массы, т.е. почва на данном участке сильно уплотнена. В верхнем горизонте значение объемной массы равно 0,99г/см³. Затем происходит резкое увеличение до 2,2г/см³. Это может говорить о том, что именно на этот горизонт пришлась основная нагрузка. На глубине 15 см показатель плотности, также резко уменьшился до 1,45г/см³. Последний горизонт характеризуется увеличением объемной массы до 1,73г/см³.

Для пробной площади пихта лес характерно фоновое распределение показателей объемной массы по профилю. Наименее плотный верхний горизонт, значение объемной массы в нем равно 0,72г/см³. Затем до глубины 15 см этот показатель увеличивается и достигает значения 0,99г/см³. На глубине 20 см опять происходит уменьшение плотности до 0,80г/см³. В последнем горизонте объемная масса вновь увеличилась и стала равна 1,02г/см³ (Рисунок 16).

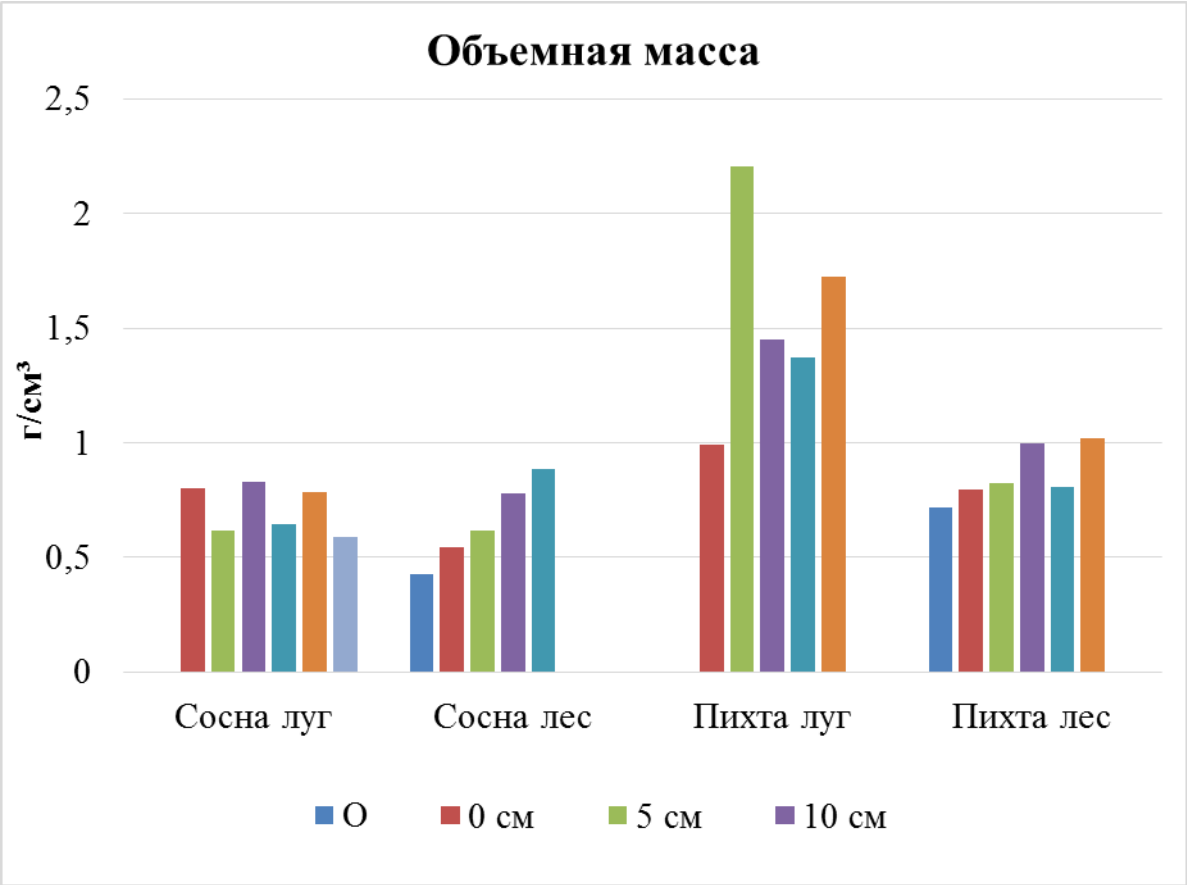


Рисунок 16 – Объемная масса почвы

На пробной площади сосна луг для верхнего горизонта характерен наименьший удельный вес (2,16г/см³), это объясняется большим количеством гумуса. Затем с уменьшением гумуса по профилю, удельный вес увеличивается. На глубине 10 см его значение равно 2,39г/см³, на глубине 15 см этот показатель резко вырос, это может быть связано с переуплотнением горизонта тяжелой техникой. Далее удельный вес вновь уменьшается и составляет 2,39г/см³. В горизонте на глубине 25 см его значение равно 2,47г/см³, к следующему горизонту оно уменьшается до 2,27г/см³.

Для пробной площади сосна лес, как и для фоновых почв, характерно увеличение удельного веса с глубиной. Два верхних горизонта имеют наименьший удельный вес (2,08г/см³ и 2,15г/см³), что связано с высоким содержанием органического углерода. Горизонты на глубине 10 см и 15 см

характеризуются повышением этого показателя до 2,5г/см³. В последнем горизонте удельный вес равен 2,4г/см³.

На пробной площади пихта луг верхний горизонт также имеет наименьшее значение удельного веса (2,2г/см³). С глубиной 10 см этот показатель увеличивается до 2,5г/см³. Затем удельный вес незначительно понижается, на глубине 15 см он равен 2,49г/см³, на глубине 20 см - 2,46г/см³. Последний горизонт характеризуется самым высоким значением удельного веса (2,6г/см³).

Для пробной площади пихта лес характерно постоянное варьирование значений удельного веса по профилю. В верхнем горизонте этот показатель самый маленький и равен 2,3г/см³. С глубинной 5 см он увеличивается до 2,42г/см³. Затем незначительно падает и составляет 2, 39г/см³. В горизонте на глубине 15 см удельный вес резко возрастает до 2,7г/см³, затем также резко уменьшается до 2,5г/см³. В последнем горизонте опять происходит резкое увеличение этого показателя до 2,8г/см³ (Рисунок 17).

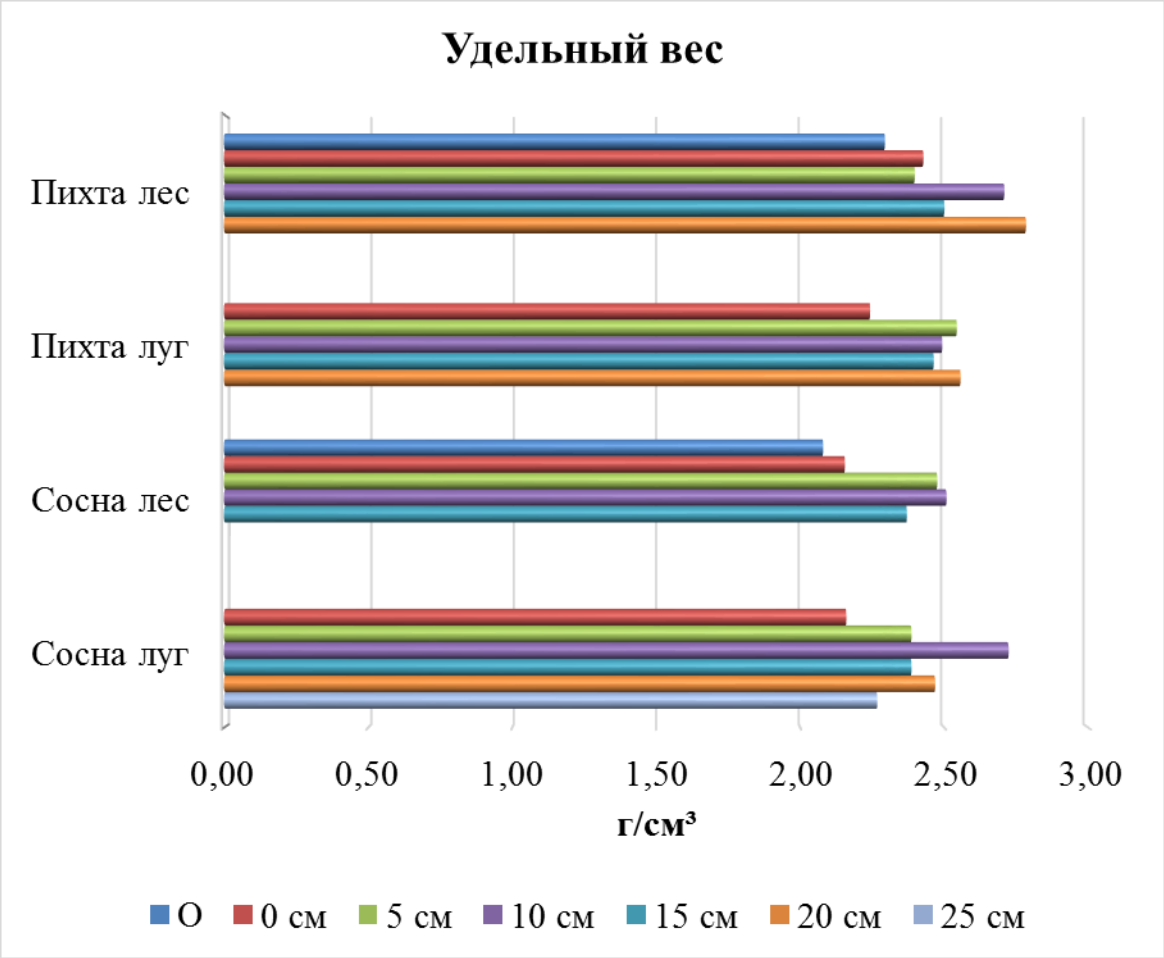


Рисунок 17 – Удельный вес почвы

Для пробной площади сосна луг характерна высокая общая пористость. Это значит, что почва оценивается, как отличная по физическому состоянию. Самая низкая пористость в верхнем горизонте и составляет 63%. В последующих горизонтах пористость незначительно варьируется по профилю. На глубине 10 см , 20 см и 30 см пористость равна 74,1 %, 73% и 74,1% соответственно. В горизонтах на глубине 15 см , 25 см ее значения 69,5 % и 68,1%.

На пробной площади пихта луг на контрольном участке общая пористость в среднем низкая. Почва оценивается, как неудовлетворительная для пахатного слоя. Самая высокая пористость в горизонте на глубине 5 см(AY), ее значение - 55,7%. На глубине 10 см (AY) ее показатели резко упали и составили 13,4 %. Это может быть связано с переуплотнением горизонта

тяжелой техникой. В горизонте BEL (15 см) максимальное значение пористости равно 44,3%. В последнем горизонте она снова падает и составляет 32,5%.

Для пробной площади сосна лес характерна очень высокая пористость. В первых трех горизонтах почва вспушена - избыточно пористая. Показатели пористости равны 79,2%, 74,8% и 75,1%. В горизонте на глубине 15 см(AEL) ее показатель убывает и составляет 68,9%. В горизонте BEL значение пористости продолжает снижаться до 63,4%.

На пробной площади пихта лес значения пористости высокие. Почву можно охарактеризовать, как отличную. Показатели незначительно варьируют по профилю. В верхнем горизонте значение пористости составляет 68,8%. Затем до глубины 20 см (AEL) она снижается до 63,2%. На глубине 20 см(BEL) ее показатель опять возрастает до 67,8 %. В нижнем горизонте значение пористости равно 63,4% (Рисунок 18).

В верхней части профиля под действием растительности за истекший период с момента строительства ЛЭП плотность уменьшилась, но на участках непосредственно под ЛЭП плотность остается еще значительно выше, чем в естественных лесных почвах.

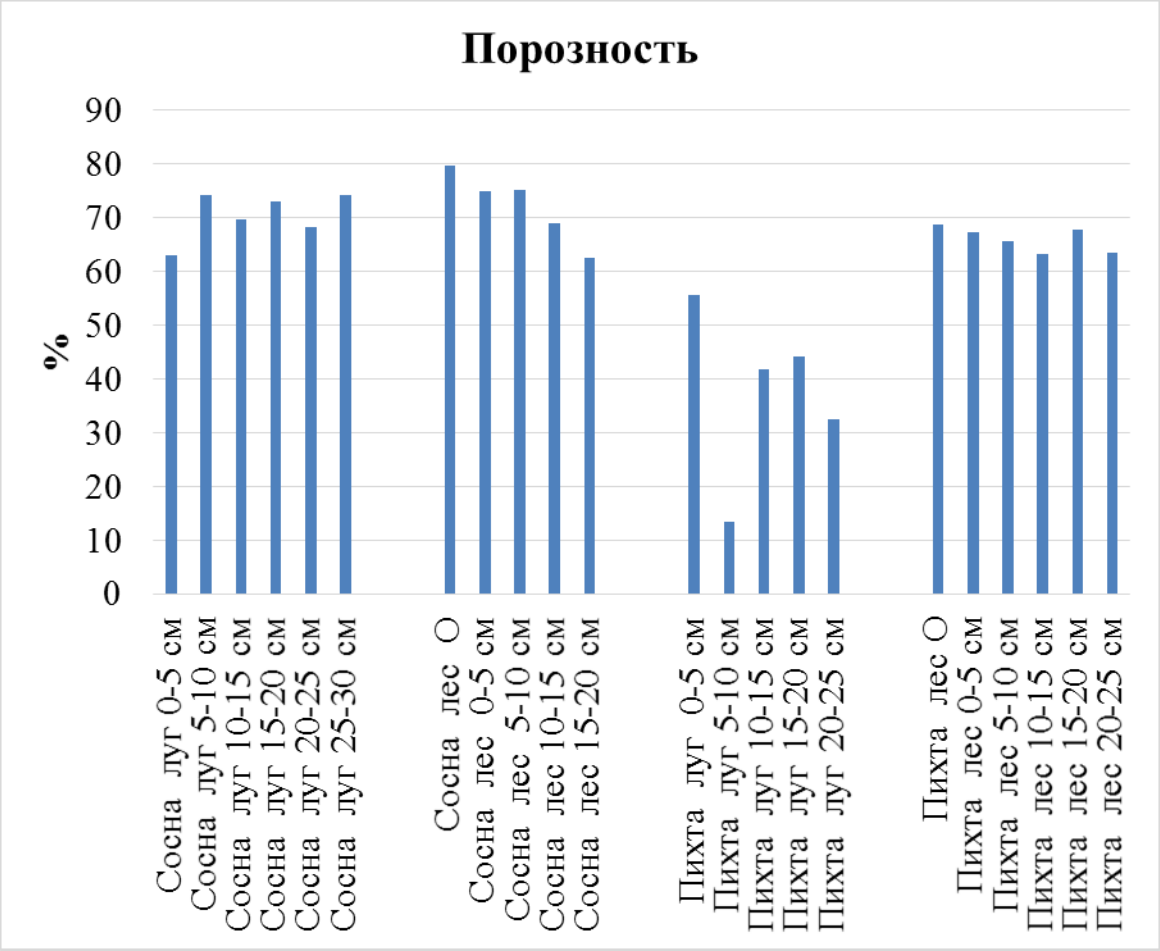


Рисунок 18 – Порозность почвы

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На просеках под ЛЭП на формирование почвенного покрова оказывают воздействие многочисленные факторы, как природные, так и специфические (изменение освещенности, количества осадков, типа растительности, механическое нарушение профиля при строительстве).

На просеках под ЛЭП изменяется видовой состав растительности и проективное покрытие, что сказывается на поступлении органического вещества в почвы.

За длительный 50 летний период формирования почвенного покрова трансформация почв проявилась в изменении морфологического облика и физических свойств, содержания углерода, кислотности почвенной среды. На

просеках образовались комплексы различной степени антропогенно-измененных почв с нелесным типом почвообразования.

По результатам исследования почва на просеке под ЛЭП, проходящей через пихтовый крупнотравный лес является наиболее трансформированной, что проявляется в изменении плотности, порозности и кислотности в верхней части профиля.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Изерская, Л.А. К методике эколого-экономической оценки лесных земель при строительстве ВЛ СВН / Л.А Изерская, А.В. Захарченко, Л.К. Цыцарева // Вестник Томского государственного университета. – 2007.- № 299.- С. 65-68
2. Плеханов, Г.Ф. Изучение влияния электрического поля высоковольтных установок на некоторые компоненты биогеоценоза/ В.М Орлов, А.Г. Карташев // Экология. – 1988. - №2. - С. 78-80.
3. Захарченко, А.В. Антропогенно-измененные почвы просек линий электропередач: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. биол. наук (03.00.16) / Захарченко Александр Викторович; ТГУ. - Томск, 2000. - 22 с.
4. Щербаков, И. В. Влияние электромагнитных полей воздушных линий электропередач на почвы лесных насаждений: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. биол. наук (06.03.02) / Щербаков Иван Валерьевич; Урал. гос. лесотехн. ун-т. - Екатеринбург, 2013. - 19 с.
5. Классификация и диагностика почв России [Электронный ресурс]: Основные принципы классификации почв. – Режим доступа // http://soils.narod.ru/
6. Евроазиатская Ассоциация молодежных экологических объединений "Экосистема" [Электронный ресурс]: Систематическое описание

почв. Почвы таежно-лесных областей. Тип серых лесных почв. - Режим доступа // http://www.ecosystema.ru

7. Березин, Л.В. Лесное почвоведение : учебное пособие / Л.В. Березин, Л.О. Карпачевский. - Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ: Омск, 2009. - 360 с.

8. Soil Taxonomy: USDA. Agric. Handbook. – Washington, 1975 - № 436. - 754 p.

9. Soil Taxonomy Staff. Keys to Soil Taxonomy. – USDA-NRCS. – Linkoln, NB, 1998. – 329 p.

10. Soil Taxonomy. A Basic system of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys. Secondedition. USDA. Washington D. C. 1999. – 869 p.

11. Гаель, А.Г. Пески и песчаные почвы: монография /А.Г. Гаель, Л.Ф. Смирнова. – Москва: ГЕОС, 1999. – 255 с.

12. Белицина, Г. Д. Почвоведение: учеб. для ун-тов. в 2 ч. / под ред. В. А. Ковды, Б. Г. Розанова / Г. Д. Белицина, В. Д. Васильевская, Л. А. Гришина и др. — Высшая школа.: Москва, 1988. — 400 с.

13. Качинский, Н.А. Физика почвы: учеб. для ун-тов ч.1 / Н.А. Качинский. – Высшая школа: Москва, 1970. - 360 с.

14. Сабо, Е.Д. Виды и динамика уплотнения и разуплотнения почв на вырубках / Е.Д. Сабо, О.В. Кормилицына, В.В. Бондаренко // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. – 2012. – № 3(86). – С. 42-45

15. Beven, K.J. Micro-, meso-, macroporosity and channeling flow in soil / K.J. Beven // Soil Sci. Soc. Am. J. - 1981. - V. 45. - P. 12-45

16. De Rosney P. Impact of a physically based soil water flow and soil-plant interectionrepresention for modeling large scale land surface processes / J. Polcher , M. Bruen , K Laval // J. Geophys. Res. - 2002. - № 107. - P. 107 – 112

17. Рожков, В.А. Физические и водно-физические свойства почв: учебно-методическое пособие для студентов специальностей 2604.00 и 2605.00

/ В.А. Рожков, А.Г. Бондарев, И.В. Кузнецова, Х.Р. Рахматуллоев. – МГУЛ: Москва, 2002. -73 с.

18. Публикации [Электронный ресурс]: Лекция основы почвоведения. – Режим доступа // http://ru.convdocs.org/

19. Михеев, В.П. Контактные сети и линии электропередачи: учебник для вузов ж.-д. транспорта / В.П. Михеев. – Маршрут: Москва, 2003. – 416с.

20. Магидин, Ф.А. Электромонтажные работы ч.1. Воздушные линии электропередачи: учебное пособие для ПТУ / Ф.А. Магидин, под ред. А.Н. Трифонова. – Высшая школа: Москва, 1991. – 208 с.

21. Черный, А.П. Современное состояние исследований влияния электромагнитных излучений на организм человека / А.П. Черный, В.В. Никифоров, Д.И. Родькин, В.Ю. Ноженко // Инженерные и образовательные технологии. – 2013. - № 2. – С. 112-124

22. Дубров, А.П. Геомагнитное поле и жизнь: монография / А.П. Дубров. – Гидрометеоиздат: Ленинград , 1974. – 176 с.

23. Акоев, И.Г. Биологические эффекты электромагнитных полей. Вопросы их использования и нормирования / И.Г. Акоев // Сб. Науч. Тр. - Пушкино, 1988. – 129 - 135с.

24. Фролов, Ю.П., Управление биологическими системами. Организменный уровень: монография / Ю.П. Фролов, М.М. Серых, А.Н. Инюшкие и др. - Изд-во «Самарский университет»: Самара, 2001. – 318 с.

25. Сарокваша, О.Ю. Влияние электромагнитного излучения ЛЭП-110 кВ на активность уреазы почвы / О.Ю.Сарокваша // Успехи современного естествознания. Самарский Государственный ун-т. – 2005. - №10. – С.76-77.

26. Сахаров, М.И. О влиянии ели на почву в лесу / М.И. Сахаров, Н.М Сахарова // Почвоведение. - 1951. - № 6. - С. 329–337.

27. Тер-Мисакянц, Т. А. Динамика изменения биологических свойств дерново-карбонатных почв Западного Кавказа после вырубки леса : автореф.

дис. на соиск. учен. степ. канд. биол. наук (03.02.08) / Тер-Мисакянц Тигран Александрович; Юж. федер. ун-т.- Ростов-на-Дону, 2013.- 124 с.

28. Зонн, С.В. Краткий обзор итогов по лесному почвоведению за 40 лет / С.В. Зонн // Почвоведение. - 1957. - № 10. - С. 12–19.

29. Волков, В.Н. Влияние прореживания на режим влажности почвы в дубовых древостоях Южного Приморья / В.Н. Волков // Биогеоценотические исследования в лесах Приморья. – Наука: Ленинград, 1968. - С. 53–79.

30. Таранкова, Т.И. Испарение с поверхности почвы и травяного покрова в кедровниках Южного Приморья / Т.И. Таранкова // Биогеоценотические исследования в лесах Приморья. – Наука: Ленинград, 1968. - С. 91–99.

31. Огородников, А.В. Изменение почвенно-экологических условий на вырубках в кедровниках Горного Алтая / А.В. Огородников, О.Ю. Читоркина // Экология и рациональное природопользование на рубеже веков. Итоги и перспективы: Материалы Междунар. конф. - Томск, 2000. - С. 148–149.

32. Бех, И.А. Влияние лесозаготовок и выпаса скота на свойства почв лиственничных лесов Горного Алтая / И.А. Бех, И.Н. Росновский, В.В. Давыдов // Лесное хозяйство. - 1997. - № 4. - С. 29–31.

33. Мерзляков, О.Э. Влияние сплошных рубок на изменение лесорастительных свойств мерзлотных грубогумусовых почв / О. Э. Мерзляков // Вестн. Томского ун-та. Биология. – 2008. - №1. – С. 71-74.

34. Аникеева, В. А. Изменение водно-физических свойств почв на сплошных вырубках / В.А. Аникеева, Н.И. Кубрак, Н.И. Кудрявцев // Диагностика деградации и воспроизводства лесных почв. - Тарту, 1987. - С. 107-108

35. Прудов, Б. Н. Изменение почвы под влиянием лесозаготовительной техники / Б.Н. Прудов, В.С. Серый //Диагностика деградации и воспроизводства лесных почв. - Тарту, 1987. - С. 69-70

36. Горбачев, В. Н. Оценка состояния лесных почв на свежих вырубках / В.Н. Горбачев, Н.Д. Сорокин, Р.М. Бабинцева и др. // Диагностика деградации и воспроизводства лесных почв. - Тарту, 1987. - С. 112-117

37. Иванов, Б.Н. Влияние уплотнения на физические свойства серой лесной почвы в лесу при рекреации / Б.Н. Иванов // Лесоведение. - 1990. - № 3. - С. 58-62.

38. Спиридонов, В.Н. Изменение плотности почвы в лесу под влиянием рекреационной нагрузки / В.Н. Спиридонов // Лесн. хоз-во. - 1983. - № 6. - С. 16-17.

39. Соколов, А.Л. Изменение свойств почвы в лесных биогеоценозах с высокой рекреационной нагрузкой / А.Л. Соколов, В.Д. Зеликов // Лесоведение. - 1982. - № 3. - С. 16-23.

40. Шкрум, В. Д. Уменьшение экологического ущерба от воздействия колесных трелевочных систем на лесную почву : автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук (05.21.01.) / Шкрум Василий Дмитриевич. - Санкт-Петербург, 2006. - 192 с.

41. Доценко, Л.С. Влияние выпаса на физические условия в почве под многолетними травами / Л.С. Доценко // Сб. трудов по агрономической физике. – Сельхозгиз: Москва, 1960. - №6. - С. 92-102.

42. Уткаева, В.Ф. Влияние уплотняющего действия сельскохозяйственной техники на почвенную структуру / В.Ф. Уткаева, П.М. Сапожников, В.Н. Щепотьев // Почвоведение. - 1986. - № 2. - С. 54-62.

43. Исаев, В.И. Применение механики грунтов для изучения изменений водно-физических свойств лесных почв в результате воздействия антропогенных факторов / В.И. Исаев // Повышение продуктивности лесов лесоводственными приемами. - Москва, 1977. - С. 169-187.

44. Лебедев, А.Ф. Уплотнение грунтов при различной их влажности и различной уплотняющей работе: монография / А.Ф. Лебедев. – Стройиздат: Москва, 1949. - 56 с.

45. Бабков, В.Ф. Основы грунтоведения и механики грунтов: монография / В.Ф. Бабков , В.М. Безрук. – Высшая школа: Москва, 1976. - 328 с.

46. Розанов, Б.Г. Генетическая морфология почв: монография / Б.Г. Розанов. - Изд-во МГУ: Москва, 1975. - 293 с.

47. Шугалей, Л.С. Моделирование развития искусственных лесных биогеоценозов: монография / Л.С. Шугалей, М.Г. Семечкина, Г.И. Яшихин, В.К. Дмитриенко. – Наука: Новосибирск, 1984. – 151 с.

48. Яшихин, Г.И. Гидротермический режим серых лесных почв: монография / Г.И. Яшихин. – ИЛиД СО АН СССР: Красноярск, 1991. – 165 с.

49. Любимов, Е.Л. Растительный покров: монография / Е.Л. Любимов. – Наука : Москва, 1964, - С. 226 -227

50. ГОСТ 26423-85. Почвы. Методы определения удельной электрической проводимости, pH и плотного остатка водной вытяжки. – Москва, 1985. – 2 с.

51. ГОСТ 26213-91. Почвы. Методы определения органического вещества. – взамен ГОСТ 26213-84; введен 30.06.1993. – Москва, 1992. – 5 с.

52. Качинский, Н.А. Физика почвы: учеб. для ун-тов ч. 2 / Н.А. Качинский. – Высшая школа: Москва, 1970. – 359 с.

53. Котова, Д.Л. Методы контроля качества почвы: учебно-методическое пособие для студентов высших учебных заведений / Д.Л. Котова, Т.А. Девятова, Т.А. Крысанова, Н.К. Бабенко и др. - Воронеж, 2007. – 106 с.