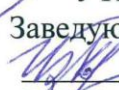


Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт экономики, управления и природопользования
Кафедра экологии и природопользования


УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
 С.В. Верховец
подпись
« 21 » 06 20 16г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

05.03.06 – экология и природопользование
05.03.06.01 - Экология

Особенности почвообразования в северотаежной подзоне Центральной
Эвенкии (нижнее течение реки Кочечум)

Руководитель

 20.06.16
подпись, дата

И.В. Борисова
инициалы, фамилия

Выпускник

подпись, дата

М.П. Банщиков
инициалы, фамилия

Нормоконтролер

 20.06.2016
подпись, дата

И.Г. Гетте
инициалы, фамилия

Красноярск 2016

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| Введение..... | 3 |
| 1 Особенности почвообразования в северо-таежной подзоне..... | 4 |
| 1.1 Почвообразование в северотаежной подзоне..... | 4 |
| 1.2 Влияние пирогенеза на почвообразование в северо-таежной подзоне | 7 |
| 1.3 Минерализация почв таежной зоны..... | 9 |
| 2 Район, объект и методы исследований | 12 |
| 2.1 Район и объект исследования | 12 |
| 2.2 Методы исследований | 13 |
| 3 Особенности почвообразования в северо-таежной подзоне | 14 |
| 3.1 Морфологические свойства почв исследуемой территории | 14 |
| 3.2 Гранулометрический состав почв | 21 |
| 3.3 Физико-химические и химические свойства почв..... | 31 |
| 3.4 Минерализация органического вещества почв северо-таежной подзоны..... | 36 |
| Выводы | 39 |
| Список использованных источников | 41 |

Введение

Актуальность исследований обусловлена малой изученностью территории в целом, и почвенного покрова северотаежной подзоны в частности. Все работы в данном регионе связаны в основном с изучением древостоя и напочвенного растительного покрова. Изучение почвенного покрова ограничивалось исследованиями мощности органических горизонтов и биологической активности почв.

В связи с этим целью работы явилось изучение почвенного покрова северо-таежной подзоны бассейна реки Кочечум (Центральная Эвенкия).

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. установить морфологические свойства почв, в соответствии с геохимической структурой территории, определить их классификационную принадлежность;
2. изучить гранулометрический, физико-химический и химический состав почв;
3. выявить интенсивность процессов минерализации в почвах по соотношению C:N.
4. установить влияние различной глубины сезонно-талого слоя на почвообразовательные процессы.

1. Особенности почвообразования в северо-таежной подзоне

1.1 Почвообразование в северотаежной подзоне

В пределах северо-таежной подзоны почвообразование лимитируется двумя основными факторами – особенностями материнских пород и многолетней мерзлотой, формированию и поддержанию которой способствует суровый резко-континентальный климат [10, 32]. Таким образом, период почвообразования очень краток. Средние годовые температуры везде отрицательны, сумма активных температур колеблется в районе 800–900 С°, годовые суммы осадков в среднем для области от 500 до 250 мм. Снежный покров держится в среднем с октября по май, достигая мощности 30-40 см в долинах и 60-80 см – на плато [20, 29]. В этих условиях сохраняется и даже усиливается вечная мерзлота грунтов, которая играет роль геохимического барьера в почвенном профиле – создает непромывной водный режим почв и препятствует выносу химических элементов за пределы почвенного профиля. Для почв данной территории характерны многочисленные следы оглеения в почвенном профиле, особенно в его нижней части – результат надмерзлотного оглеения [12, 22].

Мерзлота и суровость климата влияют на особенности преобразования опада: заторможенность минерализации растительных остатков, их мерзлотную фрагментацию, образование грубого гумуса или сухого торфа [25].

Особенности процесса гумусонакопления в почвах объясняются характером лесов – мохово-лишайниковых и кустарниково-моховых лиственничников. В северной тайге они, как обычно, редкостойны, низкобонитетны. Самые сухие участки заняты лишайниковыми лиственничниками из даурской лиственницы, в более влажных лесах нижний ярус образован ерником. Площадь под лесами составляет 86% территории, но распределение лесов неравномерное в связи с гарями [34].

Отмеченные особенности таежной растительности имеют большее значение как показатель подзональных особенностей, незначительных вариаций в количественных параметрах почв и их органогенных горизонтов, чем как фактор дифференциации почвенного покрова [32]. В качестве такого фактора выступают материнские породы, их гранулометрический состав и скелетность, химический и минералогический состав [9, 4, 22]. Почвообразующими породами являются преимущественно переотложенные и перемешанные криодинамическими и склоновыми процессами продукты выветривания лавового комплекса, имеющие разный генезис (делювиально-солифлюкционный, флювиогляциональный, аллювиальный) и гранулометрический состав (мелкоземисто-глыбовый, мелкоземисто-гравийно-галечниковый, от супесей до суглинков и глин) [6, 29].

В данных условиях формируются подбуры глееватые и подбуры глеевые иллювиально-железистые и иллювиально-гумусовые. Они относительно «индифферентны» к химическому составу пород, но встречаются только в условиях хорошего внутрипрофильного дренажа. Как правило, мощность профиля не превышает 0,5 м, гранулометрический состав не тяжелее среднего суглинка, обломочный материал занимает более половины почвенной массы, что неизбежно в условиях резко континентального холодного климата, ограничивающего процессы выветривания. Органогенные горизонты чаще всего представлены грубогумусовыми, маломощными торфяными и сухоторфяными почвами. По облику главного диагностического горизонта – альфегумусового – подбуры иногда разделяются на охристые и типичные или темные и светлые соответственно по преобладанию иллювиирования железистых или гумусовых соединений [9, 11].

На суглинках, в условиях близкого залегания мерзлоты, формируются криоземы (мерзлотно-таежные глеевые почвы). Их формированию способствует избыточное увлажнение, обусловленное выположенностью

рельефа, тяжелым гранулометрическим составом, близким залеганием мерзлоты (около 70 см в конце лета) [3, 9]. Однако далеко не всегда комбинация перечисленных обстоятельств вызывает развитие глея. К механизмам, противодействующим оглеению, относятся: криогенное перемешивание почвенной массы, обеспечивающее ее лучшую аэрацию; трещиноватость, также улучшающая аэрацию и поступление кислорода; низкие температуры, положительно влияющие на кислородный (окислительный) режим, но ограничивающие микробиологическую активность и гумусообразование. Криометаморфические грубогумусовые глееватые почвы характеризуются наличием грубогумусового и криометаморфического горизонтов. В нижней части подстилочно-торфяного горизонта присутствует примесь грубогумусового материала. Криометаморфический горизонт слабо выделяется по цвету от почвообразующей породы, но отличается от нее по структуре; нижняя часть профиля характеризуется плитчатым сложением, связанным с длительным промерзанием. В результате формируются почвы с простым однородным и неглубоким профилем, состоящим из органогенного горизонта и однородной бесструктурной грязно-бурой массы с признаками криотурбаций, подстилаемой мерзлотой. [11, 12]

Криоземы подразделяются на два типа: торфянисто-перегнойные (гомогенные) и тиксотропные. Первые отличаются менее мощным профилем, «запертым» мерзлотой на глубине 30-40 см, в котором велика роль органического вещества. Малая мощность надмерзлотной толщи в гомогенных криоземах определяет высокую интенсивность криогенного перемешивания, препятствующего ее дифференциации на горизонты. Надмерзлотная минеральная толща содержит щебень, пропитана гумусом, в ней присутствуют фрагменты и обрывки органогенного материала верхнего горизонта, обычны признаки пльвунности. Тиксотропные криоземы приурочены к сравнительно тяжелым мелкоземистым породам, свойства

которых определяют варьирование генетических характеристик почв. Однако, всем тиксотропным криоземам присуща большая, чем у гомогенных криоземов, мощность профиля (до 70-90 см), в котором проявляются криотурбации, характерны маломощный органогенный горизонт и отчетливая тиксотропность [9, 8].

1.2 Влияние пирогенеза на структуру и свойства почв.

Обозначенные выше характерные особенности почвообразования для данной территории приведены без учета внешнего воздействия на почвообразовательный процесс, однако такое воздействие присутствует. Антропогенный фактор не играет важной роли, поскольку территории Центральной Эвенкии малонаселены и условия местности не позволяют заниматься масштабной сельскохозяйственной деятельностью [3, 5]. Ключевым же фактором, вносящим свои корректировки в почвообразование, является пирогенное воздействие. Согласно оценкам экспертов, за последние десятилетия XX в огневому воздействию только в центральной части Эвенкии подверглось около 2% площадей лесного фонда [39, 40]. Лиственничникам криолитозоны Центральной Эвенкии свойственна высокая горимость, обусловленная климатическими условиями, присутствием мерзлоты в почвах, быстротой достижения пожарной зрелости, сравнительно небольшим типологическим разнообразием и замедленностью процессов минерализации органического вещества [27]. Последнее обстоятельство определяет большие запасы растительных горючих материалов на поверхности почвы, которые в сочетании с обилием кустарничков и развитым мохово-лишайниковым покровом создают предпосылки для возникновения пожаров.

Пожар является главным фактором, регулирующим запас и потерю органического вещества почвы. В дополнение к непосредственным выбросам углерода в ходе горения, изменения температуры и влажности почвы после пожарного воздействия являются потенциальными факторами ускорения

минерализационных потоков в послепожарный период. Последнее предопределяет выбросы большого количества запасенного углерода в атмосферу [19]. Пожары, непосредственно воздействуя на древесную, напочвенную растительность и органическое вещество почв ведут к изменениям свойств почв и почвенных условий, в частности, влажности, температуры, гидрофобности, агрегатного состава, плотности, а также количественных и качественных характеристик органического вещества почв [19, 27]. В химическом отношении высвобождение зольных элементов сдвигает рН почвы от слабокислой до нейтральной – данный процесс особенно ярко прослеживается в верхнем гумусовом 5-сантиметровом слое почвы. В нижележащих горизонтах (5–10 см и 10–20 см) изменение реакции среды сразу после прохождения пожара не отмечается, но тенденция к снижению кислотности прослеживается на более поздних стадиях развития биогеоценозов. Вероятно, это происходит за счет постепенной миграции щелочноземельных элементов с дождевыми и талыми водами, а также минерализацией органического вещества [31]. Повышается содержание обменных оснований (Ca, Mg), а также пожары негативно сказываются на структуре и функциональной активности почвенных микробных комплексов, усиливая степень обедненности почвы азотом и другими питательными элементами, вследствие их потерь в газообразной и водорастворимой формах [34].

В физическом отношении лесной пирогенез приводит к термомелиорации мерзлотных почв, несколько повышая их теплообеспеченность. В северной тайге на горях мерзлотных северо-таежных глееватых почв мощность сезоннопротаивающего слоя увеличивается до 250 см (при максимальных значениях под лесом 40–60 см). Интенсивное постпирогенное протаивание высвобождает почвенную влагу, до этого консервированную мерзлотой, что может изменить влажностный режим почв в сторону, как повышения, так и снижения влагосодержания в зависимости

от гранулометрии почв, рельефа и локальных особенностей. Изменяются также условия транспирации, альbedo выгоревшей поверхности и турбулентный теплообмен [31].

Существует определенная зависимость степени воздействия пирогенеза на почву от давности. Недавнее воздействие отмечается четкой реакцией комплекса свойств почвы. Для почв с 3-4-х летней давностью пожара характерна слабая реакция по изменяющимся показателям. При отсутствии пожара более 10 лет следы пирогенеза почв практически отсутствуют [35].

1.3 Минерализация почв северотаежной подзоны.

Азот играет исключительно важную роль в функционировании живых организмов, так как является необходимым компонентом белков. Но, несмотря на то, что атмосфера Земли состоит в основном именно из азота (порядка 78%), тем не менее, являясь инертным газом, он не может усваиваться растениями и большинством микроорганизмов непосредственно из атмосферного воздуха. Поэтому азот почвенных ресурсов в значительной степени определяет продуктивность растительных сообществ. Первоисточником почвенного азота является азот атмосферный, поступающий вместе с осадками. Поступление азота с осадками происходит не только в летний период, но и зимой, причем именно на зимний период приходится значительная доля поступающего с осадками азота [21]. Поступление азота в почву с атмосферными осадками является положительной статьей баланса, но составляет незначительную часть от того количества азота, которое необходимо для нормального роста и развития растительности [24, 33]. Почвообразующие породы магматического происхождения, характерные для района исследований, не содержат азота. Гораздо большее значение в обеспечении растений азотсодержащими соединениями отводится биологическим факторам, основным из которых выступает группа азотфиксирующих микроорганизмов, включающих

атмосферный азот в биологический круговорот. В различных природных зонах скорость накопления органического вещества и азота в почве обусловлена рядом факторов – гидротермическим режимом, свойствами материнских пород, составом и характером поступления растительных остатков, интенсивностью биологических процессов. Основная часть почвенного азота входит в состав органики – порядка 95 – 99% от валовых запасов [14, 16], в то время как для питания растений и микроорганизмов используются минеральные формы – аммиак, нитраты, нитриты. Таким образом, уровень обеспеченности растений азотосодержащими соединениями определяется запасами в почве органического вещества и интенсивностью его минерализации. Органические азотосодержащие соединения в почве представлены гумусом, простыми (протеины) и сложными (протеиды) белками, нуклеокислотами и аминокислотами, аминами и амидами. При разложении азотосодержащей органики главная роль принадлежит гидролитическим ферментам – уреазе и протеазе. Протеолитическая активность почв характеризует первый этап минерализации органики – интенсивность распада сложных азотосодержащих соединений (гуминовых, фульвокислот, белков) до аминокислот и амидов. Активность уреазы показывает интенсивность минерализации на конечных стадиях – превращение аминокислот в аммиак. Общая активность ферментов азотного метаболизма является показателем плодородия почв и степени обеспечения растений азотной пищей [30, 38]. Минеральные формы азотных соединений представлены нитратами, нитритами, аммиаком – воднорастворимым, обменным и фиксированным. Количество минеральных соединений азота в почве зависит и определяется направленностью двух биологических процессов – аммонификации и нитрификации [26]. Аммонификация - важное звено круговорота азота, который протекает в почве в больших масштабах. Высвобождающийся аммиачный азот не вымывается, а связывается почвенно-поглощающим

комплексом в количествах, зависящих от ионообменной способности почв. В нейтральных и хорошо аэрированных почвах значительная часть аммонийного азота быстро подвергается нитрификации. При неблагоприятных для нитрификации условиях (кислая среда, плохая аэрация) процесс аммонификации протекает очень интенсивно, приводя к потере азота из-за улетучивания аммиака. Высокие потери могут происходить при наличии в почве легкоминерализующихся, богатых азотом органических веществ, при благоприятной влажности и температуре почвы, поскольку в этом случае процесс аммонификации органических азотных соединений протекает с высокой скоростью. Аммонификация – это микробиологический процесс. Если в почве содержится много углерода, аммонификация протекает довольно интенсивно, но высвобождается мало аммиака, поскольку при наличии высокого количества богатой углеродом органической массы создаются условия для активного развития микроорганизмов, расходующих аммиачный азот – азот переходит в органическую форму, т.е. иммобилизуется и не выделяется в почву.

Нитрификация – процесс, связанный с накоплением в почве нитратного азота. От его интенсивности зависит азотный режим почвы – один из основных факторов почвенного плодородия. При окислении аммиака нитрифицирующими бактериями выделяется энергия, используемая ими для синтеза органических веществ. Окисление аммиака проходит в два этапа: на первом – до азотистой кислоты, на втором – до азотной. Нитрифицирующие бактерии чувствительны к окружающей среде и не развиваются при pH ниже 6 [36].

О степени минерализации почвы можно судить по соотношению в ней углерода и азота. Чем выше соотношение C:N, тем слабее выражены процессы разложения и минерализации органического вещества [26]. В результате пирогенного воздействия происходит изменение содержания углерода и азота в почве и их соотношения по почвенному профилю [13].

2. Район, объект и методы исследований

2.1 Физико-географическое положение

Район исследований – бассейн реки Кочечум в Центральной Эвенкии (район пгт. Тура). Объектом исследования является почвенный покров северотаежной подзоны.

Центральная Эвенкия расположена в срединной части Средне-Сибирского плоскогорья [29]. Район исследований представлен мелкосопочником, покрытым преимущественно лиственничными лесами, с небольшими включениями березняков. Преобладающие абсолютные высоты гряд и холмов в пределах площади исследования не превышают 230 – 270 м. В реки впадают многочисленные ручьи, образующие крупные долины с крутыми склонами и практически полностью пересыхающие в летний период, поскольку основным источником питания для них являются талые воды. Микрорельеф местности западинно-бугристый, что в свою очередь обуславливает микромозаичность напочвенного растительного покрова. К склонам северной экспозиции приурочены выходы материнских пород на поверхность. На склонах северной экспозиции в нижнем ярусе преобладает мохово-лишайниковый покров, тогда как на южных кустарничковый. Широко распространены лесные гари, являющиеся основным способом возобновления лиственничных лесов [27, 31].

Район исследований характеризуется резко континентальным климатом (среднегодовая температура -9.1°C , средняя температура января около минус 36.7°C , июля – 16.5°C , годовое количество осадков 371 мм) и сплошным распространением многолетнемерзлых почв [27].

2.2 Методы исследований

Макроморфологическое описание почвенных профилей и отбор образцов почв и почвообразующих пород выполнены по стандартной схеме полевого изучения почв и отложений, в соответствии с методическими рекомендациями [7, 18, 28]. Почвенные разрезы закладывались на пробных

площадях, в наиболее типичном для данного типа леса местообитаний. Диагностика почв проводилась с использованием Классификации почв 2004 [17].

Определение химических и физико-химических свойств почв проводилось по общепринятым методам [1, 7]: анализ водных вытяжек, определение суммы обменных оснований по Капенну-Гильковицу, определение подвижных форм железа проводилось с помощью роданида аммония по ГОСТ 26485 – 85, определение обменного (подвижного) алюминия по методу ЦИНАО по ГОСТ 26485 – 85, определение общего органического углерода (гумуса) мокрым сжиганием по Тюрину, определение общего азота по методу Кьельдаля. Гранулометрический состав определен по средней пробе в стоячей воде методом пипетки по Н.А. Качинскому [15].

3. Особенности почвообразования в северо-таежной подзоне (нижнее течение реки Кочечум)

Изучение почвенного покрова проводилось катенарным методом. Были заложены две основные катены, на склонах южной и северной экспозиций, на участках без непосредственного недавнего пирогенного воздействия. Катена 1 (бассейн реки Кочечум, 2-ой профиль, склон южной экспозиции) включает три геохимические фации – элювиальную, трансэлювиальную и супераквальную. В пределах катены 2 (бассейн реки Кочечум, 2-ой профиль, склон северной экспозиции) было выделено две фации – элювиальная и трансэлювиальная. Изучен почвенный покров долины ручья Кулиндакан (бассейн р. Кочечум) – почвы, формирующиеся на склоне северной экспозиции (левобережье ручья, не испытавшие недавнего пирогенного воздействия) и почвы, формирующиеся на послепожарных территориях (склон северной экспозиции, правобережье ручья Кулиндакан).

3.1 Морфологическое описание почв

Катена 1, склон южной экспозиции, элювиальная фация. Почва формируется под лишайничником кустарничково-лишайничково-зеленомошным.

| Горизонт | Глубина залегания, см | Морфологическое описание |
|----------|---------------------------------|--|
| O | 0-8 $t=17,2^{\circ}\text{C}$ | Подстильно-торфяной горизонт, представленный зеленым мхом, лишайником различной степени разложенности, обильно корни древесной и кустарничковой растительности, граница ровная, переход постепенный. |
| BF | 8-24 | Темно-серый до черного, уплотненный, супесчаный, увлажненный, структура среднекомковатая рассыпчатая, обильно корни кустарничковой и древесной |

| | | |
|----------------|------------------|---|
| | t=7,2°C | растительности, включения угля, граница волнистая, переход ясный. |
| G | 24-34 t=5,9°C | Темно-бурый, плотный, легкосуглинистый, структура крупнокомковатая нерассыпчатая, корни древесной и кустарничковой растительности, включения угля, обильно литоморфы d=1-3 и d до 25 см, граница волнистая с затеками, переход постепенный. |
| C _g | 34-50 t=4,7°C | Темно-серый, оглеенный, очень влажный, обводнен по нижней границе, уплотненный, легкосуглинистый, структура крупнокомковатая нерассыпчатая, обильно литоморфы размером от мелкого щебня до обломков d до 15 см. |

Катена 1, склон южной экспозиции, трансэлювиальная фация. Почва формируется под лишайничником кустарничково-лишайничково-зеленомошным.

| Горизонт | Глубина залегания, см | Морфологическое описание |
|------------------|-----------------------|---|
| O | 0-9 t=16,9°C | Подстильно-торфяной горизонт, представленный зеленым мхом, лишайником различной степени разложения, обильно корни древесной и кустарничковой растительности, граница волнистая, переход постепенный. |
| BHF _e | 9-13 t=13,4°C | Окраска неоднородная: изменяется от темно-серого до светло серого, уплотненный, супесчаный, увлажненный, структура среднекомковатая, рассыпчатая, обильно корни кустарничковой и древесной растительности, единично литоморфы d до 0,5 см, граница волнистая с затеками, переход ясный. |
| BHF | 13-33 t=10,1°C | Темно-бурый, уплотненный, легкосуглинистый, структура крупнокомковатая нерассыпчатая, единично корни кустарничковой растительности, марганцевые новообразования, обильно литоморфы d от 0,2 до 0,5 см, граница волнистая, переход постепенный. |
| C | | Темно-бурый с серым оттенком, очень влажный, обводнен по нижней границе, плотный, тяжелосуглинистый, структура крупнокомковатая нерассыпчатая, обильно включения угля, обильно литоморфы d до 10 см. |

Катена 1, склон южной экспозиции, супераквальная фация. Пойма ручья, в растительном покрове – карликовая береза.

| Горизонт | Глубина залегания, см | Морфологическое описание |
|------------------|-----------------------|--|
| O | 0-3 t=11,6°C | Подстильно-торфяной горизонт, представленный зеленым мхом, лишайником различной степени разложенности, единично листовенный опад, обильно корни кустарничковой растительности, граница волнистая, переход постепенный. |
| | 3-10 t=11,6°C | Темно-серый, уплотненный, супесчаный, влажный, структура крупнокомковатая нерассыпчатая, обильно корни кустарничковой растительности, граница затечная, переход постепенный. |
| VHF _e | 10-13 t=7,6°C | Окраска неоднородная: изменяется от темно-серого до светло серого, уплотненный, супесчаный, влажный, структура крупнокомковатая нерассыпчатая, обильно корни кустарничковой растительности, граница затечная, переход постепенный. |
| VHF | 13-27 t=5,9°C | Бурый, уплотненный, легкосуглинистый, структура крупнокомковатая нерассыпчатая, единично корни кустарничковой растительности, обильно литоморфы в виде мелкого щебня, включения угля, граница волнистая, переход постепенный. |
| C _g | 27-40 t=3,8°C | Серый, очень влажный, обводнен по нижней границе, плотный, тяжелосуглинистый, структура крупнокомковатая нерассыпчатая, обильно литоморфы d до 15-20 см. |

Катена 2, склон северной экспозиции, элювиальная фация. Почва формируется под листовничником кустарничково-лишайниково-зеленомошным с меньшей, чем на склоне южной экспозиции, плотностью.

| Горизонт | Глубина залегания, см | Морфологическое описание |
|-----------------|-----------------------|---|
| O _{ao} | 0-5 | Подстильно-торфяной горизонт, представленный зеленым мхом, лишайником различной степени разложенности и |

| | | |
|------------------|-------------------|---|
| | t=17,7°C | обгоревшими растительными остатками, обильно корни растительности, граница волнистая, переход постепенный. |
| | 5-10 t=13,8°C | Темно-серый, плотный, легкосуглинистый, увлажненный, структура крупнокомковатая нерассыпчатая, обильно корни растительности, единично включения угля, граница волнистая, переход постепенный. |
| CRM _g | 10-21 t=11,6°C | Темно-серый, плотный, тяжелосуглинистый, увлажненный, структура крупнокомковатая нерассыпчатая, обильно корни растительности, обильно включения угля, граница волнистая, переход постепенный. |
| | 21-47 t=4,5°C | Сизый, плотный, глинистый, влажный, структура крупнокомковатая нерассыпчатая, корни растительности, включения угля, единично дресва, литоморфы d до 5 см, граница волнистая, переход постепенный. |
| C _g | 47-67 t=0°C | Сизый, очень влажный, уплотненный, тяжелосуглинистый, структура крупнокомковатая нерассыпчатая, плитчатое сложение, единично включения угля, единично дресва, линзы льда, по нижней части мерзлота. |

Катена 2, склон северной экспозиции, трансэлювиальная фация. Почва формируется под лиственничником кустарничково-лишайниково-зеленомошным.

| Горизонт | Глубина залегания, см | Морфологическое описание |
|-----------------|-----------------------|--|
| O _{ao} | 0-9 t=10,7°C | Подстильно-торфяной горизонт, представленный зеленым мхом, лишайником различной степени разложенности, обильно корни растительности, граница ровная, переход ясный. |
| | 9-12 t=7,3°C | Темно-серый, уплотненный, легкосуглинистый, влажный, структура крупнокомковатая нерассыпчатая, обильно корни растительности, включения угля, граница волнистая, переход постепенный. |
| BHF | 12-33 t=2,3°C | Темно-серый, уплотненный, легкосуглинистый, очень влажный, структура крупнокомковатая нерассыпчатая, единично корни растительности, сложение плитчатое, граница волнистая, переход |

постепенный.

| | | |
|---|----------------|--|
| С | 33-42 t=0°C | Темно-бурый, очень влажный, обводнен по нижней границе, уплотненный, легкосуглинистый, структура крупнокомковатая нерассыпчатая, плитчатое сложение, по нижней части мерзлота. |
|---|----------------|--|

Бассейн р. Кочечум, долина ручья Кулиндакан. Левобережье ручья, склон северной экспозиции, трансэлювиальная фация, разрез 1. Почва формируется под листовничником зеленомошно-лишайниково-багульниковым.

| Горизонт | Глубина залегания, см | Морфологическое описание |
|-----------------|-----------------------|---|
| O _{ao} | 0-8 t=12,1°C | Подстильно-торфяной горизонт средней степени разложения, представленный зеленым мхом, единично лишайником, обильно корни древесной и кустарничковой растительности, граница волнистая, переход постепенный. |
| | 8-10 t=6,8°C | Темно-серый, рыхлый, супесчаный, структура мелко- и среднекомковатая рассыпчатая, обильно корни кустарниковой и кустарничковой растительности, обильно литоморфы в виде мелкого щебня, граница волнистая с затеками, переход постепенный. |
| ВНФ | 10-26 t=3,1°C | Бурый, уплотненный, тяжелосуглинистый, влажный, структура крупнокомковатая нерассыпчатая, обильно корни кустарничковой растительности, обильно литоморфы d до 0,5 см, единично детрит, граница волнистая, переход постепенный. |
| С | 26-38 t=1,8°C | Бурый, плотный, тяжелосуглинистый, очень влажный, структура крупнокомковатая нерассыпчатая, обильно литоморфы d до 0,5 см, единично детрит. |

Левобережье ручья, склон северной экспозиции, трансэлювиальная фация, разрез 2. Почва формируется под листовничником зеленомошно-лишайниково-багульниковым.

| Горизонт | Глубина залегания горизонта, см | Морфологическое описание |
|-----------------|---------------------------------|---|
| O _{ao} | 0-20 t=12,2°C | Подстильно-торфяной горизонт различной степени разложения, представленный зеленым мхом, единично лишайником, обильно корни кустарничковой растительности, единично дресва, граница волнистая, переход постепенный. |
| | 20-24 t=3,6°C | Темно-серый, рыхлый, супесчаный, влажный, структура среднекомковатая рассыпчатая, обильно корни кустарничковой растительности, обильно обгоревшие растительные остатки, граница волнистая, переход постепенный. |
| VHF | 24-29 t=2,4°C | Серый, уплотненный, тяжелосуглинистый, влажный, структура крупнокомковатая нерассыпчатая, корни кустарничковой растительности, обильно литоморфы в виде мелкого щебня, включения угля, единично охристые новообразования, граница волнистая, переход постепенный. |
| C | 29-47 t=1,8°C | Темно-бурый, плотный, глинистый, очень влажный, структура крупнокомковатая нерассыпчатая, включения угля, единично детрит, обильно литоморфы в виде мелкого щебня, единично детрит, по нижней границе мерзлота. |

Правобережье ручья, пробная площадь К-81, склон северной экспозиции, трансэлювиальная фация. Почва формируется под листовичником зеленомошно-брусничным после пожара 2013 года.

| Горизонт | Глубина залегания, см | Морфологическое описание |
|-----------------|-----------------------|--|
| O _{ao} | 0-9 t=11,9°C | Подстильно-торфяной горизонт средней степени разложения, представленный зеленым мхом, обильно корни древесной и кустарничковой растительности, граница волнистая, переход постепенный. |
| | 9-20 t=9,8°C | Бурый, уплотненный, тяжелосуглинистый, очень влажный, структура крупнокомковатая нерассыпчатая, обильно корни растительности, граница волнистая с затеками, переход постепенный. |

| | | |
|------------------|------------------|--|
| VNF _g | 20-37 t=3,1°C | Окраска неоднородная: от бурой до темно-серой, уплотненный, тяжелосуглинистый, очень влажный, структура крупнокомковатая нерассыпчатая, единично корни кустарничковой растительности, литоморфы d до 0,5 см, граница волнистая, переход постепенный. |
| C _g | 37-63 t=1,8°C | Бурый с серым (сизым) оттенком, плотный, тяжелосуглинистый, очень влажный, обводнен по нижней границе, структура крупнокомковатая нерассыпчатая, обильно литоморфы d до 2 см. |

Правобережье ручья, пробная площадь Т-81, склон северной экспозиции, трансэлювиальная фация. Почва формируется под листовичником зеленомошно-брусничным после пожара 2013 года.

| Горизонт | Глубина залегания, см | Морфологическое описание |
|----------------|-----------------------|--|
| О | 0-4 t=16,2°C | Подстильно-торфяной горизонт средней степени разложениости, рыхлый, обильно дресва, граница волнистая, переход постепенный. |
| VNF | 4-37 t=13,4°C | Светло-бурый, уплотненный, влажный, легкосуглинистый, структура среднекомковатая рассыпчатая, единично корни кустарничковой растительности, граница затечная, переход постепенный. |
| C _g | 37-85 t=3,8°C | Окраска неоднородная: бурый с сизыми, глеевыми пятнами, плотный, влажный, легкосуглинистый, структура крупнокомковатая нерассыпчатая, обильно литоморфы. |

Почвенный покров района исследований представлен почвами, относящимися к отделу альфегумусовых, типу подбуров. В пределах склонов северных экспозиций формируются криометаморфические почвы. В зависимости от приуроченности к геохимической фации и склоновой экспозиции формируются различные подтипы подбуров.

3.2 Гранулометрический состав почвы

Гумусово-аккумулятивный горизонт О подбуров глеевых иллювиально-железистых (О – ВF – G – C_g), формирующихся в пределах элювиальной фации катены 1, характеризуется как супесчаный (табл. 1). Доминирующей фракцией является фракция крупного и мелкого песка – 61%. Содержание крупнопылевой фракции составляет 28%, среднепылевой – 6%, мелкопылевой – 3%. Количество физической глины составляет 11%. В иллювиально-железистом горизонте ВF соотношение физического песка и физической глины аналогично содержанию в вышележащем горизонте – 89 и 11% соответственно. По гранулометрическому составу он характеризуется как супесчаный. Количество илистой фракции не превышает 1%. В глеевом горизонте G гранулометрический состав схож с вышележащим, за исключением изменения в соотношении фракции крупного и среднего песка и фракции мелкого песка. Горизонт C_g классифицируется как супесчаный. Фракция крупного и мелкого песка, как и в целом по профилю, превалирует и составляет 60%. Содержание илистой фракции не превышает 1%. Общее содержание физической глины – 11%.

Таким образом, подбуры глеевые иллювиально-железистые элювиальной фации катены 1 по гранулометрическому составу классифицируются как супесчаные, при этом гранулометрический состав не дифференцирован по всему профилю.

В пределах трансэлювиальной геохимической фации катены 1 формируются подбуры оподзоленные (О – ВNF_e – ВNF – С). Данные почвы характеризуются следующим гранулометрическим составом. Гумусово-аккумулятивный горизонт О представляет собой рыхлый песок – общее содержание физического песка составляет 97%. Количество фракции крупного и мелкого песка равно 81%. Содержание илистой фракции близко к нулю. Оподзоленный горизонт ВNF_e характеризуется гранулометрическим составом, представленным связным песком – общая доля физического песка

составляет 94%. Общее количество песчаных фракций по сравнению с гумусово-аккумулятивным горизонтом уменьшилось и составляет 68%, в связи с заметным снижением содержания фракции крупного и среднего песка (на 15%). При этом общее содержание крупнопылеватой фракции выросло на 10% и составляет для горизонта ВНFe 26%, что, в свою очередь, явилось компенсирующим фактором и общее содержание физического песка снизилось незначительно (на 3%). Также увеличилось содержание среднепылеватой фракции – до 6%, а мелкопылеватая и илистая фракции присутствуют в незначительном количестве. В альфегумусовом горизонте ВНF продолжается утяжеление гранулометрического состава – диагностируются илистая и мелкопылеватая фракции. Общее содержание физического песка составляет 89%. По гранулометрическому составу горизонт супесчаный. Горизонт С так же классифицируется как супесчаный - общее содержание физического песка и физической глины составляет 87 и 13% соответственно. Доля физического песка снижается за счет уменьшения содержания песчаных фракций, в основном за счет снижения фракции крупного и среднего песка (на 7%), также отмечается увеличение содержания крупнопылеватой фракции. Происходит заметное увеличение содержания мелкопылеватой и илистой фракций – до 5 и 2 % соответственно.

В подбурах оподзоленных, формирующихся в трансэлювиальной фации катены 1, отмечается незначительное утяжеление гранулометрического состава вниз по почвенному профилю. Среднее содержание физической глины составляет около 8%, что позволяет классифицировать данные почвы по гранулометрическому составу как связный песок.

Почвы супераквальной фации катены 1 представлены подбурами оподзоленными глееватыми (О – ВНFe – ВНF – Сg). Верхний горизонт О характеризуется как рыхлый песок – содержание физического песка составляет 95%. В гранулометрическом составе преобладают песчаные

фракции – 74%. Содержание илистой фракции близко к нулю. В маломощном оподзоленном горизонте ВН_{F_e} количество физического песка составляет 90%, при этом в 2 раза снижается содержание фракции крупного и среднего песка (с 37 до 18%) и увеличивается содержание мелкопесчаной и крупнопылевой фракций (на 4 и 10% соответственно). Таким образом, содержание фракции крупного и мелкого песка составляет 59%, крупнопылевой фракции – 31%, среднепылевой – 6%, мелкопылевой – 3%, количество илистой фракции около 1%. Данный горизонт характеризуется по гранулометрическому составу как супесчаный. В альфегумусовом горизонте ВН_F, не смотря на сохранение соотношения физического песка и физической глины, наблюдается тенденция на снижение тяжести гранулометрического состава, проявляющаяся в изменении фракционной дифференциации. Таким образом, данный горизонт характеризуется связнопесчаным гранулометрическим составом. В оглееном горизонте почвообразующих пород С_g сохраняется тенденция, отмеченная в альфегумусовом горизонте – не отмечается общее утяжеление гранулометрического состава – доля физического песка составляет 90%, однако меняется фракционная дифференциация – увеличилось содержание фракции крупного и среднего песка (на 10%) при одновременном снижении фракций мелкого песка и крупнопылевой (на 7 и 3% соответственно). Количественное соотношение фракций физической глины осталось таким же, как и в вышележащем горизонте. Общее содержание в горизонте песчаных фракций – 62%. По гранулометрическому составу данный горизонт классифицируется как связнопесчаный.

Тенденцию слабой динамики в сторону более легкого гранулометрического состава в нижней части профиля в почвах супераквальной геохимической фации катены 1, в сравнении с общей направленностью на утяжеление вниз по профилю, можно объяснить ослаблением процессов оглеения по сравнению с почвами элювиальной

фации. Это объясняется тем, что, несмотря на наличие водоупорного горизонта (уровень залегания многолетней мерзлоты 40 см) и положение данной почвы в рельефе (пойменная часть ручья), обводненность сохраняется на протяжении меньшего времени, так как присутствует поверхностный сток (боковой, перпендикулярный склоновой экспозиции), отсутствующий в элювиальной фации, а водоток имеет сезонный характер и непродолжительный период активного действия.

Таким образом, почвы катены 1 (2-ой профиль, склон южной экспозиции) характеризуются легким гранулометрическим составом – от связного песка до супеси, что в целом характерно для подбуров. Наиболее тяжелый гранулометрический состав установлен у почв, формирующихся в элювиальной фации – подбуров глеевых иллювиально-железистых, имеющих супесчаный гранулометрический состав с отсутствием дифференциации внутри почвенного профиля. Данная особенность объясняется процессами оглеения, вызванными неглубоким залеганием многолетней мерзлоты (около 50 см), играющей роль водоупорного горизонта и отсутствием поверхностного стока ввиду выположенности территории. В трансэлювиальной фации подбуры оподзоленные имеют более легкий гранулометрический состав и представляют собой связанный песок. Однако внутри профиля они неоднородны по своему гранулометрическому составу – происходит его утяжеление вниз по профилю от рыхлого песка до супеси. В почвах супераквальной геохимической фации в целом сохраняется общая тенденция утяжеления гранулометрического состава вниз по почвенному профилю подбуров оподзоленных глееватых, но в нижней части профиля наблюдается слабовыраженная обратная динамика, объясняющаяся особенностями положения почвы в рельефе.

В пределах элювиальной геохимической фации катены 2 (склон северной экспозиции) формируются криометаморфические грубогумусовые глееватые почвы ($O_{ao} - CRM_g - C_g$). Подстильно-торфяной горизонт O_{ao}

характеризуется по гранулометрическому составу как супесчаный. Доля физического песка составляет 86%, физической глины – 14%. Преобладают песчаные фракции – 68%. В криометаморфическом оглеенном горизонте CRM_g начинается постепенное утяжеление гранулометрического состава. Несмотря на то, что процентное содержание физического песка выше, чем в гумусово-аккумулятивном горизонте на 1% и составляет здесь 87%, тем не менее, происходит изменение соотношения по фракциям – увеличивается доля фракций мелкого песка и крупной пыли и снижается содержание фракции крупного и среднего песка. Данный горизонт характеризуется супесчаным гранулометрическим составом. На большей глубине отбора криометаморфический горизонт CRM_g отмечается заметным утяжелением и характеризуется как легкосуглинистый. Резко снижается содержание фракции крупного и среднего песка и увеличивается содержание фракций средней и мелкой пыли. Доля физического песка составляет 73%, физической глины – 27%. Процентное соотношение по фракциям: фракция крупного и мелкого песка – 43%, крупной пыли – 30%, среднепылеватая фракция – 13%, мелкопылеватая – 12%, илистая – 2%. Горизонт C_g классифицируется по гранулометрическому составу как среднесуглинистый. Содержание физического песка составляет 68%, физической глины – 32%. Преобладает крупнопылеватая фракция – 51%. Резко снижается содержание крупного и мелкого песка – от 43 до 17%. Среднепылеватая фракция составляет 17%, мелкопылеватая – 13%, илистая – 2%.

Для криометаморфических почв характерны процессы оглеения ввиду особенностей их генезиса. Данный тип почв формируется на суглинках в условиях неглубокого залегания многолетней мерзлоты, выположенности рельефа и слабого биогенного воздействия. Также типично утяжеление гранулометрического состава вниз по почвенному профилю из-за уплотнения структуры, обусловленного длительным промерзанием. В целом данные

почвы можно характеризовать по гранулометрическому составу как легкосуглинистые.

Почвы трансэлювиальной фации катены 2 представлены подбурами грубогумусированными (O_{ao} – ВНФ – С). Подстильно-торфяной горизонт данных почв характеризуется супесчаным гранулометрическим составом. Доля физического песка составляет 84%, доля физической глины – 16%. Содержание песчаных фракций составляет 57%. Количество илистой фракции не превышает 1%. Нижележащий альфегумусовый горизонт ВНФ легче по гранулометрическому составу, доля физического песка составляет 88%. Доминирует фракция мелкого песка – 35%. Количество песчаных фракций составляет 55%, крупной пыли – 33%, что выше, чем в подстильно-торфяном горизонте на 6%. Горизонт характеризуется супесчаным гранулометрическим составом. Горизонт почвообразующих пород С, самый тяжелый по гранулометрическому составу и характеризуется как легкосуглинистый. Содержание физического песка и физической глины равно 80 и 20% соответственно. Заметно снижается содержание фракции крупного и среднего песка (на 11%) и составляет для данного горизонта 9%. Процентное содержание по фракциям: фракция крупного и мелкого песка – 49%, крупной пыли – 31%, среднепылевой фракции – 7%, мелкопылевой – 11%, илистой – 2%.

Почвы, формирующиеся в пределах катены 2 на склоне северной экспозиции, в сравнении с почвами склона южной экспозиции, характеризуются более тяжелым гранулометрическим составом. Это обусловлено разной степенью воздействия климатического фактора, главным образом солнечного света, как фактора теплового воздействия. Для почв, формирующихся на склоне северной экспозиции характерна меньшая глубина оттаивания, и, соответственно, уплотнение структуры в связи с длительным промерзанием. Почвы элювиальной фации представлены криометаморфическими грубогумусовыми глеевыми почвами, имеющими

легкосуглинистый гранулометрический состав. Для них характерно отсутствие дифференциации в минеральной части почвенного профиля и интенсивные процессы оглеения. В трансэлювиальной геохимической фации почвы представлены подбурами грубогумусированными, характеризующимися по гранулометрическому составу как супесчаные. Таким образом, можно отметить изменение гранулометрического состава почв, в сторону более легкого вниз по склону.

Гранулометрический состав почв, формирующихся в долине р. Кулиндакан, приуроченных к трансэлювиальной фации склона северной экспозиции (левобережье ручья).

На левобережье ручья было заложено два почвенных разреза в пределах трансэлювиальных геохимических фаций. Почвы представлены подбурами грубогумусированными (O_{ao} – ВНФ – С).

Подстилочно-торфяной горизонт O_{ao} подбуров грубогумусированных (разрез 1) по гранулометрическому составу классифицируется как рыхлый песок. Доля физического песка составляет 97%. Преобладают песчаные фракции, которые составляют 79% от общего содержания. Фракция крупной пыли составляет 18%, среднепылеватая фракция – 3%. Альфегумусовый горизонт ВНФ характеризуется как супесчаный – доля физического песка составляет 90%. Содержание фракции крупного и среднего песка уменьшилось в 3 раза, в то же время количество фракции крупной пыли увеличилось в 2 раза. Процентное соотношение по фракциям: песчаные фракции – 55%, крупной пыли – 35%, среднепылеватой фракции – 6% (увеличение в 2 раза), мелкопылеватой – 4% (значительное увеличение с десятых долей процента), содержание илистой фракции так же как и в вышележащем горизонте составляет незначительную долю. Горизонт почвообразующих пород отличается от вышележащего альфегумусового обратной направленностью изменения гранулометрического состава. Увеличивается содержание фракции крупного и среднего песка, снижается

содержание других фракций физического песка – мелкого песка и крупной пыли. Также отмечается незначительное (на 1%) снижение содержания фракции мелкой пыли. Доля физического песка составляет 91%. Таким образом, данный горизонт характеризуется по гранулометрическому составу как связный песок.

Подстилочно-торфяной горизонт подбура грубогумусированного (разрез 2) характеризуется как рыхлый песок. Доля физического песка составляет 98%. Основную часть составляют песчаные фракции – 85%. Доля крупнопылевой фракции составляет 13%, среднепылевой – 1%, мелкопылевой – 1%, содержание илистой фракции незначительно и близко к нулю. Альфегумусовый горизонт ВНФ тяжелее по гранулометрическому составу и характеризуется как супесчаный. В 5 раз снижается содержание фракции крупного и среднего песка – с 65 до 13%. Также заметно увеличивается содержание фракций мелкого песка и крупной пыли – на 19 и 15% соответственно. Фракции физической глины увеличились в количественном отношении в несколько раз, за исключением илистой фракции, ее содержание по-прежнему незначительно. В горизонте почвообразующих пород продолжается утяжеление гранулометрического состава. Данный горизонт характеризуется как супесчаный. Доля физического песка составляет 89%. Однако изменяется фракционная дифференциация физического песка – содержание крупного и среднего песка снижается до 1%, содержание фракции мелкого песка тоже снижается (на 3%) и составляет 36%. Доля крупнопылевой фракции выросла и составляет 52%. Содержание фракций физической глины: среднепылевой – 7%, мелкопылевой – 4%, илистой близко к нулю.

Гранулометрический состав подбуров грубогумусированных, формирующихся в пределах трансэлювиальной геохимической фации склона северной экспозиции на левобережье ручья Кулиндакан, отличается по гранулометрическому составу от таковых почв 2-го профиля. Сохраняется

тенденция к утяжелению гранулометрического состава вниз по профилю и преобладание фракций мелкого песка и крупной пыли. Однако следует отметить, что в целом, подбуры грубогумусированные на склоне северной экспозиции левобережья ручья Кулиндакан отличаются более легким гранулометрическим составом. Также для них характерно практически полное отсутствие содержания илистой фракции.

Гранулометрический состав почв, формирующихся на послепожарной территории (пожар 2013 года) в пределах трансэлювиальной геохимической фации склона северной экспозиции (правобережье ручья Кулиндакан). На правобережье ручья Кулиндакан было заложено 2 разреза в пределах трансэлювиальной геохимической фации на пробных площадях Т-81 и К-81.

В пределах пробной площади К-81 формируются подбуры грубогумусированные глееватые ($O_{ao} - VHF_g - C_g$). Профиль характеризуется большей глубиной залегания многолетней мерзлоты, чем в почвах на контрольных площадях (до 63 см) и присутствием процессов оглеения. В подстильно-торфяном горизонте доля физического песка составляет 92%, таким образом, его можно охарактеризовать по гранулометрическому составу как связный песок. Фракция крупного и среднего песка практически полностью отсутствует. Преобладает фракция мелкого песка – 62%. Крупнопылеватая фракция составляет 30%, среднепылеватая – 5%, мелкопылеватая – 3%, содержание илистой фракции близко к нулю. В альфегумусовом оглеенном горизонте VHF_g доля физического песка составляет 91%, таким образом, по гранулометрическому составу он чуть тяжелее, но характеризуется, как и подстильно-торфяной, как связный песок. В процентном соотношении доминирует фракция крупной пыли – 47%, фракция мелкого песка составляет 44%. Содержание среднепылеватой фракции – 4 %, мелкопылеватой – 5%, илистой – близко к нулю. Оглеенный горизонт почвообразующих пород C_g характеризуется супесчаным гранулометрическим составом. Доля физического песка составляет 87%,

преобладает крупнопылевая фракция – 47%. В 2 раза увеличилось содержание среднепылевой фракции. Так же, как и в вышележащих горизонтах, содержание фракции крупного и среднего песка и илистой фракции составляет незначительную долю. Процентное содержание фракций: мелкого песка – 40%, крупной пыли – 47%, среднепылевой фракции – 8%, мелкопылевой – 5%.

Таким образом, подбуры грубогумусированные глееватые, формирующиеся в пределах трансэлювиальной фации на послепожарной территории характеризуются по гранулометрическому составу как связнопесчаные. Из отличительных особенностей можно отметить практически полное отсутствие фракции крупного и среднего песка. Незначительное содержание илистой фракции и утяжеление гранулометрического состава вниз по почвенному профилю являются характерными для данных почв.

Уровень залегания многолетней мерзлоты в подбурах глееватых (О – ВНФ – С_g), соответствующих пробной площади Т-81, наиболее глубокий из всех исследованных почв и составляет 85 см. Альфегумусовый горизонт ВНФ классифицируется по гранулометрическому составу как связный песок. Содержание физической глины составляет 8%, физического песка – 92%. В данной почве, так же как и в почве разреза 1, содержание фракции крупного и среднего песка близко к нулю. Фракция мелкого песка составляет 26%, крупнопылевая фракция – 66%, среднепылевая – 5%, мелкопылевая – 3%. Содержание илистой фракции в почве незначительно. В оглееном горизонте почвообразующих пород С_g наблюдается общая для подбуров изучаемой территории тенденция к утяжелению гранулометрического состава вниз по почвенному профилю. Данный горизонт характеризуется как супесчаный. Общее содержание фракций физического песка составляет 89%. Содержание фракции крупного и среднего песка по-прежнему незначительно. По сравнению с вышележащим горизонтом меняется

фракционный состав физического песка – заметно снижается содержание фракции крупной пыли и, наоборот, увеличивается содержание фракции мелкого песка. Содержание илистой фракции близко к нулю.

Сравнивая гранулометрический состав почв, формирующихся в пределах трансэлювиальной геохимической фации склона северной экспозиции правобережье ручья Кулиндакан, на послепожарных территориях (пожар 2013 года), с гранулометрическим составом почв, формирующихся на поверхности трансэлювиальной фации склона северной экспозиции левобережье ручья (контроль), можно отметить как явные сходства в процессе формирования почв, так и различия, связанные с воздействием пирогенного фактора. Из свойств, характерных для подбуров в целом, которыми представлены почвы данной территории, можно выделить легкий гранулометрический состав – до супесчаного. Отмечается общая закономерность утяжеления гранулометрического состава почвы вниз по почвенному профилю и практически полное отсутствие в составе илистой фракции. Из отличий выделяется незначительное содержание фракции крупного и среднего песка в почвах послепожарной территории.

3.3 Физико-химические и химические свойства почв исследуемой территории

В подбурях глеевых иллювиально-железистых (O – BF – G – C_g) элювиальной фации катены 1 содержание гумуса колеблется от 7.2% в подстилочном горизонте O до 2.5% в оглееном горизонте почвообразующих пород C_g, с наименьшим содержанием в иллювиально-железистом горизонте BF – 0.4%. Бимодальный характер распределения гумуса в почвенном профиле указывает на процесс иллювиирования гумуса [18]. Содержание подвижных форм фосфора (P₂O₅) увеличивается вниз по профилю от 34 до 62 мг/кг почвы. Такое распределение в почвенном профиле объясняется выносом в нижнюю часть профиля в результате внутрипрофильного стока. По величине рН водной вытяжки почвы нейтральны – степень кислотности

снижается вниз по профилю – от 6.52 в подстилочном горизонте, 6.62 в иллювиальном горизонте ВF, и, 6.7 в глеевом горизонте G до 6.99 в оглееном горизонте почвообразующих пород C_g. Анализ содержания полуторных окислов показал, что почвы характеризуются отсутствием подвижных форм алюминия (Al₂O₃) и повышенным содержанием оксидов железа Fe₂O₃. Подстилочный горизонт O содержит 586.3 мг/100г почвы, иллювиальный горизонт ВF – 715 мг/100г, глеевый горизонт G – 872.3 мг/100г, горизонт C_g – 715 мг/100г почвы. Повышенное содержание соединений железа характерно для почв данной территории и обусловлено главным образом характером материнских пород, на которых они образуются [22]. Содержание карбонатов незначительное (0.28 до 0.32%). Незначительное количество карбонатов в почвах обусловлено тем, что в условиях таежного почвообразования они присутствуют только в форме остаточных образований [18]. Ввиду легкого гранулометрического состава (табл. 1), и, соответственно, малой емкости почвенно-поглощающего комплекса, а также нейтральной реакции среды [18] значения суммы обменных оснований невелики – от 22.8 до 26.6 мг*экв/100г почвы.

В подбурях оподзоленных (O_{ао} – ВНF_е – ВНF – С), формирующихся в пределах трансэлювиальной фации катены 1 содержание гумуса снижается вниз по профилю – в торфяно-подстилочном O_{ао} – 3.8%, оподзоленном горизонте ВНF_е – 0.9%, альфегумусовом горизонте ВНF – 0.7%, горизонте почвообразующих пород – 0.6%. Кислотность также снижается от слабокислой до слабощелочной, вместе с тем, растет и содержание в почве суммы обменных оснований – 20.2, 35.6, 38.8 и 46 мг*экв/100г почвы для горизонтов O_{ао}, ВНF_е, ВНF и С соответственно. В почвах установлено высокое содержание подвижных окислов железа, при полном отсутствии подвижных форм алюминия. Содержание карбонатов незначительно – 0.35-0.36%. Количество подвижных форм фосфора увеличивается вниз по профилю от 20 до 162 мг/кг почвы.

В подбурах оподзоленных глееватых, формирующихся в пределах супераквальной фации катены 1, наблюдается характерное для почв данной местности отсутствие соединений алюминия в почве и высокое содержание подвижных форм железа, а также ненасыщенность обменными основаниями. Распределение гумуса в почвенном профиле, имеющее бимодальный характер, следует общей закономерности для подбуров оподзоленных и указывает на его иллювиирование. Содержание подвижных форм фосфора растет вниз по почвенному профилю от 34 до 126 мг/кг почвы.

Физико-химические свойства почв, а также характер распределения химических соединений в почвенном профиле, зависят от характера материнских пород, гранулометрического состава и закономерностей его изменения в почвенном профиле, а также от гидротермических условий, варьирующихся в зависимости от положения территории в рельефе и приуроченности к геохимической фации. В частности бимодальное распределение гумуса, а также вынос и аккумуляция подвижных соединений химических элементов в нижней части почвенного профиля, отмеченные в почвах, приуроченных к элювиальной и супераквальной геохимическим фациям, объясняются присутствием в почвах многолетней мерзлоты, являющейся одновременно и водоупорным горизонтом и геохимическим барьером, препятствующим выносу химических соединений за пределы профиля. Данные почвы характеризуются высоким содержанием окислов железа при отсутствии аналогичных соединений алюминия, характеризуются нейтральной либо слабощелочной реакцией среды, ненасыщенны обменными основаниями. По степени гумусированности являются среднегумусированными.

Криометаморфические грубогумусовые глеевые почвы элювиальной фации склона северной экспозиции катены 2 характеризуются снижением содержания гумуса вниз по профилю. Содержание карбонатов в профиле незначительно. Максимальные концентрации подвижных окислов железа

отмечены на границе с почвообразующей породой. Реакция среды меняется от кислой в подстилочном горизонте до слабощелочной в материнских породах. Соединения фосфора распределяются равномерно по всему почвенному профилю, их количество равно 34 мг/кг почвы. Криометаморфические почвы более насыщены обменными основаниями, чем подбуры катены 1, поскольку они тяжелее по гранулометрическому составу (табл. 3), но их содержание все равно невелико и изменяется от 11.4 до 43.8 мг*экв/100г почвы.

Подбуры грубогумусированные, формирующиеся в пределах трансэлювиальной фации катены 2, характеризуются высоким содержанием подвижных форм железа с максимальными концентрациями в верхнем и нижнем горизонте. Альфегумусовый горизонт ВНФ отличается от остальных – в нем самое высокое в профиле содержание карбонатов и самые низкие концентрации подвижных окислов железа, обменных оснований и соединений фосфора. Также альфегумусовый горизонт характеризуется самым низким содержанием гумуса – 2.4% и наиболее кислой реакцией среды. Такой характер распределения обусловлен гранулометрическим составом горизонта – более легким в сравнении с выше- и нижележащим горизонтами.

В целом почвы, формирующиеся в пределах южной склоновой экспозиции, характеризуются меньшим содержанием гумуса, и, соответственно, меньшей степенью кислотности и меньшим содержанием подвижных окислов железа. Однако, наблюдается более высокая концентрация подвижных соединений фосфора в нижних горизонтах, это объясняется вымыванием из верхних горизонтов в результате меньшего промерзания и лучшего внутрипрофильного стока. В криометаморфических почвах, приуроченных к склону северной экспозиции, наблюдается равномерное распределение соединений фосфора и карбонатов. Такое

явление можно объяснить криогенным перемешиванием в минеральной части профиля.

Физико-химические и химические свойства почв, формирующихся в долине ручья Кулиндакан (бассейн реки Кочечум, левобережье ручья). Подстилочный горизонт подбуров грубогумусированных (O_{ao} – ВНФ – С) (разрез 1), формирующихся в пределах трансэлювиальной фации склона северной экспозиции на левобережье ручья, характеризуется очень высокой степенью гумусированности – 38%. Это характерно в целом для почвенного профиля – в альфегумусовом горизонте и почвообразующих породах значения достигают 8.6 и 7.9% соответственно. Альфегумусовый горизонт ВНФ является самым тяжелым по гранулометрическому составу в почвенном профиле, но количество окислов железа, соединений фосфора и карбонатов ниже, чем в целом по профилю, за исключением подстилочного горизонта. Сумма обменных оснований в альфегумусовом горизонте выше, чем в остальных. В подстилочном горизонте в небольшом количестве присутствуют подвижные окислы алюминия – 0.37 мг/100 г почвы.

Подбуры грубогумусированные (O_{ao} – ВНФ – С) (разрез 2) характеризуются утяжелением гранулометрического состава вниз по почвенному профилю и, вместе с тем, увеличением количества подвижных окислов железа. Подстилочно-торфяной горизонт O_{ao} характеризуется высокой степенью гумусированности и самым высоким содержанием подвижных форм фосфора – 34 мг/кг почвы. В нижележащих горизонтах степень насыщенности гумусом ниже, чем в аналогичных почвах других катен. Степень насыщенности обменными основаниями невысока и увеличивается с утяжелением гранулометрического состава – вниз по почвенному профилю. Распределение карбонатов в почвенном профиле имеет элювиально-иллювиальный характер.

Подбуры грубогумусированные глееватые имеют слабокислую, близкую к нейтральной реакцию среды. Кислотность снижается вниз по

профилю. Также, вниз по почвенному профилю увеличивается насыщенность обменными основаниями. Подстильно-торфяной горизонт характеризуется как среднегумусный – 4.5%. Наблюдается аккумуляция соединений фосфора в нижней части профиля. Характерно высокое содержание подвижных окислов железа. В подстильно-торфяном горизонте в небольшом количестве присутствуют подвижные соединения алюминия.

В подбурах глееватых (O – ВНF – C_g) (пробная площадь Т-81) подстильно-торфяной горизонт отсутствует ввиду пирогенного воздействия. По количеству гумуса почвы классифицируются как низкогумусные – 1.8%. Реакция среды близкая к нейтральной. Вниз по почвенному профилю утяжеляется гранулометрический состав и закономерно увеличивается концентрация подвижных окислов железа и сумма обменных оснований. Содержание соединений фосфора напротив снижается.

Таким образом, можно обнаружить различия в распределении и содержании основных компонентов в почвах подверженных пирогенезу и почвах, не испытавших недавнего пирогенного воздействия. Почвы послепожарных территорий характеризуются меньшей степенью гумусированности за счет минерализации органического вещества в результате пирогенного воздействия. Степень насыщенности обменными основаниями примерно одинакова и в обоих случаях невелика. Почвы послепожарных территорий характеризуются снижением кислотности и меньшим количеством подвижных окислов железа по сравнению с почвами ненарушенных территорий.

3.4 Минерализация органического вещества почв северо-таежной подзоны.

Рассмотрены изменения содержания азота и соотношения C:N в почвах с двух позиций: в зависимости от различной склоновой экспозиции и изменений, связанных с пирогенезом почв.

Анализируя изменение соотношения C:N в почвах, приуроченных к разным склоновым экспозициям, можно отметить общую закономерность – сужение соотношения вниз по почвенному профилю в почвах, приуроченных к трансэлювиальным геохимическим фациям и супераквальной фации южной склоновой экспозиции. Также снижается и общее содержание в почве как органического углерода, так и азота. Это связано с внутривершинным и поверхностным стоком, обеспечивающим миграцию элементов в нижние горизонты –и, в то же время, геохимическим барьером – многолетней мерзлотой, препятствующей выносу из почвенного профиля. В почвах элювиальных фаций, на различных склонах, изменение соотношения происходит неодинаково. В подбурах илювиально-железистых, формирующихся в пределах склона южной экспозиции, установлено значительное содержание азота и углерода и расширение их соотношения вниз по почвенному профилю в небольшом диапазоне – от 6 в подстилочном горизонте до 16 в минеральной части профиля. В криометаморфических почвах северных склоновых позиций в подстилочном горизонте соотношение C:N довольно широко – 44, несмотря на относительно высокое (13,8%) содержание органического углерода. Это связано с плохой аэрированностью почвенного профиля ввиду его обводненности и, как следствие, низкой степенью минерализации. Вниз по профилю это соотношение резко сужается до 8.5, в криометаморфическом горизонте вновь расширяется до 23-24, в горизонте С не превышает 4,2. Такой характер распределения связан с повышенным содержанием органического углерода в криометаморфическом горизонте в результате выноса и криогенного перемешивания в почвенном профиле.

В почвах контрольных участков, не испытывавших недавнего пирогенного воздействия, в долине ручья Кулиндакан отмечено более высокое содержание в почве органического углерода, чем в почвах, подверженных пирогенному воздействию, однако содержание общего азота

очень низко и поэтому в данных почвах значительно соотношение C:N, показывающее низкую интенсивность процессов минерализации. Профиль подбура грубогумусированного разреза 1 сильно обводнен и характеризуется расширением показателя C:N вниз по профилю с неравномерным распределением – от 35-36 в подстилочном и альфегумусовом горизонтах до 79 в горизонте C, с максимальным значением (за счет аккумуляции органического углерода) в горизонте ВНФ – 172. Почва характеризуется сужением соотношения вниз по почвенному профилю с максимальным значением 83 в альфегумусовом горизонте.

В почвах послепожарных участков соотношение C:N значительно меньше в результате пирогенной минерализации верхнего органического слоя – 28 в альфегумусовом горизонте и 30 в горизонте ВНФ с уменьшением вниз по почвенному профилю.

Выводы

1. Почвенный покров северо-таежной подзоны Центральной Эвенкии представлен подбурами. На склонах южной экспозиции формируются подбуры глеевые иллювиально-железистые ($O-VHF-VF_g-C_g$), приуроченные к элювиальной фации, подбуры оподзоленные ($O-VHF_e-VHF-C$), соответствующие трансэлювиальной фации и в супераквальной фации – подбуры оподзоленные глееватые ($O-VHF_e-VHF-C_g$). В пределах склонов северной экспозиции формируются криометаморфические грубогумусовые глееватые почвы ($O_{ao}-CRM_g-C_g$) (элювиальная фация), подбуры грубогумусированные ($O_{ao}-VHF-C$) (трансэлювиальная фация). В долине ручья Кулиндакан на левобережье ручья формируются подбуры грубогумусированные ($O_{ao}-VHF-C$). На правобережье ручья, на послепожарных территориях, формируются подбуры грубогумусированные глееватые ($O_{ao}-VHF_g-C_g$) и подбуры глееватые ($O-VHF-C_g$).

2. Физико-химические и химические свойства почв послепожарных территорий отличаются от таковых на контрольных участках. В результате минерализации органического вещества снижается кислотность среды, содержание подвижных соединений фосфора и железа, и увеличение насыщенности обменными основаниями.

3. В пределах южной склоновой экспозиции соотношение C:N увеличивается вниз по почвенному профилю, тогда как в почвах северной склоновой экспозиции наоборот, снижается. Пирогенное воздействие обуславливает меньшее содержание в почве органического углерода и азота и меньший диапазон соотношения C:N, по сравнению с почвами контрольных участков, указывающего на более высокую степень минерализации.

4. В почвах склоновых поверхностей южной и северной экспозиций не отмечено значительных отличий в глубине залегания сезонно-талого слоя. Почвы, формирующиеся в пределах одной катены но на различных

геохимических фациях, характеризуются различной глубиной сезонно-талого слоя, что может быть обусловлено различным характером поверхностного и бокового стока. В почвах послепожарных территорий в долине ручья Кулиндакан установлено увеличение глубины залегания сезонно-талого слоя на 20-35 см.

Список использованных источников

1. Аринушкина, Е.В. Руководство по химическому анализу почв. Москва, 1970. 488 с.
2. Бугаков, П.С. Почвы Красноярского края / П.С. Бугаков, С.М. Горбачева, В.В. Чупрова. Красноярск, 1981. 127 с.
3. Вальков, В.Ф. Почвоведение / В.Ф. Вальков, К.Ш. Казеев, С.И. Колесников. Ростов-на-Дону, 2004. 496 с.
4. Величко АЛ., Морозова Т.Д., Нечаев В.П., Порожнякова О.М. Палеокриогенез, почвенный покров и земледелие. М.: Наука, 1996.
5. Воскресенский, С.С. Геоморфология Сибири. Плоскогорья и низменности Восточной Сибири. Горы Южной Сибири. Москва, 1957. 315 с.
6. Ганжара, Н.Ф. Практикум по почвоведению / Н.Ф. Ганжара, Б.А. Борисов, Р.Ф. Байбеков. Москва, 2002. 280 с.
7. Геннадиев, А.Н. География почв с основами почвоведения / А.Н. Геннадиев, М.А. Глазовская. Москва, 2005. 461 с.
8. Герасимова, М.И. География почв России. Москва, 2007. 312с.
9. Горячкин СВ., Макеев А.О. Направления таежного почвообразования: спектр мезоморфных почв Европейского Севера// Почвообразование и выветривание в гумидных и семигумидных ландшафтах. М.: ИГРАН, 1991. С. 8-72.
10. Добровольский, В.В. География почв с основами почвоведения. Москва, 1989. 320 с.
11. Добровольский Г.В. Таежное почвообразование в континентальных условиях / Г.В. Добровольский, Е.Д. Никитин, Т.В. Афанасьева. Москва, 1981. 216 с.
12. Дымов А.А. Пирогенные изменения подзолов иллювиально-железистых (средняя тайга, республика Коми) / А.А. Дымов, Ю.А. Дубровский, Д.Н. Габов // Почвоведение, 2014, №2, с. 144 – 154

13. Замятина В.Б. Методы определения азота в почве. Агрохимические методы исследования почв. Москва, 1975, с. 63 - 74
14. Качинский Н.А. Механический и микроагрегатный состав почвы и методы его изучения. Москва, 1958. 192 с.
15. Кислых Е.Е. Азотный режим подзолистых почв в условиях Крайнего Севера. Автореф. Канд. Дис. Воронеж, 1977. 20 с.
16. Классификация и диагностика почв России/ под ред. Г.В. Добровольского. Смоленск, 2004. 342с.
17. Ковриго В.П. Почвоведение с основами геологии/ В.П. Ковриго, И.С. Кауричев, Л.М. Бурлакова. Москва, 2000. 416с.
18. Коначев С.Г., Иванова Г.А. Дифференцированный подход к количественной оценке эмиссии углерода при лесных пожарах // Лесоведение. 1998. № 3.
19. Корсунов В.М. Почвенный покров таежных ландшафтов Сибири / В.М. Корсунов, Э.Ф. Ведрова, Е.Н. Красеха. Новосибирск, 1988. 167 с.
20. Кудрин С.А. О поступлении азота с атмосферными осадками в почвы сероземной зоны // Почвоведение, 1948, №10, с. 608 – 611
21. Ливеровский Ю.А. Почвы Крайнего Севера и некоторые вопросы их генезиса и классификации// Почвоведение. 1983. №5. С. 5-15.
22. Орлов Д.С. Химия почв / Д.С. Орлов, Л.К. Садовников, Н.И. Суханова. Москва, 2005. 558 с.
23. Петербургский А.В. К вопросу нитрификации кислых почв // Почвоведение, 1946, №1, с. 31 – 38
24. Пономарева В.В. Гумус и почвообразование. Л.: Наука, 1980.
25. Попова Э.П. Азот в лесных почвах. Н.: Наука, 1983.
26. Прокушкин, С.Г. Экологические последствия пожаров в лиственничниках северной тайги Красноярского края / С.Г. Прокушкин, Н.Д. Сорокин, П.А. Цветков // Лесоведение. – 2000. – №4. – С. 11–17.
27. Розанов, Б.Г. Морфология почв. Москва, 2004. 432 с.

28. Средняя Сибирь / Под ред. И.П. Герасимова, Москва, 1964. 479 с.
29. Стенина Т.А. Ферментативная активность некоторых почв средней тайги // Почвоведение, 1968, №2, с. 109 – 114
30. Тарабукина В.Г. Пирогенная трансформация лесных почв в условия криолитозоны / В.Г. Тарабукина, Ю.В. Шумилов. // Генезис и классификация лесных почв – 2009. – С. 112 – 116.
31. Таргульян В. О. Почвообразование и выветривание в холодных гумидных областях. М.: Наука, 1971.
32. Тюрин И.В. Из результатов работ по изучению азотного баланса в дерново-подзолистых почвах при их сельскохозяйственном использовании / И.В. Тюрин, В.К. Михновский, А.К. Ярцева // Почвоведение, 1962, №8, с. 1 - 10
33. Харук В.И., Двинская М.Л., Рэнсон К.Дж. Пространственно временная динамика пожаров в лиственных лесах северной тайги средней Сибири // Экология. 2005. № 5. С. 1–10.
34. Шахматова Е.Ю. Пирогенность – ответная реакция почв сухихи сосновых лесов на воздействие пожаров / Е.Ю. Шахматова // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. - №5. – С. 260 – 264.
35. Шугалей Л.С. Современные проблемы почвоведения: учеб. пособие / Л.С. Шугалей; Краснояр. гос. аграр. ун-т – Красноярск, 2013. 296 с.
36. Шугалей Л.С. 2002 енисейский меридиан
37. Щербакова Т.А. Роль ферментов в процессах трансформации поступающего в почву органического вещества / Экологические условия и ферментативная активность почв. Уфа, 1977, с. 59 - 77
38. Certini G. Effects of fire on properties of forest soils: a review // Oecologia. 2005. V. 143. P. 1–10.
40. Sofronov M.A., Volokitina A.V., Shvidenko A.Z., Kajimoto T. On area burnt by wild fires in the northern part of Central Siberia // Proc. of the 6th Symp. on the

Joint Siberian Permafrost Studies between Japan and Russia in 1997. Tsukuba:
NIES, 1998. P. 139–146.