

Нижевартовский государственный университет
Научная лаборатория геоэкологических исследований

Е.А.Коркина

**САМОВОССТАНОВЛЕНИЕ
НАРУШЕННЫХ ТЕХНОГЕНЕЗОМ
ПОЧВ СРЕДНЕГО ПРИОБЬЯ**

Монография



Издательство
Нижевартовского
государственного
университета
2015

УДК 87.29.02; 87.33.35; 911.52

ББК 40.3

К 66

Ответственный редактор:
доктор географических наук, профессор, член-корреспондент РАЕН
Г.Н.Гребенюк

Рецензенты:
доктор географических наук, профессор кафедры экологии и
природопользования *В.И.Булатов*
(Югорский государственный университет);
доктор биологических наук, профессор кафедры биохимии
и биотехнологии *И.Ю.Усманов*
(Башкирский государственный университет)

Работа выполнена в рамках исполнения
базовой части государственного задания № 2014/801
Министерства образования и науки Российской Федерации

Коркина Е.А.

**К 66 Самовосстановление нарушенных техногенезом почв Среднего
Приобья: Монография** / Отв. ред. Г.Н.Гребенюк. — Нижневартовск:
Изд-во НВГУ, 2015. — 158 с.

ISBN 978-5-00047-284-2

В монографии рассматриваются проблемы изучения почв, нарушенных техногенезом, техногенных поверхностных образований и возможности их самовосстановления в природно-климатических условиях среднетаёжной зоны Западно-Сибирской равнины с учетом естественной литологической основы. Показаны проблемы, связанные с устойчивостью почв к техногенным воздействиям и использованием почв как земельных ресурсов недропользователями.

Для экологов, географов, землеустроителей и специалистов, работающих в области природообустройства и проектирования.

ББК 40.3

ISBN 978-5-00047-284-2

© Е.А.Коркина, 2015

© Издательство НВГУ, 2015

ВВЕДЕНИЕ

Возможности самовосстановления почв, нарушенных техногенезом в разных природно-климатических зонах, всегда вызывают дискуссию. Согласно статье 60 Земельного кодекса РФ все нарушенные недропользователями земли должны быть восстановлены. Что же считать за предел восстановления почвы: восстановление всех генетических горизонтов, восстановление всех физико-химических свойств почвы, восстановление растительного покрова и органического горизонта или конструирование почвы без техногенных загрязнителей в виде тяжелых металлов, солей и нефтепродуктов? Вопросы, связанные с восстановлением нарушенных земель, обсуждаются исследователями многих отраслей наук, таких как лесоведение, ботаника, микробиология, физиология растений, почвоведение, гидрология, геоморфология, геология и др. Соответственно, существуют различные подходы к восстановлению нарушенных земель.

В ходе разработки и эксплуатации нефтяных месторождений основную опасность для окружающей среды представляют аварийные разливы нефти. При обсуждении вопроса о восстановлении земель не стоит пренебрегать этапом строительства нефтяного промысла, в ходе которого происходит изменение ландшафтов на геологическом уровне, когда восстановление ландшафта в первоначальный вид становится невозможным. Механические воздействия вызывают существенную деформацию почвенного покрова. Минимальные воздействия связаны с деформацией генетических горизонтов почв, максимальные — с изменением литологической основы и условий почвообразования (гидрологический, термический режимы, геоморфологический уровень, изменение видового состава растительности).

Природные ландшафтные условия Среднеобской низменности, формирующие естественный почвенный покров, определяются особенностями геолого-геоморфологического строения. Различия в ландшафтах определяют условия для восстановления почв и экосистем в целом. Основной особенностью Среднеобской низменности являются развитые болотные ландшафты, с которыми в процессе техногенеза происходят коренные изменения. Строительство инженерных объектов нефтяного промысла: прокладка

трубопроводов, дорог, сооружение промышленных площадок, — производится непосредственно в болотных ландшафтах. При этом мощная торфяная залежь может изыматься для проведения дальнейших рекультивационных мероприятий или засыпаться строительным грунтом. Таким образом, происходит уменьшение площадей болот за счет непосредственно созданного техногенного объекта, а также за счет изменения гидрологического режима и поверхностного стока болотных комплексов. Кроме этого изымается из общего биологического круговорота большой объем углерода в виде торфяной залежи, так как основные техногенные объекты располагаются не в лесном массиве, а на болотах.

Лесоводственными требованиями к размещению, строительству и эксплуатации промышленных объектов нефтегазодобычи на землях лесного фонда в притундровых и таёжных равнинных лесах Российской Федерации, разработанными Б.Е.Чижовым, А.А.Мартынюк, А.И.Захаровым, Г.А.Гаркуновым, регламентировано: «Выбор участков для размещения промышленных объектов производится с учетом необходимости максимального сохранения наиболее ценных природных комплексов, в благоприятных в мерзлотном и инженерно-геологическом отношении условиях, на участках местности, которые обладают наименьшей чувствительностью к техногенным нарушениям и характеризуются быстрым восстановлением растительного покрова». На деле происходит иначе: ранимые и неустойчивые к техногенным воздействиям болота отсыпают и пригружают минеральным грунтом, после того как торф консолидируется, создают основную насыпь, возвышающуюся над уровнем болота на 1,5—2 м.

Размещение промышленных объектов недропользователями болотных угодий на землях лесного фонда объясняется недостатком расчета кадастровой стоимости земель лесного фонда для болотных угодий. Как известно, кадастровая оценка земель лесного фонда ведется по оценке бонитета древесных растений, без учета количественных, качественных характеристик почв и плодородия. Заниженная кадастровая стоимость земельных участков на болотных угодьях ведет к заниженной ставке арендной платы за пользование земельным участком. В связи с этим представлялось целесообразным провести исследование по изучению влияния нефтегазодобывающей отрасли на почвенный покров,

идентификации и характеристике техногенных поверхностных образований, а также процессов восстановления нарушенного растительного и почвенного покрова в посттехногенный период. При этом были поставлены задачи:

1) изучить морфологические свойства почв средней тайги, формирующихся в различных ландшафтных условиях;

2) определить особенности трансформации почв в природно-техногенных ландшафтах в зависимости от вида техногенного воздействия;

3) идентифицировать системы техногенных поверхностных образований (ТПО) согласно «Классификации и диагностике почв России» (2004) и построить на этой основе карты устойчивости к техногенным воздействиям естественных почв и ТПО Среднеобской низменности;

4) выявить потенциал устойчивости почв и самовосстанавливающейся активности ТПО исследуемой территории.

Выражаю искреннюю и глубокую благодарность всем, кто помогал в проведении данного исследования, — кандидату географических наук, доценту С.Е.Коркину, заведующей лабораторией химических исследований Т.И.Клочковой, В.В.Фроловой, студентам-дипломникам О.В.Барышевой, К.В.Нестеровой, А.С.Стреляевой, О.Ю.Талынёвой, Е.Е.Петелевой.

Отдельную признательность выражаю своим учителям и наставникам: Г.Н.Гребенюк за веру, помощь и поддержку в рабочих и жизненных ситуациях, В.Д.Тонконогову за идею и мудрые наставления, В.В.Козину за конструктивные замечания и дружеское участие.

Заключительный этап работы выполнен в рамках исполнения базовой части государственного задания № 2014/801 Минобрнауки России, частично научные исследования были произведены в рамках выполнения гранта № 15-44-00028.

Глава 1

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ САМОВОССТАНОВЛЕНИЯ НАРУШЕННЫХ ТЕХНОГЕНЕЗОМ ПОЧВ

Почву как самостоятельное естественно-историческое тело, сформировавшееся под влиянием ряда факторов: материнской горной породы, климата, рельефа, биоты, времени, — впервые определил В.В.Докучаев (1949). Почвенный покров представляет собой сложную открытую саморазвивающуюся систему (Соколов, 1993). Многокомпонентность, многофазность и полифункциональность почвы как системы выражается в составляющих её компонентах: минеральной, органоминеральной, органической частей, находящихся в твердой, жидкой и газообразной фазах (Телицин, 2004). Эти компоненты являются, по определению Т.А.Зубковой, Л.О.Карпачевского (2001), почвенной матрицей, являющейся активной частью почвы, способной воспроизводить комплекс и состав катионов, плёнку сорбированной и адсорбированной воды, органические и минеральные соединения, микроорганизмы, ферменты на поверхности почвенных частиц.

Почва как любая природная система материализуется в самоорганизации (Поздняков, 1990), которая определяется эволюционным развитием: начиная от стадии возникновения, развития и заканчивая климаксной стадией. Возникновение почвы, её устойчивость и функционирование подчиняются принципу самоорганизации целостной биокосной системы более высокого порядка — биогеоценоза. При этом живые организмы, стремясь сосредоточить и упорядочить в ближайшем окружении необходимые для их роста, развития и воспроизводства вещество, энергию и информацию, формируют почву, её структуру и плодородие. Созданное многочисленными поколениями организмов биогенное плодородие реализует обратную связь — главную отличительную черту саморегулирующихся физических объектов (Смагин, 2012).

В качестве внутреннего фактора саморазвития выступают процессы энергомассообмена, позволяющие системе быть устойчивой к внешним воздействиям (Поздняков, 1990).

Вместе с тем почва является компонентом более сложных природных структур: геосистем, ландшафтов (Соколов, 1997; Телицын, 2004). При изменении внутренних и внешних условий одного из компонентов геосистемы «включаются» процессы энерго-массового обмена, ведущие к равновесному состоянию, что приводит систему к самоочищению и самовосстановлению.

Понятие «самовосстановление почв» близко к понятию «саморазвитие». Саморазвитие почв протекает независимо от изменения внешних факторов почвообразования (климата, рельефа, пород), при их нестабильном состоянии. Движущей силой развития в этом случае считаются внутренние противоречия собственно почвообразовательного процесса (Соколов, Таргулян, 1976).

Под термином «самовосстановление» подразумевается естественное восстановление природного объекта без какого-либо вмешательства человека, при котором происходит смена растительного и микробного сообщества (Баландина, 2014). Самовосстановление почв начинается с участия почвообразовательного биогенно-аккумулятивного процесса и трансформации органического вещества (Абакумов, 2006). Именно эти процессы характеризуют формирование гумусово-слаборазвитого горизонта W и слаборазвитых почв (Классификация почв., 2004). С восстановлением биотической компоненты экосистемы (растительные сообщества и микроорганизмы) инициируется процесс регенерации почв (Федорец и др., 1995; Андроханов и др., 2004; Абакумов, 2006), что способствует накоплению и преобразованию органического вещества. В природных условиях существует баланс между процессами синтеза и распада органических веществ, благодаря которому вещественный состав, структурное состояние и плодородие почв поддерживается на оптимальном уровне экосистемы (Смагин, 2012).

Эволюционной формой саморазвития почв являются почвенные сукцессии природных и природно-хозяйственных ландшафтов (Васенев, 2008), определяющиеся динамикой почв, под которой И.И.Васенев понимает совокупность всех процессов изменений в почве под воздействием внешних факторов и в результате саморазвития, обусловленного взаимодействием ее компонентов.

Определяющей точкой саморазвития и самовосстановления почв Среднеобской низменности является начальный биогенно-аккумулятивный процесс на техногенных поверхностных образованиях.

Техногенные поверхностные образования (ТПО) являются закономерным продуктом проявления техногенеза и определяются по «Классификации и диагностике почв России» (2004) как целенаправленно сконструированные почвоподобные тела, а также продукты хозяйственной деятельности, состоящие из природного и/или специфического новообразованного субстрата. Все эти образования, находясь на поверхности и, тем самым, функционируя в экосистеме, не являются почвами, поскольку в них еще не сформировались генетические горизонты.

Нефтегазодобывающая промышленность, интенсивно развивающаяся с 1964 г. в Среднеобской низменности Западно-Сибирской равнины, влечет за собой трансформацию природной среды и непосредственно почв (Захаров, Гаркунов, Чижов, 1998).

Нарушение целостности почв и создание ТПО начинается с этапа инженерно-геологической разведки нефтяного месторождения. Механическая трансформация почв связана с воздействием тяжелой техники, применяемой при строительстве и обустройстве нефтяного промысла. Техногенные воздействия на почву на территории месторождений разнообразны и меняются в соответствии с основными этапами эксплуатации и функционирования производства. Каждый из этапов характеризуется технологической спецификой и активизацией геодинамических процессов: частичное разрушение или полное уничтожение растительного покрова и естественного залегания горизонтов почв, загрязнение почв нефтепродуктами, формирование техногенного рельефа, где происходят изменения рельефообразующих процессов: проседание земной поверхности, уменьшение глубины промерзания и протаивания почвогрунтов, эрозионные, эоловые процессы, усугубление процессов заболачивания. Техногенные воздействия являются определяющими в процессе самовосстановления почв на ТПО.

На любых этапах эксплуатации месторождений в процессе трансформации природной среды формируются новые техногенные

формы рельефа: 1) положительные, представленные площадками, валами, насыпями, отвалами минеральных, органоминеральных грунтов с примесью различных артефактов; 2) отрицательные, представленные шламовыми амбарами, карьерами по добыче песка, торфа, траншеями. Данные формы рельефа определяют классификационную группу ТПО. Положительные формы, представленные минеральными насыпями, определяются по «Классификации и диагностике почв России» (2004) как литостраты, органические насыпи в виде изъятых торфа — органостраты; отрицательные формы рельефа, представленные днищами карьерных выработок, — абралиты.

В рамках развития динамических концепций почвоведения при изменениях почвенного покрова проводится много детальных исследований и сравнительного анализа классификационных схем (Карпачевский, 1997; Дмитриев, 1996; Тонконогов, Шишов, 1990; Строганова и др., 1997; Ammons, Vassenev, 2000; Герасимова, Строганова и др., 2003, Никитин, 2013). Классификационная систематика техногенно-измененных почв и сукцессионных стадий формирования почв относится к очень сложным и дискуссионным проблемам, требующим специального рассмотрения. Свежеусеченные почвы попадают под определение абраземов — отдела относительно неустойчивых почвенных образований, лишенных верхних диагностических горизонтов (Классификация..., 2004). Свежие насыпные (наносные) почвы могут относиться к выделенной из генетической классификации системе ТПО (Классификация..., 2004). Сложнее обстоит дело с количественными и качественными критериями более детальной дифференциации насыпных почв — по мощности и характеру насыпи и погребенного профиля, составу и структуре насыпного материала, характеру изменения режимов погребенной почвы (Лебедева, Тонконогов, Шишов, 1993).

При стабилизации поверхности нарушенных почв и формировании на ней органогенных горизонтов постепенно развиваются новые почвенные субпрофили. Почвы молодых и зрелых стадий могут приобретать привычный полнопрофильный облик, утрачивая со временем явные признаки импактных нарушений. В таком случае их удобно определять согласно традиционной

номенклатуре и классификации почв, при необходимости отмечая сохраняющуюся турбированность верхней части профиля (Классификация..., 2004). Почвы насыпных сукцессий часто длительно отличаются от исходного состояния. Их удобно определять с учетом реальной двухэтажности строения (как прописано в классификации 1997—2004 гг. для стратоземов), отмечая морфогенетические особенности формирующегося в насыпи и погребенного субпрофилей (Тонконогов, 2001).

Изучению трансформации природной среды, в частности почв, таёжной зоны Западной Сибири посвящено немного работ. Наиболее крупные исследования в области геохимии ландшафтов, в которых рассмотрены вопросы миграции и аккумуляции нефтяных загрязнений в сопряженных ландшафтах таёжной зоны Западной Сибири, проведены сотрудниками кафедры географии почв и геохимии ландшафтов МГУ в 1980—1990 гг. (Глазовская, 1976; Пиковский, 1993; Солнцева, 1998). В эти годы появился термин «технопедогенез» — почвообразовательный процесс, испытывающий в какой бы то ни было форме влияние деятельности человека (Глазовская, Солнцева, Геннадиев, 1985). Технопедогенез является особой формой техногенеза, это порождение техники, последний по времени этап эволюции, обусловленный деятельностью человека и вносящий в биосферу вещества, силы и процессы, которые изменяют и нарушают её равновесное функционирование и замкнутость биологического круговорота (Ферсман, 1933; Перельман, Касимов, 2000).

Исследования влияния техногенеза на почвы Западной Сибири в основном касались воздействия техногенных потоков (Пиковский, 1993; Солнцева, 1981; Солнцева, Касимов, 1982; Солнцева, Рубина, 1987; Солнцева, 1998) на почвенный покров. Это связано с тем, что нефть и нефтепродукты являются приоритетными загрязнителями природной среды (Чижов, 1998). Причем химическое загрязнение — один из основных факторов, вызывающих деградацию природных комплексов. Наличие в добываемом сырье, в технологических и сопутствующих выбросах, в отводимых водах, в образующихся твердых отходах широкого круга органических и неорганических поллютантов коренным образом меняет химический состав почв (Булатов и др., 1997; Григорьев и др.,

1991; Косаревич и др., 1992; Пиковский, 1993). Повышенная восприимчивость к загрязнению почв среднетаёжной зоны Западной Сибири нефтью и нефтепродуктами, как указывают В.Б.Ильин и А.И.Сысо (2000), связана с тем, что интенсивность процессов биодеградации нефти прямо пропорциональна количеству поступающего в почвы тепла и наличия в них элементов питания. Геохимическое воздействие нефтяной промышленности на окружающую среду не сводится только к поступлению загрязнителей. Нарушение почвенного покрова (удаление органогенного горизонта, отсыпка техногенными грунтами) приводит к изменению сложившейся геохимической структуры ландшафтов, трансформации химического состава почв, потере гумуса, ухудшению водно-физических и ионно-обменных свойств, биологической активности, происходит засоление, подщелачивание почв (Журавлев и др., 1999).

Н.П.Солнцева (1981), рассматривая вопрос почвообразования на техногенно-поврежденных землях, утверждает: «...Если техногенные воздействия не повторяются, механически нарушенный почвенный профиль приобретает четкую дифференциацию, а в ряде случаев период в 20—30 лет с момента повреждения восстанавливается в основных своих морфологических чертах. При этом может восстановиться и полный набор генетических горизонтов, характерных для исходного типа почв».

Действия техногенеза приводят к изменению природных компонентов ландшафта, соответственно происходит модификация ландшафта. В 60—70-е гг. появляется учение о природно-антропогенных, антропогенных и культурных ландшафтах. Большой вклад в их понимание внесли Ф.Н.Мильков (1973) и Д.Л.Арманд (1975). В 70—90-х гг. XX в. происходит формирование представлений о различных территориальных природно-хозяйственных, природно-технических, геотехнических, агроландшафтных геоэкосистемах (Саушкин, 1968; Булатов, 1968; Куницын, Дьяконов, Ретеюм, 1972; Глазовская, 1976; Трофимов, Щербинин, Реймхе и др., 1989; Звонкова, Касимов, 1990; Кострюков, Кострюкова, 1996; Андроханов, 1998; Перельман, Касимов, 1999; Козин, Маршинин, Осипов, 2008; Федотов, Винокуров,

Красноярова, Овденко, Суразакова, Счастливец, 2003; Николаев, 2005).

В рамках изучения вопроса «Самовосстановление нарушенных техногенезом почв» необходимо рассмотреть терминологическую базу понятия «техногенез».

Техногенез — это порождение техники, последний по времени этап эволюции, обусловленный деятельностью человека и вносящий в биосферу вещества, силы и процессы, которые изменяют и нарушают её равновесное функционирование и замкнутость биологического круговорота (Ферсман, 1933; Перельман, 1972).

Техногенез — происхождение, возникновение, процесс образования и эволюции элементов технической реальности и техногенного мира в целом (Кудрин, 1989).

Техногенез — совокупность геоморфологических процессов, вызванных производственной деятельностью человека. Влияние человека на естественное развитие геоморфологических процессов может быть прямым (изменение их залегания, транспортировка, отложение, переработка, образование насыпных и скульптурных форм и т.д.) и косвенным (человек является причиной изменения скорости имевших место геоморфологических процессов или появления новых процессов). По направленности деятельность человека подразделяется на сельскохозяйственную, эксплуатацию месторождений полезных ископаемых, возведение различных сооружений, оборонную и пр. Синонимом является термин «антропогенез»; хотя некоторые исследователи полагают, что антропогенез в геоморфологии — это изменение рельефа в результате лишь жизнедеятельности человека как биологический особи (Геологический словарь, 1978).

Техногенный рельеф (антропогенный) — рельеф, созданный производственной деятельностью человека, как фактор от прямого воздействия на поверхность Земли, а также рельеф «возбужденный» (по Пиотровскому, 1961), возникновение которого вызвано человеком, косвенно изменившим естественный процесс. К собственно техногенному рельефу принадлежат формы денудационные (техногенные уступы, бровки техногенных уступов, карьеры, каналы, канавы, в том числе ирригационные и мелиоративные, выемки, откосы, ямы, штольни, шахты и пр.) и

аккумулятивные (дамбы, плотины, пирамиды, курганы, насыпи, раши, культурные слои, военные укрепления и пр.). По существу все строения, созданные человеком (города и пр.), можно рассматривать как техногенный рельеф (Геологический словарь, 1978).

Экстенсивное развитие техногенеза любой промышленности приводит к нарушению почвенного покрова. В.М.Курачевым, В.А.Андрохановым (1992) была разработана и описана классификация почв техногенных ландшафтов Кузбасса. Данная классификация основывается на профильно-генетическом принципе классификации на всех таксономических уровнях. Типовое название почв техногенных ландшафтов предполагает эволюционное развитие пост-техногенных почв (органогенной части), но не их формирование и состав.

Добыча нефти и связанные с ней строительство и производство на территории исследуемого района, Среднеобской низменности Западно-Сибирской равнины, коренным образом влияют на изменение ландшафта, физических и химических свойств почвы, растительного покрова. На месте хвойных лесов, болотных комплексов и разнотравных лугов в поймах рек появляются новые техногенные ландшафты, на которых развиваются новые техногенные биогеоценозы, техногенные поверхностные образования. Происходит деформация горизонтов почв, связанная с уплотнением почв, турбацией горизонтов, уничтожением органических горизонтов почв, изменение физико-химических свойств почв (Коркина, 2009).

Н.П.Солнцева (1981, 1998) отметила еще одну важную особенность техногенеза. По ее мнению, возникающие в зоне техногенеза почвы, характеризующиеся устойчивым геохимическим своеобразием, не могут рассматриваться только в качестве временных техногенных модификаций исходных почв, так как их новообразованные свойства не только записаны в «почве-памяти», но не имеют соответствующих природных аналогов.

Техногенно-нарушенные земли или техногенные поверхностные образования (ТПО) как интегральный результат добычи и транспортировки нефти и нефтепродуктов — незакрепленные пески, отвалы, карьерные выработки и пр. — занимают значительные

площади в почвенном покрове территории исследования. Они могут служить объектом картографирования и, следовательно, нуждаются в упорядочивании терминологии и классификации. При рассмотрении вопроса классификации ТПО исходили из того, что эти образования не могут рассматриваться как почвы, в докучаевском смысле этого понятия, ввиду отсутствия в них сформированных генетических горизонтов (Lebedeva, Tonkonogov, 1999; Тонконогов, Лебедева, Герасимова, 1997; Лебедева, Тонконогов, 2008), поэтому существует необходимость особой классификации для техногенно-поврежденных земель.

До разработки «Классификации и диагностики почв России» (2004) в России и за рубежом предпринимались лишь отдельные попытки классифицирования ТПО. Так, в «Классификации почв СССР» (1977) выделяются переотложенные и искусственно аккумулярованные почвогрунты.

В американской «Почвенной таксономии» (Soil., 1997) среди подпорядков больших почвенных групп и подгрупп выделяются специфические техногенные образования: плаген (пахотный, сильно удобренный органическими веществами), антропик (культурный или агроирригационный слой) и т.д. В книге «Soil Genesis and Classification» почвы с небольшими признаками развития почвенных горизонтов, а также субстраты, покрытые растительностью горных территорий и техногенно-нарушенных ландшафтов, определяются как энтисоли (Vuol et al., 2011). Во французском «Почвенном справочнике» (2000) предусмотрены искусственные и реконструированные антропосоли, полностью созданные человеческой деятельностью.

Сотрудниками Почвенного института РАСХ Л.Л.Шишовым, В.Д.Тонконоговым, И.И.Лебедевой (2004) в рамках новой генетической классификации почв России, в которой диагностика почв построена на качественных признаках строения профиля, особое место уделяется систематике непочвенных (техногенных) образований (ТПО). В основе систематики и диагностики ТПО лежит характер вещественного состава субстратов, слагающих эти образования, — морфологическое строение вскрытой и насыпной толщи, природное или искусственное происхождение, химический состав материала, из которого состоят ТПО. При внешнем

сходстве в подходе к классификации и диагностике почв и ТПО имеется принципиальная разница: в отличие от почв слои ТПО не рассматриваются как генетически сопряженные горизонты (Классификация, 2004).

Систематика ТПО в зависимости от размеров техногенной трансформации выделяет таксономические единицы, состоящие из двух уровней, — группы и подгруппы. Группы ТПО выделяются по потенциальной способности их материала к последующему хозяйственному использованию и возобновлению почвообразования при поселении растительности. Учитываются черты сходства ТПО с почвой, естественное или искусственное происхождение материала ТПО и его токсичность. Подгруппы ТПО выделяются на основании вещественного состава слагающего их материала — минерального, органического, смешанного и пр. В ряде случаев учитывается залегание материала ТПО — естественное или в виде искусственной насыпи.

Руководствуясь в исследовании «Классификацией и диагностикой почв России» (2004) рассмотрим определения групп ТПО, встречаемых в зоне техногенеза на территории Среднеобской низменности.

Группа квазизёмов представляет собой гумусированные, внешне сходные с почвами, т.е. почвоподобные, образования. Они состоят из одного или нескольких слоев гумусированного или иного плодородного органогенного материала, которые могут подстилаться негумусированным, преимущественно минеральным материалом или чередоваться с ним.

В пределах группы различаются *реплантозёмы* и *урбиквазизёмы*. Первые представляют собой целенаправленно созданные образования (земли, рекультивированные главным образом под сельскохозяйственное использование), которые характеризуются залеганием гумусированного слоя на предварительно подготовленной (обычно спланированной) поверхности нарушенных грунтов, в том числе насыпных.

Урбиквазиземы отличаются от реплантозёмов в основном характером толщи, подстилающей гумусированный слой и состоящей из смеси минерального материала и специфических антропогенных включений в виде остатков строительных материалов,

коммуникаций, дорожных покрытий и пр. Характерны главным образом для районов городских промышленных и селитебных новостроек.

Дальнейшее разделение реплантозёмов и урбиквазизёмов может проводиться по качественному составу и степени гомогенности (гетерогенности) органогенных слоев, наличию и количеству слоев, а также литологии минерального материала, по проявлению естественного почвообразования и др.

Группа натурфабрикатов представляет собой поверхностные образования, лишенные гумусированного слоя и состоящие из природного минерального, органического и органо-минерального материала.

Среди натурфабрикатов различаются следующие подгруппы.

Абралиты — вскрытый минеральный материал днищ и бортов карьеров и других горных выработок.

Литостраты — насыпные минеральные грунты отвалов вскрытых и вмещающих пород горнодобывающих и строительных предприятий, грунтовые насыпи и выровненные грунтовые площадки, создающиеся при разработке и обустройстве месторождений полезных ископаемых, строительстве поселков и пр.

Органостраты — насыпной, складированный торф или иной природный органический материал.

Органолипостраты — смешанный несортированный органо-минеральный материал. Обычно это предварительно срезанный и складированный для последующей рекультивации гумусированный мелкоземистый материал черноземов и других высоко- и глубокогумусированных почв.

Дальнейшее подразделение подгрупп натурфабрикатов может проводиться по характеру исходного природного материала: рыхлые породы различного гранулометрического состава, щебнистые и скальные породы; по составу органогенного материала; по карбонатности, засолению; по проявлению первичных естественных процессов почвообразования. Кроме того, насыпные материалы могут быть однослойными и многослойными, различаться по гомогенности (гетерогенности) верхнего слоя и пр.

Группа токсифабрикатов состоит из токсичных химически активных материалов, на которых без специальных дезактивационных

мероприятий долгое время невозможно выращивание сельскохозяйственных и лесных культур, а также возобновление естественной растительности. Это материалы шламо- и хвостохранилищ токсичных отходов некоторых промышленных предприятий, отвалов вскрышных пород медно-колчеданных и некоторых других месторождений, вязкие нефтепродукты, ядовитые городские отходы, незакрытые отвалы ядохимикатов и минеральных удобрений и пр.

В пределах группы токсифабрикатов выделяются практически те же подгруппы, что в натур- и артификакатах. Они отличаются от своих аналогов токсичностью слагающего их материала. При их обозначении добавляется словообразовательный элемент «токсид-»: *токсидиндустраты*, *токсидурбистраты*, *токсидхимостраты*, *токсидлитостраты*, *токсидабралиты* (Классификация почв..., 2004).

В последние 30 лет учеными проведены исследования проблем самовосстановления почвенно-растительного покрова в зоне техногенеза Западной Сибири, в основном они связаны с возможностью самоочищения почв от нефтепродуктов (Седых, 1996; Седых, Тараканов, 2004; Седых, Игнатьев, Семенюк, 2004; Середина, 2003; Васильев, 1988; 1998; 2007; Дитц, Смоленцев, 2002; Дитц, 2003; Михайлова, 1995; Реморов, Сидоренко, Бушковский, 1996; Зубайдуллин, 1998; Babayev, 2012). Многие работы посвящены актуальному состоянию почвенного покрова и геохимическим взаимосвязям загрязненных почв нефтепродуктами и другими компонентами ландшафта (Московченко, 2013; Солнцева, 1998). Необходимость исследования процессов самовосстановления почв заключается в том, что особенности природных условий Среднеобской низменности: резко континентальный климат, равнинность и, как следствие, сильная заболоченность, залегание в поверхностных слоях массивов песчаных отложений, — способствовали формированию почв, обладающих слабой устойчивостью к техногенным воздействиям и меньшими возможностями самоочищения и самовосстановления.

Начальные процессы почвообразования и самовосстановление почвенно-растительного покрова на техногенно-нарушенных землях различной производственной направленности исследованы

рядом авторов. В.А.Андроханов, Е.Д.Куляпина, В.М.Курачев в работе «Почвы техногенных ландшафтов: генезис и эволюция» (2004) рассмотрели эволюционные процессы почв на техногенных отвалах угольнодобывающей промышленности. Е.В.Абакумов и Э.И.Гагарина в исследовании «Почвообразование в посттехногенных экосистемах карьеров на северо-западе Русской равнины» (2006) представили эволюционные хроноряды восстанавливающихся почв на отвальных породах горнодобывающей промышленности. Изучению посттехногенного восстановления нефтезагрязненных земель в лесотундровых и таежных зонах республики Коми посвящены работы авторов С.В.Дегтевой, 2002, В.И.Парфенюк, И.Б.Арчеговой, Л.П.Турубановой, И.А.Лихановой, 2002. Исследования эволюционного развития подзолов в подзоне средней тайги Западной Сибири, проведенные Г.И.Махониной и И.Н.Коркиной, доказывают, что за 50 лет формируется только слой подстилки, элювиальный горизонт за данный промежуток времени морфологически не проявляется (Махонина, Коркина, 2002). Данный факт подтверждает идеализированную модель развития элювиального горизонта на песчаных породах в гумидных областях, разработанную А.И.Морозовым и В.О.Таргуляном (1995), согласно которой за 300 лет формируется 1 см элювиального горизонта. При исследовании условий формирования почв в техногенных экосистемах степных условий Урала Г.И.Махониной (2004) выявлено, что создание органогенного горизонта происходит только к 200 годам.

Среди нормативно-правовых документов основополагающим является ГОСТ 17.5.1.03-86 «Охрана природы. Земли. Классификация вскрышных и вмещающих пород для биологической рекультивации земель», разработанный Л.В.Моториным, В.А.Овчинниковым, А.И.Савич, Л.В.Етеревской, С.С.Трофимовым, Ф.К.Рагим-Заде, В.И.Грушиным, Г.М.Пикаловым, В.П.Костовецким, Н.А.Чугаевой, Т.А.Фриевым.

Изложенное позволяет заключить, что в научной литературе имеются материалы, характеризующие естественный почвенный покров Среднеобской низменности. Выявлены основные направления трансформации почв и почвенного покрова под влиянием техногенной деятельности, в том числе разработки и

добычи нефтепродуктов и других загрязнителей, связанных с добычей нефти. Однако до последнего времени слабо изучены особенности механически нарушенного почвенного покрова, устойчивости почв к техногенным нагрузкам и способность естественного и искусственного восстановления почвенно-растительного покрова на вновь созданных техногенных поверхностных образованиях.

Глава 2

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Конструкции техногенных поверхностных образований нефтедобывающей промышленности

Нефтегазодобывающая промышленность в пределах Нижневартовского района занимает 31,2% от всей площади территории района. Инвентаризация нарушенных земель в пределах Среднеобской низменности показала, что 90% земель представлены группами ТПО — литостратами песчаного состава: это основания для площадок буровых, насосных станций, промышленных узлов, трубопроводов и т.п. Литостраты суглинистого состава сконструированы в местах, сложенных суглинистыми четвертичными отложениями, это, как правило, отсыпанные валами линии трубопроводов и техногенные площадки. Данные техногенные поверхностные образования являются основными объектами для исследования.

Технологические схемы конструкций ТПО Среднеобской низменности имеют различия в зависимости от ландшафтных условий создания техногенного объекта и типа инженерного сооружения. Распространенное использование песчаного минерального грунта при конструировании площадных ТПО прежде всего связано с тем, что песок является основной осадочной породой Среднеобской низменности. Песок для строительства инженерных конструкций нефтедобывающей промышленности изымается двумя способами: сухойройным способом, путем экскавации с поверхности, и гидромеханизированным способом, путем намывания песчаного грунта из глубин водоемов, чаще всего рек (Коркина, 2010). Генезис литологического состава, которым сложены ТПО, является базисом в самовосстановлении почвенно-растительного покрова.

Конструирование литостратов (рис. 1) в основном происходит на олиготрофных болотах, на поверхность которых укладываются лежневые настилы, представляющие собой порубленный древостой малопригодной древесины. Строительство инженерных сооружений и конструирование ТПО осуществляется в зимний период, когда происходит промораживание верхних торфяных слоев, и

тяжелая техника может передвигаться. Затем поверхность кустового, бурового или другого площадного объекта отсыпается песчаным грунтом мощностью от 1 до 5 м.

Таким образом, на олиготрофных болотах формируются литостраты, их поверхность подвергается гипергенезису, в ходе которого начинают активизироваться биогенные процессы: заселение поверхности микроорганизмами и мохово-травянистой растительностью. В эволюционном развитии литостраты без повторных загрязнений и механических воздействий могут развиваться до слабо развитых почв — псаммозёмов.

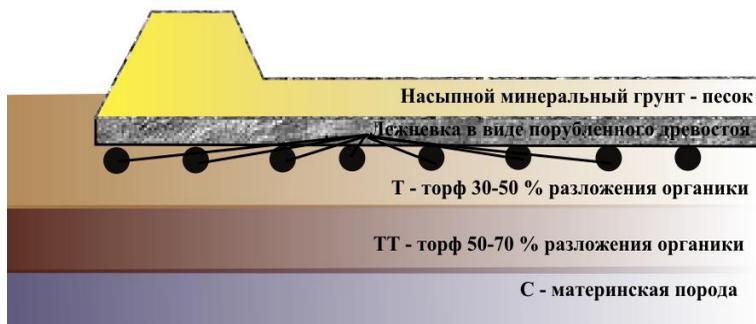


Рис. 1. Схема конструкции литострата на торфяной олиготрофной почве

Нефтедобывающая промышленность характеризуется как экологически опасная, что связано с возникающими многочисленными аварийными ситуациями. Загрязнению нефтепродуктами подвергаются как естественные почвы, так и ТПО. В результате нередко поликомпонентные строения ТПО, представленные многослойностью субпрофилей. Загрязненные нефтью горизонты естественной почвы погребаются насыпным песчаным грунтом, поверхность которого в процессе эксплуатации месторождения неоднократно может подвергаться загрязнениям и постоянно засыпаться новыми слоями песка. Таким образом, конструируется литострат на токсилитострате и погребенном хемозёме естественной почвы (рис. 2).



Рис. 2. Схема конструкции литострата на токсилитострате и погребенном хемозёме

Самовосстановление почвенно-растительного покрова естественно происходит на верхнем слое насыпного песка сконструированного ТПО. Нижние загрязненные слои и горизонты остаются законсервированными без доступа атмосферного кислорода. Морфологическое описание подобного ТПО представлено на рисунке 6 (см. *Приложение*).

Район исследуемых ТПО и почв располагается в зоне интенсивного заболачивания, нефтедобывающие инженерные сооружения строятся на техногенных площадках, сконструированных песком непосредственно на олиготрофном болоте. Наибольшую площадь земельных участков на болотных угодьях занимают линейные техногенные объекты — трубопроводы. Соответственно, наибольшая техногенная нагрузка, связанная с аварийными разливами нефти, приходится на болотные комплексы. По официальным данным «О состоянии окружающей среды Ханты-Мансийского автономного округа — Югры в 2006—2007 годах» (Информационный бюллетень., 2007), ежегодные объемы аварийно разливаемой нефти составляют от 50 до 70 тыс. т, только в 2007 г. произошло 5480 аварий, площадь разливов нефти составила 890,9 га. Из общего количества аварий треть приходится на Нижневартовский район (Состояние окружающей..., 2006). На нефтезагрязненных участках земли производятся рекультивационные мероприятия по восстановлению земель, таким образом конструируются ТПО — реплантозёмы. Схема их конструкций представлена на рисунке 3.

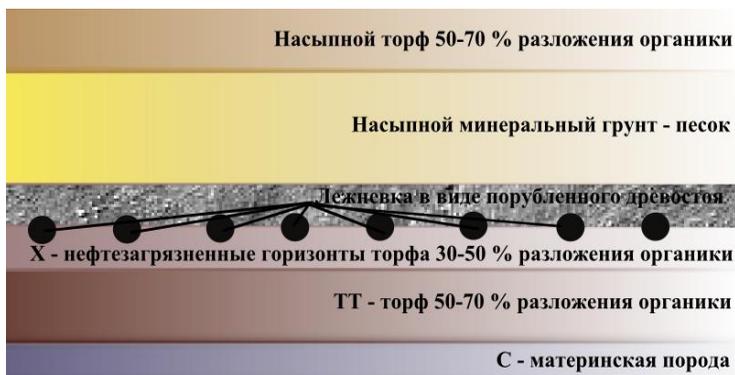


Рис. 3. Схема конструкции реплантозёма на погребённом хемозёме торфяной олиготрофной почвы

Основная часть реплантозёмов в пределах Среднеобской низменности характерна для верховых болот. Реплантозёмы (*Приложение*, рис. 18) конструируются в ходе рекультивационных мероприятий, проводимых на нефтезагрязненных участках земель. В ходе проведения рекультивационных мероприятий на болотах происходят изменения естественных гидрологических стоков, это связано прежде всего с тем, что нефтезагрязненные участки болот отсыпаются минеральным грунтом. Искусственно сконструированные почвоподобные тела в виде реплантозёмов являются основой для самовосстановления растительного покрова. Восстановление исходного болотного комплекса не происходит, на таких участках осуществляется смена сукцессий на лесную растительность.

2.2. Ландшафтная принадлежность исследуемых объектов и методы их исследования

Естественные условия среднетаежной зоны Западно-Сибирской равнины в пределах Среднеобской низменности характеризуются гумидным климатом, общей равнинностью, что приводит к сильной заболоченности территории (40%), способствует формированию гидроморфных почв, в особенности торфяных олиготрофных. Крупные залежи нефтяных месторождений располагаются в Среднеобской низменности, поэтому строительство инженерных сооружений для добычи нефти осуществляется

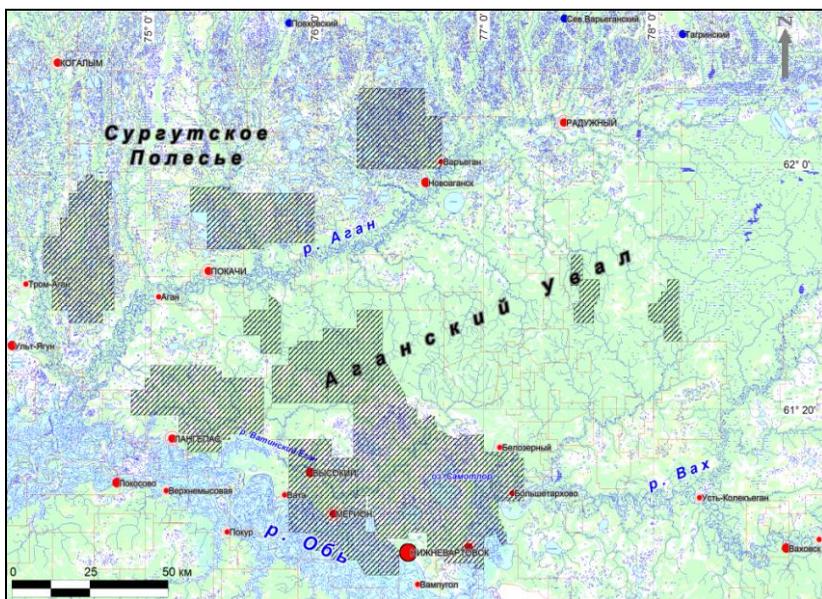
в большинстве случаев непосредственно на олиготрофных болотах. Необходимо отметить, что нарушение ландшафтов, и в частности почв, происходит локально, в пределах отведенных границ лицензионного участка, за исключением линии коммуникаций. Техногенез, связанный с нефтедобывающей промышленностью, во-первых, способствует созданию новых экосистем, иногда не свойственных для определенного ландшафта: так, локальные участки на болоте занимают древесная растительность, не характерная для экосистемы болот; во-вторых, способствует изменению естественных экосистем, связанных с изменением гидротермических режимов.

Таким образом, на дневной поверхности Среднеобской низменности в разных экосистемах — в пойме, на болоте, в лесу — сконструированы ТПО подгруппы литостратов, представляющие собой насыпной минеральный грунт (чаще песчаный), являются фундаментом для инженерных сооружений нефтедобывающего промысла. Кроме литостратов на дневной поверхности нефтедобывающего комплекса конструируются абралиты, представляющие собой днища песчаных карьеров, выработанные сухоройным способом, а также основания кустовых площадок, созданные снятием верхних горизонтов и представляющие собой вскрытые четвертичные отложения. Основания торфяных и песчаных карьеров с использованием изъятия песка гидромеханизированным способом заняты искусственно созданными водоёмами.

Из группы квазизёмов на рекультивированных землях были исследованы реплантозёмы, представляющие собой органический слой мощностью до 15 см на предварительно подготовленной минеральной поверхности, чаще всего в виде насыпного песка.

Необходимо отметить, что все группы ТПО отягощены загрязнением нефтепродуктами, поэтому относятся к группе токсифабрикатов.

Выбор районов исследований обусловлен разнотипностью ландшафтов и целями изучения начальных процессов почвообразования на ТПО в разных ландшафтах (рис. 4).



Условные обозначения:



районы исследования



населенные пункты

Рис. 4. Карта-схема района исследования в пределах Среднеобской низменности

Объектами исследования послужили естественные почвы и ТПО Среднеобской низменности. В ходе исследования были изучены в разных ландшафтах естественные типы почв с ненарушенной структурой почвенного профиля и растительного покрова, взятые за фоновые, а также разновозрастные подгруппы ТПО, сложенные различным природным субстратом, и сформированные на них слаборазвитые почвы, представленные пелозёмами и псаммозёмами.

В пойме р.Оби, в районе протоки Баграс, под злаковыми разнотравными лугами исследованы аллювиальные дерновые почвы. Слаборазвитые почвы представлены пелозёмом гумусовым, период восстановления которых составляет 50 лет, ТПО — литостратами песчаными с периодом восстановления 5—10 лет.

Озерно-ингрессионная терраса, представленная первой и второй надпойменными террасами р.Оби и сложенная озерно-

аллювиальными отложениями, в основном представлена болотным грядово-мочажинным комплексом. Исследуемые участки в районе озера Самотлор представлены сосново-багульниково-сфагновой растительностью на торфяных олиготрофных почвах в мочажинах и торфяно-подзолами глеевыми на грядах; более высокие, хорошо дренируемые поверхности представлены подзолами иллювиально-железистыми; ТПО представлены литостратами песчаными, период восстановления которых составляет 5 лет, и псаммозёмами с периодом восстановления 30 лет.

Болотный комплекс, подверженный техногенезу, исследовался в районе Сургутского Полесья. Естественные почвы представлены торфяными олиготрофными почвами в мочажинах под сосново-багульниково-осоково-сфагновой растительностью, на грядах торфяно-подзолы иллювиально-гумусовые, на вытянутых с севера на юг минеральных поверхностях, дренируемых реками, сформированы подзолы иллювиально-железистые на флювиогляциальных отложениях. ТПО представлены литостратами песчаными, имеющими возраст восстановления 10 лет.

В районе Аганского Увала исследованы криометаморфические почвы на суглинистых отложениях среднелепистоценового возраста под пологом кедрово-елово-чернично-зеленомошной растительности; ТПО представлены литостратами, токсилитостратами песчаными, имеющими период восстановления 33 года.

Подробная ландшафтная характеристика объектов исследования представлена в главах 3, 4 настоящей работы.

2.3. Методы исследования самовосстановления нарушенных техногенезом почв

Сложность и неразработанность проблем, связанных с трансформацией почвенного покрова под влиянием механических воздействий, делает необходимым тщательный подход к методике изучения влияния техногенеза на почвенный покров и процессов самовосстановления почв. Изучение ТПО, возникших в результате техногенеза, имеет свои особенности и отличается от характерных особенностей естественных почв. ТПО имеют специфическое поликомпонентное строение, свойства и образуют своеобразную структуру почвенного покрова. При изучении ТПО логично

использовать традиционные методы и методики изучения естественных почв. Методика проведенного исследования ТПО включает в себя анализ компонентов среды с применением сравнительно-географического и сравнительно-исторического методов, а также анализ отраслевых документов (фондовых и архивных данных), проведение полевых и лабораторно-экспериментальных исследований.

Исходя из цели исследования и методики оценки экологического состояния почв (Муравьев, Каррыев, Ляндзберг, 2000) на каждом ключевом участке исследования были заложены разрезы естественной почвы и ТПО. Применялись общепринятые геоботанические методы (Ярошенко, 1969): изучение видового состава, проективное покрытие растительностью, определение фитомассы и почвенные методы, включающие морфологическое описание почвенных разрезов с отбором проб погоризонтно (Розанов, 2004).

Общая аналитическая характеристика почвенных образцов включала определение химических и физических параметров. В лаборатории Почвенного института им. В.В. Докучаева в 2004 г. получены данные: емкость поглощения карбонатных и кислых почв по Айдиняну, обменные катионы CaO^{2+} и MgO^{2+} , Fe_2O_3 по Тамму, Fe_2O_3 по Мера—Джексону. В лаборатории физико-химических исследований НВГУ в 2015 г. получены данные: рН водный и солевой — кондуктометром inoLab 740, количество органического углерода — методом определения органического вещества фотометрическим методом Тюрина по ЦИНАО для минеральных почв и гравиметрическим методом определения массовой доли органического вещества для торфяных почв, общее Fe_2O_3 , валовое содержание Al_2O_3 MnO_2 , подвижные формы фосфора P_2O_5 . Из физических параметров: водопроницаемость насыпных образцов для характеристики водопроницаемости в насыпных сооружениях ТПО и для естественных почв (Вадюнина, Корчагина, 1986); гранулометрический состав — методом Рутковского для выделения основных фракций (глинистой, песчаной и пылеватой); минеральный состав почвы — с помощью цифрового микроскопа «Нігох» и бинокля «МКС».

Анализ биологической активности верхних органических горизонтов естественных почв и ТПО производился на основе учета

численности амилотической микрофлоры и актиномицетов на среде крахмало-аммиачного агара, аммонификаторов — на среде мясо-пептонного агара, микроскопических грибов — на среде Чапека. Микробиологический посев проводили из свежих образцов на твердые и жидкие питательные среды из водной суспензии при разведении 1:10. Посевы инкубировали при температуре 20—25°С в течение 4—15 дней в зависимости от среды. На плотных средах проводили подсчет выросших колоний, на жидких средах подсчитывали наиболее вероятное количество клеток микроорганизмов в единице объема суспензии. Анализ проводили в трехкратной повторности, выводили среднее арифметическое значение.

Замеры температуры в почвах были сделаны с помощью маршутного щупа для измерения температуры почвенных горизонтов, входящего в комплект портативной лаборатории мониторинга климатических параметров для исследования мерзлых процессов, разработанной Институтом нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН (г.Новосибирск).

Глава 3

СТАЦИОНАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЧВ И ТЕХНОГЕННЫХ ПОВЕРХНОСТНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ СРЕДНЕОБСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

3.1. Ландшафтная характеристика почв и техногенных поверхностных образований поймы р.Оби

Пойма р.Оби нефтедобывающей промышленностью осваивается с 1965 г. Широкий отрезок Среднеобской низменности занят на 90% лицензионными участками по добыче нефти. Первым освоенным лицензионным участком стал «Мегионский» (*Приложение*, рис. 1).

Пойма р.Оби представляет собой типичную аккумулятивную равнину с грядовыми формами рельефа. Микрорельеф поймы сложился в результате гидрологической деятельности пойменных протоков и главного русла р.Оби. Пойменные отложения достаточно четко стратифицируются на аллювиальные и пойменные фации (Добровольский, Афанасьева, Ремезова, 1973). Аллювиальные фации поймы сложены преимущественно песками мелкими, серыми, кварцевыми. Среди песчаных накоплений выделяются линзы пылеватых супесей и легких пылеватых суглинков мощностью 1—3 м. Вверх по разрезу аллювиальные фации перекрываются пачкой пойменных пылеватых супесей и легких пылеватых суглинков, окрашенных в характерные охристые тона и содержащих многочисленные растительные остатки. Часто встречаются тонкие прослойки и линзы пылеватых песков.

В результате плановых деформаций русел сформировался своеобразный гривистый микрорельеф, представленный сложными системами дугообразно изогнутых валов и понижений между ними. Понижения заняты злаковыми и осоковыми лугами, ивняками. Доминируют пойменные комплексы низкого уровня (40%) с осоковыми лугами, хвощевниками, кочкарными осочниками в межгривьях и староречьях. На повышенных и средних по высоте участках распространены пойменные луга из вейника, канаречника, разнотравья и злаковых видов, представленных хвощом полевым (*Equisetum arvense*), пыреем ползучим (*Elytrigia repens*),

кострецом безостым (*Bromopsis inermis*), марьевыми (*Chenopodium*), лапчаткой гусиной (*Potentilla anserina*), кровохлёбкой лекарственной (*Sanguisorba officinalis*), горошком мышиным (*Vicia cracca*), донниками (*Melilotus*), подорожником большим (*Plantago major*), тысячелистником обыкновенным (*Achillea millefolium*), ромашкой непахучей (*Matricaria inodora*), полынью обыкновенной (*Artemisia vulgaris*), крестовником обыкновенным (*Senecio vulgaris*), осотом полевым (*Sonchus arvensis*), одуванчиком лекарственным (*Taraxacum officinale*), ястребинкой зонтичной (*Hieracium umbellatum*), пижмой обыкновенной (*Tanacetum vulgare*), лапкой двудомной (*Antennaria clioica*), лабазником вязолистным (*Filipendula ulmaria*), марьянником луговым (*Melampyrum pratense*), подмарийником (*Galium*), пальчатокорейником Фукса (*Dactylorhiza fuchsii*). В условиях кратковременного затопления паводковыми водами формируются аллювиальные дерновые глееватые почвы, которые представлены горизонтами АУ, Сg (*Приложение*, рис. 5).

Отдельные группы грив, сформированные пойменным аллювием, формируясь в разные периоды времени, могут иметь различную ориентировку и высоту по отношению друг к другу, препятствуя развитию пойменных течений при малых глубинах весенне-летнего затопления. На гривах и останцах высокой поймы, абсолютные отметки которых достигают 40 м, распространены ивняки парковые, березняки и осинники разнотравные, в период половодья они не затапливаются. Гривы представлены аллювиальными грубогумусовыми почвами, на них произрастают осиново-е леса с примесью тополя, в подлеске произрастает: калина (*Viburnum*), шиповник (*Rosa majalis*), травяной ярус имеет 80% проективного покрытия. Морфологические свойства аллювиальной грубогумусовой почвы представлены в описании на рисунке 5 (см. *Приложение*).

В пойме ТПО сконструированы для инженерных сооружений нефтедобывающей промышленности непосредственно на естественную почву. Высокое (до 3 м) обвалование кустовой площадки, представленное литостратами, выполняет функции защиты: с одной стороны, от аварийных разливов нефтепродуктов непосредственно с техногенного объекта на водные поверхности, с

другой стороны, от высоких паводковых вод, возможных в пойме Оби.

Литостраты лицензионного участка «Мегионский» имеют отличительную особенность сравнительно с подобными ТПО на других более современных лицензионных участках, сконструированных в пойме. Здесь они сконструированы современными песчаным насыпями, добытыми из гидронамывных карьеров, и суглинистыми насыпями, представленными срезанными и перемешанными горизонтами аллювиальных почв. Литостраты суглинистого состава редки для инженерных сооружений кустовых оснований, они использовались в строительстве до 1980 г. и в настоящее время широко представлены для техногенных объектов линейных форм, для трубопроводов (Коркина, 2007).

Кроме этого, в связи с высокой аварийностью инженерных сооружений в 1980—90 гг. и, соответственно, с разливами нефтепродуктов литостраты имеют поликомпонентное строение. Насыпь песка недисциплинированные землепользователи используют для устранения следов нефтяных загрязнений, погребения строительных отходов (труб, цемента и пр.). Таким образом, литостраты, имеющие загрязнения нефтепродуктами, переходят в подгруппу токсилитостратов. Многокомпонентность строения ТПО может быть представлена нефтезагрязненной почвой — хемозёмом, затем загрязненная поверхность засыпается песком, т.е. представляет собой литострат, который может быть также неоднократно загрязнен. Морфологическое описание подобного исследуемого объекта — литострата на токсилитострате, подстилаемого хемозёмом, представлено на рисунке 5 (см. Приложение).

В эволюционно-хронологическом аспекте (Соколов, Таргулян, 1976) сконструированная поверхность ТПО, представленная минеральной основой, является «нулевым моментом». В ходе заселения поверхности микроорганизмами, растительностью и активизацией биогенно-аккумулятивных процессов происходит самовосстановление почвы. С формированием органогенного горизонта W — гумусового слаборазвитого — ТПО эволюционирует до слаборазвитой почвы.

В пойме, на суглинистом литострате за 50-летний период сформировался слаборазвитый гумусовый горизонт мощностью 1 см,

таким образом, ТПО эволюционировало в пелозём на срезанной аллювиальной почве. Морфологическое описание представлено на рисунке 7 (см. *Приложение*).

3.2. Ландшафтная характеристика почв и техногенных поверхностных образований озерно-ингрессионной террасы

В пределах Среднеобской низменности озерно-ингрессионная терраса, представленная озерно-болотным комплексом, сформирована в междуречьях Оби, Агана и Ваха, с севера граничит с водоразделом Аганского Увала. Терраса сильно отягощена техногенной нагрузкой, здесь расположены крупнейшие лицензионные участки по добыче нефти: Самотлорский и Ватинский. Месторождения нефти открыты в 1963 г., их промышленная эксплуатация запущена в 1965—1966 гг. (*Приложение*, рис. 2).

Этимология понятия «озерно-ингрессионная терраса» связана с непосредственным геолого-геоморфологическим строением террасы. Ингрессия (от лат. *ingressio* — вхождение) — проникновение вод в понижения суши при повышении уровня вод или опускании суши (Геологический словарь, 1978). Формированию озер Самотлорской группы (Лезин, Тюлькова, 1994) и болотных комплексов первоначально способствовал высокий уровень р.Оби в начале голоценового периода. Выровненная поверхность Среднеобской низменности, вплоть до водораздельной поверхности Аганского Увала, подвергалась периодическому затоплению террасы, формируя озерно-аллювиальные отложения.

Особенность геолого-геоморфологического строения озерно-ингрессионной террасы заключается в ее замкнутости в междуречьях и выположенности поверхности с небольшим уклоном 1° в сторону р.Оби. Литологическая основа четвертичных отложений представлена озерно-аллювиальными отложениями позднего голоцена, песчано-супесчаного состава. Территория представлена первой и второй надпойменными террасами с абсолютными отметками высоты 47—57 м. Рельеф чередуется гривами и замкнутыми понижениями. Гривы имеют различные формы юго-западного направления. Равнинный рельеф с небольшими уклонами создаёт благоприятные условия для заболачивания и торфонакопления, поэтому повсеместно встречаются грядово-мочажинно-

озерковые и грядово-мочажинные комплексы. Основной комплекс болот занимает восточную часть озерно-ингрессионной террасы, это связано с понижением в рельефе в сторону р.Ваха (Гаджиев, Овчинников, 1977, Генезис, эволюция..., 1988).

На территории распространены мелкие озёра неправильной формы с изрезанной береговой линией болотного происхождения и крупные озера, представленные округлой и округло-лопастной формой с резкими береговыми границами термокарстового происхождения: Самотлор, Кымылэмтор, Окунёвое, Сыгтымлор. Основными водотоками озерно-ингрессионной террасы являются реки второго порядка: Ватинский Ёган, Урьевский Ёган, Большой Ёган, впадающие в Обь. Наиболее крупная река Ватинский Ёган берет своё начало с вершин Аганского Увала и протекает через центральную часть озерно-ингрессионной террасы, пересекая основную техногенную нагрузку Самотлорского и Ватинского лицензионных участков в направлении с севера-востока на юго-запад.

Типовое разнообразие почв и формации растительности сопряжены с геолого-геоморфологическим строением территории. Дренаруемые реками и ручьями поверхности представлены (Васильев, 2007) подзолами иллювиально-железистыми, сформированными пылеватыми супесями под сосново-кедровыми бруснично-зеленомошными лесами (*Приложение*, рис. 8).

Болотные массивы формируются в междуречьях в условиях слабого дренажа и имеют выпуклую форму. Центральные участки возвышаются над окраинными на 2—3 м и заняты микроландшафтами грядово-мочажинно-озерковых, грядово-озерковых или грядово-мочажинных комплексов. Для склоновых участков характерны как грядово-мочажинные, так и моховые микроландшафты наряду с мохово-лесными комплексами (Болотные системы., 2001). Мощность торфяных залежей на выпуклых олиготрофных болотах изменяется от 2,0 до 6,0 м. Растительность на грядах представлена в древесном ярусе сосной обыкновенной (*Pinus sylvestris* f. *litwinowii*) (Лисс, Абрамова и др., 2001), из кустарничков доминирует багульник болотный (*Ledum palustre* L.), в слабо затененных местах растут голубика (*Vaccinium uliginosum* L.), черника (*Vaccinium myrtillus* L.). В напочвенном ярусе распространены багульник (*Ledum palustre* L.), встречается брусника

(*Vaccinium vitis-idae* L.), пушица влагалищная (*Eriophorum vaginatum*), линнея северная (*Linnea borealis* L.), мхи политрухум обыкновенный (*Polytrichales commune* (Hedw.)), плеурозий Шребера (*Pleurozium schreberi* (Brid.)). На дренированных грядах формируются торфяно-подзолы. Мощность торфа составляет около 30 см. В условиях периодического насыщения почвы влагой и наличия промывного режима формируются торфяно-подзолы глеевые. Исследуемый типичный почвенный профиль находится на гряде среди олиготрофного болотного массива срединного комплекса. Характерными морфологическими признаками для торфяно-подзола глевого являются сизоватые тона и наличие большого количества железисто-марганцевых конкреций в иллювиальном горизонте. На высоких грядах формируются подзолы иллювиально-железистые слабоподзоленные оглеенные. Легкий состав пород, свободный дренаж позволяет формироваться элювиальному горизонту. Процессы оглеения связаны с поднятием грунтовых вод в весенний период и близким нахождением грунтовых вод, выходящих на поверхность в мочажинах в летне-осенний период (*Приложение*, рис. 9).

В мочажинах растительность представлена шейхцерией болотной (*Scheuchzeria palustris* L.), осоковыми (*Cyperaceae*), очеретник белый (*Rhynchospora alba* L.) образует единичные вкрапления. В моховом покрове доминирует *Sphagnum majus*; по краям мочажин у основания гряд растет *Sphagnum balticum*, здесь же отмечена пушица. В условиях повышенного гидроморфизма и застойного режима сформирована торфяная олиготрофная почва (*Приложение*, рис. 26).

При переходе от олиготрофных болот к более дренированным повышенным поверхностям, где уменьшается приток влаги со стороны болот, формируются подзолы иллювиально-железистые. Наряду с болотной растительностью произрастает *Pinus sylvestris*, ее производительность составляет в пределах IV—V классов бонитета (Васильев, 2007).

Инвентаризация количества техногенных объектов в разных типах ландшафтов выявила, что именно болотные комплексы озерно-ингрессионной террасы заняты инженерными объектами нефтедобывающего промысла. Данное обстоятельство является

парадоксом, связанным с тем, что строительство на болотах вызывают ряд сложностей. Линейные и площадные техногенные объекты строятся непосредственно на торфяной залежи с использованием укладки лежневки в зимний период, когда строительная техника имеет возможность двигаться по замороженной поверхности. Затем происходит отсыпка подготовленной поверхности песком, при строительстве дорог подобную подготовленную поверхность отсыпают щебневым материалом или укладывают бетонные плиты. Таким образом, на поверхности болотных комплексов формируются литостраты песчаного состава, так как при строительстве используется песок, чаще всего из гидронамывных карьеров. Мощность литостратов зависит от инженерных сооружений и может достигать от 2 м для линейных объектов и 5 м для буровых площадок, насосных станций. Средняя площадь кустовых площадок составляет 0,8 га. В ходе эксплуатации месторождений и аварийных разливов нефтяных продуктов происходит загрязнение литостратов, такие ТПО называются токсилитостратами. Линейные объекты — трубопроводы — пересекают разные типы ландшафтов, их строительство предполагает верхнюю засыпку грунтом, извлекаемым *in situ*, в местах пересечения болот трубопроводы сверху засыпаются торфом; такие ТПО называются органостратами и органолитостратами. При восстановлении нарушенных земель в болотных комплексах создаются реплантозёмы (*Приложение*, рис. 18): нарушенные земли отсыпают песком и создают верхний органический слой, используя торфяную крошку.

В связи с давностью разработки Самотлорского и Ватинского месторождений (с 1965 г.), применением неусовершенствованных способов добычи нефти, что приводило к частым аварийным ситуациям, в изучаемом районе часто инвентаризированы ТПО, имеющие двух-, трехъярусное (слоистое) строение, например, литострат на токсилитострате (*Приложение*, рис. 10—12).

Исследуемые объекты ТПО сконструированы в основном на болотах озерно-ингрессионной террасы и представлены, как правило, литостратами песчаного и супесчаного состава, в зависимости от того, откуда изымался песок при строительстве объекта (сухоройный карьер или гидронамывной карьер), и органолитостратами при

перемешивании естественных горизонтов почв (*Приложение*, рис. 13—17).

Кустовые площадки, насыпи трубопроводов часто представлены литостратами на погребенных токсилитостратах, имеют насыпь песка мощностью 50 см и слой песка, пропитанный нефтью, имеющий характерный запах и уплотненный на глубине до 1 м. Следы аварийных разливов, а также различные отходы строительства инженерных сооружений: бревна, трубы, мелкий металлолом, куски цемента и прочее, — скрываются насыпью песка.

Исследуемая кустовая площадка Саянско-Туркестанского лицензионного участка располагается на олиготрофном болоте с прилегающим участком сосново-кустарничково-сфагнового леса. Присутствует тропиновая сеть. Местность равнинного характера, заболочена. Преобладающие породы — сосна обыкновенная и сосна сибирская. Близ площадки ввиду изменения гидрологического стока олиготрофного болота поверхность занимают древесные виды растительности: березы, ивы, осины. Кустарниковый ярус развит слабо. Безлесное пространство представлено, в основном, отдельными заболоченными массивами, в составе которых, помимо сфагновых мхов, преобладают осоки, пушица. Травяно-кустарничковый покров представлен осокой, пушицей, хвощом, багульником, сфагнумом, черникой, клюквой. Кустовое основание сконструировано насыпью песка, загрязненного, предположительно, солевыми растворами, т.е. представляет собой токсилитострат песчаный без растительности (*Приложение*, рис. 11).

Субпрофиль изучаемого токсилитострата (*Приложение*, рис. 12) представляет собой уплотненный песок сизого цвета. В качестве артефактов множество различного строительного материала: зацементированные камни, арматура, проволока, остатки древесины, бревна, засыпанные песком. На поверхности литострата песчаного заселяется растительность: пырей, кипрей. На поверхности почвы вокруг деревьев отмечается сильный опад хвои и побегов.

Субпрофиль изучаемого токсилитострата представляет собой уплотненный песок сизого цвета. Образование гумусового горизонта за 18 лет не произошло. Сложился дерновый горизонт мощностью 0,5 см, пронизанный корнями травянистой растительности.

В виде включений было обнаружено множество различных артефактов — зацементированные камни, арматура, проволока, остатки древесины, бревна, засыпанные песком. Песок впитал оставшийся после переработки нефтяных продуктов шлам, который проник вверх по профилю ТПО.

Трубопроводы (нефтяные, газовые), водоводы являются основными инженерными объектами нефтедобывающей промышленности. Территория озерно-ингрессионной террасы сильно пересечена сетью трубопроводных коллекторов. Ширина коллекторов зависит от количества линий трубопроводов. Они могут достигать пятилинейного исполнения, их ширина составляет 50 м. При прокладке трубопроводов выкапывается траншея глубиной 2—3 м. Изъятый перемешанный грунт используется для засыпки трубопровода сверху, насыпной грунт составляет 1—2 м.

Изъятый грунт представлен перемешанным почвенным субстратом, состоящим из органогенных и минеральных горизонтов, а также подстилающих почву пород (четвертичных отложений). Перемешанные таким образом почвенные горизонты представляют органолитостраты, и так как насыпь имеет остатки органических и иллювиальных горизонтов, восстановление почвенно-растительного покрова происходит значительно быстрее (*Приложение*, рис. 13—15).

Изучаемый участок трехлинейного нефтетрубопровода расположен на прирусловом валу полубугристой формы близ р.Ватинского Ёгана, поверхность хорошо дренирована. Трубопровод расположен среди сосняка травяно-злакового. Естественная растительность представлена древостоем из сосны обыкновенной с примесью кедра и березы пушистой; кустарничковый ярус представлен шиповником, рябиной, малиной; в травяно-моховом ярусе — седмичник европейский, линнея северная, майник двулистный, ортилия однобокая, вейник тупоколосковый, хвощ луговой из зеленых мхов, в основном *Polythrichales*.

Прилегающий к коллектору участок леса нарушен техногенной деятельностью, под действием тяжелой техники поверхность приобрела бугристую форму микрорельефа. Восстановившийся лес представлен березово-осиновой фацией. Возраст насыпи трубопровода определялся по возрасту сосны обыкновенной (11 лет),

выросшей на ней. Растительность самой насыпи трубопровода скудна и лишь местами встречается лишайниково-моховой покров, выраженный в зарастании минеральной толщи лишайником и, в зачаточном состоянии, *Polytrichum*. Там, где нет этого покрова, поверхность остается открытой. Из травянистой растительности единично встречается вейник тупоколосковый, из древесной — сосна обыкновенная, береза пушистая. В межнасыпном пространстве березы, осины растут интенсивнее.

В ходе обустройства нефтяных месторождений при работе тяжелой техники, выравнивающей поверхность, и при отсыпке дороги могут образовываться различные насыпные валы, представляющие собой перемешанные органо-минеральные горизонты почв — органолитостраты супесчаные (*Приложение*, рис. 13). Подобный органолитострат находится в районе отсыпной дороги, ведущей к кусту Самотлорского месторождения. Выровненная поверхность притеррасного повышения занята подростом сосны обыкновенной, ели обыкновенной, березы бородавчатой. В кустарниковом ярусе представлены багульник, шиповник иглистый. Живой напочвенный покров занят брусникой обыкновенной, линнеей северной, майником двулистным, хвощом лесным, черникой, моховым покровом из кукушкина льна. В верхнем слое почвенного горизонта присутствуют следы подстилочного торфа и корни растительности, из чего следует, что здесь начинается формироваться слаборазвитая почва — псаммозём.

3.3. Ландшафтная характеристика почв и техногенных поверхностных образований Аганского Увала

Аганский Увал, располагающийся в широтном отрезке Среднего Приобья, представляет собой водораздельную возвышенность, сложенную среднечетвертичными отложениями суглинистого и супесчаного состава среднеплиоценового возраста (Инженерно-геологическая карта, 1968). Возвышенность Аганского Увала сориентирована в юго-западном направлении и имеет максимальную абсолютную высоту 120 м в северо-восточной части, здесь же, в суглинисто-супесчаных отложениях присутствует валунно-галечниковый материал.

Выположенная северо-западная часть Аганского Увала с максимальными абсолютными высотами 80 м, примыкающая к Сургутскому Полесью, заболочена, имеет слабый дренаж придолинных местностей, малый уклон поверхности, что приводит к процессу торфонакопления. Автоморфные почвы Аганского Увала представлены отделами криометаморфическим и глеевым (Хренов, 2011) (*Приложение*, рис. 20—22). Слабо дренированные поверхности заняты кедрово-еловой зеленомошной растительной ассоциацией. Растительность представлена следующими видами: сосной сибирской (*Pinus sibirica*), елью (*Picea*), сосной обыкновенной (*Pinus sylvestris*), осинкой дрожащей (*Populus tremula*), можжевельником (*Juniperus*), березой пушистой (*Betula pubescens*), ивой (*Salix*), брусникой (*Vaccinium vitis-idaea*), черникой (*Vaccinium myrtillus*), багульником (*Lycopodium*), майником двулистным (*Maianthemum bifolium*), линнеей северной (*Linnaea borealis*), плевроциумом шребера (*Pleurozium schreberi* (Brid.)), кладонией трухлявой (*Cladonia cariosa*). Врез рек Аганского Увала создает расчлененность поверхности. Прирусловые валы сложены супесчаным аллювием, где создаются условия дренажа, что позволяет формироваться аллювиальным оподзоленным почвам. Примеры с морфологическим описанием подобных почв, сформированных на р.Сороминской и левобережье р.Агана, представлены на рисунках 19, 27 (см. *Приложение*).

Аганский Увал не сильно подвержен техногенной нагрузке — 26,8% от общей площади территории Увала. Строительство площадных техногенных объектов для инженерных сооружений происходит путем расчистки площадки от древостоя и отсыпания ее песком из гидронамывных карьеров; линейные техногенные объекты сооружаются путем отсыпки грунтом *in situ* — перемешанными органоминеральными горизонтами естественных почв (*Приложение*, рис. 3).

Исследуемый объект на Аганском Увале представлен литостратом песчаным в виде обваловки кустовой площадки, сконструированной на криометаморфической почве, и имеет видимые следы нефтезагрязнения. На литострате песчаном восстанавливается следующая растительность: *Pinus sylvestris*, *Salicaceae*,

Betulaceae, Carex, Chamaedaphne, Equisetum, Eriophorum, Polytrichum.

3.4. Ландшафтная характеристика почв и техногенных поверхностных образований Сургутского Полесья

В геоморфологическом отношении, правобережная часть долины р.Агана представляет собой плоскую поверхность со слабо выраженным уклоном от подножия Сибирских Увалов. Высоты поверхности абсолютных отметок колеблются в пределах от 50 до 60 м, в пределах врезов рек относительные отметки имеют предел 6—12 м. Сургутское Полесье представляет собой озерно-болотный тип местности, сформированный на второй надпойменной террасе. Крутизна уклона низкая и составляет 1—2°, в связи с этим долинная сеть реки Агана и его притоков не обеспечивает должного дренирования, что определяет высокую степень заболоченности. Преобладают формы флювиальной и реликтовой криогенной морфоскульптуры — долины свободно меандрирующих рек, озерные котловины (Москвина, Козин, 2001). Породы Сургутского Полесья в основном сложены с поверхности аллювиальными и озерно-аллювиальными отложениями верхнеплейстоценового возраста. Флювиальные формы рельефа, в основном по водотокам, сложены тонкозернистыми песками с отчетливо выраженной слоистостью, которые повсеместно перекрыты торфами. Легкий песчаный состав пород и дренирующая способность поверхности вдоль рек позволяет развиваться почвам по подзолистому типу альфегумусового отдела.

Территория отличается сильной заболоченностью (80%), преобладающими типами болот являются верховые грядово-мочажинные и грядово-мочажинно-озерковые болота. В ряде случаев наблюдается и гривистый рельеф, существенно сnivelированный торфяниками. Сургутское Полесье в пределах исследуемой территории дренируется реками Ватьёган, Ампута, Нангъёган, Егурьях и Нонгъёган, слева — Ванъёган, Нёгусьяун, Вангунъёган (Вонгунъёган).

Олиготрофное грядово-мочажинное болото правобережья р.Агана, в междуречье Ватьёган и Егурьях имеет следующие ландшафтные характеристики. Растительная фация представлена

сосново-кустарничково-сфагновым типом грядово-мочажинных болот. Растительность представлена следующими видами: *Pinus sylvestris* f., *Ledum palustre* L., *Vaccinium uliginosum*, мирт болотный (*Chamaedaphne calyculata* L.), березка карликовая (*Betula nana*), морошка (*Rubus chamaemorus*), подбел (*Andromeda*), клюква мелкая (*Oxycoccus microcarpus*), *Sphagnum fuscum*, *Sphagnum palustre*, *Sphagnum magellanicum*, встречаются пятна кладонии оленьей (*Cladonia rangiferina*). Почва представлена торфяным олиготрофным типом (*Приложение*, рис. 23).

На хорошо дренируемых участках ленточных форм, относящихся к врезу рек, формируются подзолы иллювиально-железистые (*Приложение*, рис. 24). Растительная ассоциация представлена сосново-лишайниковыми лесами. Здесь произрастают: *Pinus sylvestris*, *Vaccinium myrtillus*, *Ledum palustre* L., *Vaccinium uliginosum*, водянка черная (*Empetrum nigrum* L.).

Накопление гумуса в иллювиальном горизонте происходит за счет создания водоупора во время весеннего таяния снегов и поднятия поверхностных и грунтовых вод. Растворенное органическое вещество вымывается из верхних горизонтов, образуя мощный элювиальный горизонт, и аккумулируется на сцементированном Fe-Mn-ордзанде. Растительная ассоциация представлена сосновым беломошно-черничным лесом, в живом надпочвенном покрове произрастают следующие виды: *Vaccinium myrtillus*, *Ledum palustre* L., *Vaccinium uliginosum*, *Empetrum nigrum* L.

Торфяно-подзолы (*Приложение*, рис. 25) являются переходными от подзолов иллювиально-гумусовых к торфяным олиготрофным почвам. Их образование связано с прогрессивным заболачиванием территории таёжной зоны Западно-Сибирской низменности, в связи с её слабой дренированностью (Смоленцев, 2002). Основным условием формирования поверхностно-оглееных почв является избыточное увлажнение, вызванное скоплением поверхностных вод, что приводит к заселению гидрофильной растительности. Торфяно-подзолы формируются на олиготрофных болотах сосново-осоково-сфагнового типа на мочажинах *Sphagnum palustre*, *Sphagnum fuscum*, *Carex*, *Juncus*, *Eriophorum*; на грядах: *Chamaedaphne calyculata* L., *Ledum palustre* L.

Техногенная нагрузка Сургутского Полесья в пределах исследуемой территории составляет 60,5%. Основные техногенные объекты расположены на олиготрофных болотных комплексах, в связи с этим созданные техногенные поверхностные образования представлены литостратами песчаными на олиготрофных торфяных почвах (*Приложение*, рис. 4). Восстановление травянистого яруса слабое, в приобводочных местах, где литострат соединяется с экосистемой болота, заселяются вейники, из кустарничкового яруса заходят на литострат багульник и брусника, хорошо восстанавливается сосна обыкновенная.

Основной техногенез Сургутского Полесья, связанный с обустройством нефтедобывающих объектов, приходится на повышенные участки, представленные сосново-лишайниковыми лесами сформированные на подзолах иллювиально-железистых. Площадные объекты в виде кустовых, буровых площадок, карьерных выемок песка обустраиваются на верховом болоте, отсыпкой песчаным грунтом.

В целом, необходимо отметить, что конструирование техногенных поверхностных образований для обустройства инженерных объектов нефтегазодобычи в Среднем Приобье имеет различия, связанные с природными условиями, в которых строится техногенный объект. Процессы самовосстановления почвенно-растительного покрова зависят от ландшафтных условий, где было сконструировано техногенное поверхностное образование.

Глава 4

ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ ПОЧВ И ТПО

4.1. Особенности гранулометрического и минералогического составов почв и ТПО

Минеральный скелет почвы (литоматрица) является той основой, внутри которой протекает основная часть химических, физико-химических и биохимических процессов, составляющих сущность почвообразования. Состав и свойства среды, площадь поверхности определяют активность протекающих процессов, скорость и глубину литоматрицы в соответствии с биоклиматическими условиями (Дюкарев, 2003).

Почвенный каркас представляет собой полиминеральную систему из первичных и вторичных минералов разных размеров частиц, определяющих процесс почвообразования. Разные минералы и размер их частиц не одинаково участвуют в почвенных процессах (Зубкова, Карпачевский, 2001). Поглощающая способность почв увеличивается с уменьшением размера частиц, среди минералов активны глинистые высокодисперсные минералы (Гедройц, 1955). Первичные минералы — кварц, полевые шпаты — инертны в почвах и мало участвуют в почвенных процессах. Многие почвоведы связывают активность почвенных минералов с содержанием высокодисперсных фракций (Вершинин, 1958; Зубкова, Карпачевский, 2001). От гранулометрического и минералогического состава, составляющих литологическую основу, зависят свойства почвы и ТПО, определяющие процесс самовосстановления: водопроницаемость, влагоёмкость, ёмкость поглощающего комплекса, плотность твёрдой фазы. Эти свойства являются базовыми для активации биогенно-аккумулятивного процесса ТПО и самовосстановления слаборазвитых почв на техногенных субстратах. Зубкова и Карпачевский (2001) определяют эту базу как почвенную матрицу — активную часть почвы, способную воспроизводить комплекс катионов, пленку сорбированной воды, органическую матрицу на поверхности почвенных частиц. Это поверхностный слой твердых частиц, который способен индуцировать определенные свойства поверхности почвенных частиц,

состав катионов, толщину водной пленки, органическую гумусовую матрицу, т.е. создавать свойства почв: адсорбированную воду, органические и минеральные соединения, микроорганизмы, ферменты.

Для выявления влияния литологической основы на способность почв к самовосстановлению рассмотрим основные гранулометрические фракции техногенных субстратов и сравним их с естественными почвами.

Инвентаризация ТПО в зоне техногенеза Среднеобской низменности показала, что литогенная матрица основных техногенных объектов для инженерных сооружений добычи нефти представлена песчаной насыпью, исключение составили пионерные техногенные площадки в пойме р. Оби, созданные в 60-х — начале 70-х гг. и представленные перемешанными почвенными горизонтами суглинистого состава.

Состав гранулометрических фракций литостратов песчаных на 7—90% состоит из мелкопесчаных фракций (0,5—0,05), редко встречаются фракции $>0,5$ до 2%, их число зависит от насыпного материала, нередко нетипичного для искомой территории, пылеватые частицы (0,05—0,005) составляют для литостратов песчаных небольшой процент — от 10% до 23%, илистые частицы ($>0,0005$) отсутствуют. Нефтезагрязненные литостраты — токсилитостраты — в гранулометрическом составе среди основных песчаных фракций 90—60% имеют в своём составе пылеватые частицы 6,6—28,68% и илистые частицы — 3,4—11,32%, причём чем больше проявляется загрязнение нефтепродуктами (морфологическое проявление в виде ярко-сизой окраски), тем выше определяется процент илистых частиц, что связано, прежде всего, с коагуляцией нефтепродуктов в песке. Состав гранулометрических фракций литостратов суглинистых на срезанном аллювии соотносится с гранулометрическими фракциями естественных аллювиальных почв, т.к. обвалование площадок создавалось путем срезки верхних горизонтов и их перемещением. Основными гранулометрическими фракциями литостратов суглинистых являются песчаные (60—70%), в составе высок процент пылеватых фракций (20—30%), присутствуют илистые фракции (10%) (табл. 1).

Таблица 1

Гранулометрический состав естественных почв и ТПО

Горизонт	Глубина, см	> 0,5	0,5—0,05	0,05—0,005	> 0,005
Аллювиальная дерновая слоистая глееватая					
A	0—8	0	60	29,81	10,19
C	8—20	0	55	35,94	9,06
[A]	20—60	0	67	14,87	18,13
Cg	60	0	65	35	0
Пелозём гумусовый на погребенной аллювиальной почве					
2 слой	0,5—7(10)	0	40	50,94	9,06
Литострат песчаный на погребенной аллювиальной почве					
1 слой	0—2	0	90,5	9,5	0
Подзол оглеенный					
Bg	10—100	0	60	39,56	0,44
Литострат песчаный на погребенном подзоле глеевом					
1 слой	0—10	0	90,4	9,6	0
Подзол иллювиально-железистый					
E	2—10(12)	0	50	50	0
BF	10(12)—40(56)	0	70	29	1
BC	40(56)—133	0	80	19	1
C	133—220	0	90	10	
Светлозём					
EL	10—12(15)	0	30	62,07	7,93
CRM	12(15)—60	0	20	70,94	9,06
C	60—90	0	20	11,32	68,68
Токсилитострат песчаный					
1 слой	0—10	0	19,5	80,5	0
Литострат песчаный					
1 слой	0—10	0	100	0	0

Основное содержание гранулометрических фракций естественных почв Среднеобской низменности представлено песчаными частицами размером 0,5—0,05, что связано с геологической привязкой осадочных пород четвертичного периода. Литологическая основа четвертичных пород относится к основным геоморфологическим структурам исследуемой территории. Наиболее древними породами исследуемой территории являются отложения Аганского Увала, сложенные среднечетвертичными отложениями

(Инженерно-геологическая карта, 1968) суглинистого и супесчаного состава, здесь преобладают пылеватые частицы. Восточная часть Сургутского Полесья в основном сложена с поверхности аллювиальными и озерно-аллювиальными отложениями мелкозернистого песка (Коркина, 2015) верхнеплейстоценового возраста (Инженерно-геологическая карта, 1968). Озерно-ингрессионная терраса, представленная первой и второй надпойменными террасами р. Оби, сложена озерно-аллювиальными пылеватыми песками верхнеголоценового возраста, среди песчаных фракций имеются частицы пыли. Пойма р.Оби, сформированная в период голоцена, в центральной части сложена легкими суглинками, а низкая пойма сложена песками (Земцов, 1976).

В ходе обустройства нефтедобывающей промышленности главным образом для строительства техногенных объектов используется местный грунт, добываемый карьерной выемкой с помощью гидронамывного механизированного способа или сухой экскаваторным способом. Из этого следует, что на дневную поверхность попадают четвертичные и более древние отложения, лишенные микробиологической флоры и природной энергетики. ТПО, имеющие локальное распространение в ландшафтах Среднеобской низменности и сконструированные такими отложениями, очень долгое время остаются без растительности. Таким образом, техногенные объекты, созданные для инженерных сооружений нефтедобычи, представляют собой минеральную основу для развития начальных почвообразовательных процессов, развитие которых зависит как от минерального состава, где важно присутствие вторичных минералов, так и от внешних природных условий, где происходит процесс эволюционирования почвы: положение в рельефе, климато-гидрологические условия, биологический фактор.

Литостраты песчаные, составляющие основную часть техногенных поверхностных образований Среднеобской низменности, в минеральной части состоят на 99% из первичных минералов силикатной группы. В основном это кварц — прозрачный, молочный, черный, розовый, дымчатый, халцедон, сердолик, яшма, роговая обманка, полевой шпат, пироксен, минералы магматической базальтовые породы. Литострат суглинистый, сложенный

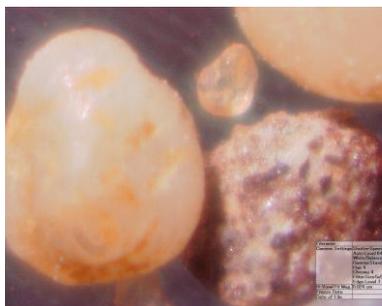
легким суглинком аллювиальных отложений в пойме Оби имеет в минеральном составе вторичные минералы алюмосиликатов, представленные тонкими блестящими чешуйками слюды или гидрослюда (рис. 5). Зерна минералов кварца часто коррозированы и имеют налёты (рубашки) оксидов Fe, представленных охристыми пятнами в углублениях. Часты конгломераты мелкозема, сцементированные железистыми соединениями.

Минералогический состав пород Среднеобской низменности крупной и мелкой гранулометрических фракций практически не различаются. Основной группой минералов являются силикаты и алюмосиликаты (рис. 6).



Рис. 5. Минералы поймы р.Оби

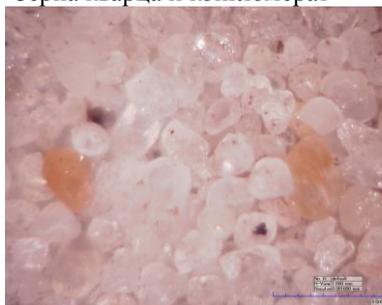
Различия в валом составе почвенной массы могут быть следствием содержания минералов, не связанных между собой выветриванием, а также представлять разные стадии трансформационных изменений в ряду выветривания (Макеев, Макеев, 1989).



Зерна кварца и конгломерат



Минеральные частицы 0,5 мм



Прозрачный кварц



Рис. 6. Силикатная группа минералов

Обследованные ТПО и ключевые участки по изучению процессов почвенного самовосстановления на них почв показывают, что процессы самовосстановления почв на ТПО более активизированы на грунтах, где присутствуют мелкодисперсные фракции пыли и песка. Кроме этого, необходимо отметить, что восстановление травянистой и моховой растительности происходит интенсивнее на субстратах, изъятых *in situ* (например, линейные объекты — трубопроводы) из сухоройных карьеров. Процессы заселения поверхности мохово-травянистой растительностью на субстрате из гидронамывных карьеров, представленные силикатной группой первичных минералов, замедлены.

4.2. Химические свойства почв и ТПО

Химические свойства почв и ТПО определяют процессы почвообразования и самовосстановления. Саморазвитие почв определяет-

ся процессами почвообразования. Они проявляются в зависимости от реакции почвенной среды, которая определяет условия для формирования и развития микроорганизмов; количество органического вещества и содержащиеся в почве обменные формы фосфора, калия и азота, поглощенные основания кальция и магния дают основание для питания растений, которые активизируют биогенно-аккумулятивные процессы (Лукина, Полянская, Орлова, 2008).

Почвообразовательные процессы в почвах таежной зоны Западной Сибири, в пределах Среднеобской низменности, зависят от литогенной матрицы, которая вместе с природными условиями определяет как гранулометрический, так и химический состав.

Неоднородность и фрагментарность в ходе проведения исследований определенных химических элементов и соединений объясняется слабыми возможностями обеспечения инструментарием, однако имеющиеся данные позволяют объяснить некоторую корреляцию между разными типами почв и ТПО и принципы самовосстановления почв на ТПО. Ниже в таблицах 2, 3 приведены данные химических свойств почв и ТПО.

Таблица 2

Химические свойства естественных почв

Горизонт	Глубина, см	Ph		Сорг, %	Поглощенные основания		Fe ₂ O ₃ (по Тамму)	Fe ₂ O ₃ (по Мера— Джексону)	Общее Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	MnO ₂	P ₂ O ₃
		водный	солевой		CaO ²⁺	MgO ²⁺						
Аллювиальная дерновая слоистая глееватая												
A	0—8	5,14	4,22	30,63	6,4	2,4	—	—	8,95	3,99	78,69	157
C	8—18	5,39	3,79	2,14	3,5	1,2	1,11	1,36	8,41		43,18	104,8
[A]	18—22	5,16	3,77	2,34	3,5	1,2	1,30	1,40	8,76	43,2	52,8	—
C	22	6,49	3,85	2,44	3,5	1,2	0,84	0,95	6,88	44,55	7,944	42,17
Подзол глееватый												
O	0—7	4,38	3,13	39,7	5,91	1,09	0,111	0,29	—	—	—	—
E	7—10	6,48	4,84	0,36	4,04	0,73	0,084	0,28	1,9	18,09	19,065	—
Bg	10— 100	5,33	3,88	0,54	4,96	1,12	0,17	0,40	1,55	0,453	1,495	—
Светлозём												
O(T)	0—10	4,5	3,58	76,15	19	9,6	—	—	—	—	—	860
E	10— 15(17)	4,4	3,44	3,39	6	3,3	0,37	0,48	8,36	267,8	41,22	—

CRM	15(17) —60	5,1	3,78	0,69	6	2,7	0,44	0,74	3,22	178,2	8,598	—
C	60—80	5,4	3,74	0,37	2	1,8	—	—	2,68	125,8	5,887	30,87
Подзол иллювиально-железистый												
O	0—2	3,67	2,76	2,16	21	6	—	—	—	—	—	—
E	2— 40(56)	5,79	3,95	0,24	2	0,6	0,005	0,03	0,15	0,31	0,28	—
BF	40(56) — 58(90)	5,55	4,14	0,63	2	0,6	0,13	0,15	5,56	8,83	0,561	—
BC	58(90)	6,13	4,69	—	2	0,6	—	—	0,8	1,97	0,374	—
Торфяно-подзол глеевый иллювиально-гумусовый												
T	0—10	3,8	2,9	89,07	12	3	—	—	—	—	—	35
Eg	10—23	5,73	3,92	0,35	—	—	0,003	0,01	0,03	0,372	0,28	—
BI	23—30	4,37	4,15	1,57	3	0,9	0,02	0,05	0,32	69,99	0,374	—
C	30—56	5,81	4,24	0,21	2	0,6	0,003	0,01	0,02	1,18	0,187	—

Таблица 3

Химические свойства ТПО и слаборазвитых почв

Горизонт /Слой	Глубина, см	Ph		Сорг, %	Обменный водород (по Гедройцу)	Поглощенные основания		Емкость поглощения (по Айдиняну)	K ₂ O мг/100г почвы	Fe ₂ O ₃ (по Тамму)	Fe ₂ O ₃ (по Мера—Джексону)	P ₂ O ₅	N(NH ₄) ⁺
		водный	солевой			Ca ²⁺	Mg ²⁺						
Литостраты песчаные на погребенной аллювиальной почве													
1	0—2	5,49	4,46	0,21	—	3	0,9	—	—	—	—	246,1	6,98
1	0—2	5,53	5,01	0,052	—	2,5	0,9	—	—	—	—	129,1	3,53
1	0—2	5,80	7,01	—	—	4	1,2	—	—	—	—	127,8	10,07
1	0—2	5,4	4,06	—	—	3,5	1,2	—	—	—	—	151,3	—
Литострат на токсилитострате													
W	0—5	5,01	3,80	1,92	—	15,10	0,94	5,39	9,87	0,088	0,35	—	14,71
2	5—7(10)	4,84	3,83	0,84	0,10	3,87	0,46	4,72	4,33	0,170	0,40	283,5	10,15
3	(7) 10—15	7,64	5,97	—	0,08	6,65	0,77	8,87	5,53	0,152	0,49	242,6	—
X	15—100	8,88	7,68	—	—	—	—	98,40	13,72	0,469	0,78	—	—
Пелозём гумусовый на погребенной аллювиальной почве													
W	0,5—5	5,37	4,21	8,27	1,6	17,15	2,17	8,08	6,98	0,025	0,36	367,8	100,9
2	5—110	6,85	5,17	4,7	—	7,81	1,07	8,08	6,98	0,134	0,57	290	7,28
[A1]	110—130	6,81	4,81	—	0,08	12,14	2,16	8,08	11,31	0,144	0,76	—	—
[C]	130—156	6,93	4,34	—	0,16	13,94	2,87	26,96	12,04	0,259	0,84	—	—

[C]	156—194	6,6	4,2	—	0,16	12,74	2,72	17,53	11,31	0,207	0,81	—	—
Псаммозём на срезанном подзоле													
W	0,5-5(7)	5,79	3,97	0,46	0,2	11,34	2,15	5,96	9,87	0,205	0,82	—	5,81
BFff	5(7)— 150	6,66	4,95	—	0,12	17,41	2,52	21,56	7,70	0,240	0,77	—	—
BC	150-...	6,83	5,06	—	0,08	15,91	2,03	8,08	8,43	0,268	0,79	—	—
Литострат на подзоле													
W	—	6,16	4,24	0,92	—	4,5	2,1	—	—	—	—	131,3	8,89
2	—	5,12	4,25	0,71	—	3	1,2	—	—	—	—	89,13	2,06
3	—	5,22	4,35	0,41	—	2,7	1,2	—	—	—	—	120,4	1,91
4	—	5,17	4,25	0,4	—	3	1,2	—	—	—	—	23,5	—
5	—	5,54	4,42	0,26	—	3	1,2	—	—	—	—	—	—
Литострат на криометаморфической почве													
1	—	5,6	5,37	1,13	—	3,5	1,8	—	—	—	—	156,5	0,368
X	—	7,8	7,49	—	—	12,8	3	—	—	—	—	136,1	—
Реплантозём на торфяной олиготрофной почве													
Г	0—12	4,13	3,97	91,9	9,90	2,14	0,99	26,96	8,65	0,079	0,26	—	2,5
2	12—55	5,31	4,03	—	0,16	3,09	0,67	4,72	2,89	0,102	0,25	—	—
3	55—132	5,23	3,90	—	0,2	3,79	0,81	5,39	2,89	0,100	0,25	—	—
Литострат на торфяной олиготрофной почве													
1	—	6,32	3,92	0,036	—	2,5	0,9	—	—	—	—	4,72	1,74

Процессы самовосстановления почв определяются вещественным составом литологической матрицы, немалую роль играют химические соединения и элементы. Емкости катионного обмена очень важны, поскольку от их состава зависят почвенное плодородие, физические и химические свойства почв и способность противостоять химическому загрязнению почвы (Орлов, 2005). Количество обменных катионов Ca^{2+} и Mg^{2+} в ТПО определяет возможность почвы принять исходное состояние для формирования почвы. Сравнительные результаты естественных почв разных ландшафтов и ТПО показывают, что хорошая емкость катионного обмена (ЕКО) и количество катионов Ca^{2+} и Mg^{2+} характерна для почв и ТПО со сформированным органическим горизонтом: чем мощнее органический горизонт, за исключением торфяного горизонта в торфяно-подзоле, тем выше ЕКО (табл. 5, рис. 7).

Основное содержание катионов Ca^{2+} и Mg^{2+} выявлено в органических горизонтах естественных почв и в верхних слоях ТПО, только в пелозёме суглинистом, сконструированном перемешанным грунтом аллювиальной почвы, их содержание велико по всему почвенному профилю.

Характерно, что ЕКО, реакция среды резко изменяются при наличии нефтяного загрязнения в загрязнённых, химически преобразованных горизонтах естественных почв или насыпных слоев ТПО. Реакция среды от слабокислой переходит в сторону щелочной, увеличивается ёмкость катионного обмена — для нефтезагрязнённого химически преобразованного слоя, погребенного под токсилитостратом хемозёма, до 98,4. В целом рН ТПО имеет слабокислую реакцию среды и соответствует рН материнских пород естественных почв. Торфяные горизонты реплантозёмов имеют более кислую реакцию среды, чем органические горизонты других типов почв.

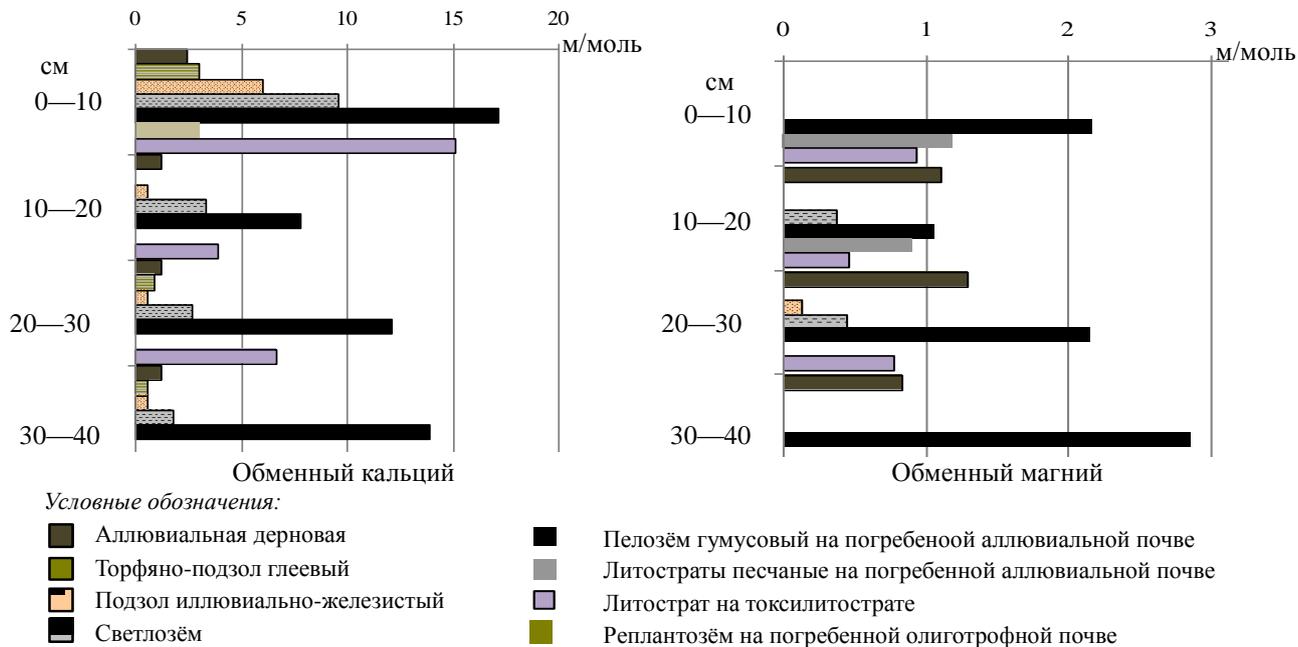


Рис. 7. Сравнительные результаты катионного обмена Ca^{2+} Mg^{2+}

Железо в почвах является главным образующим почвенным элементом, влияет на структурообразование и является одним из важных микроэлементов для роста и питания растений (Зонн, 1982). Наиболее важной функцией железа для растения считается его участие в дыхании и фотосинтезе. Кроме этого железо участвует в процессе синтеза органического вещества, активизирует многие ферменты (Бойченко, 1962; Каталымов, 1960). При сравнении содержания подвижных окислов железа в естественных почвах и ТПО (табл. 2, 3, рис. 8) было выявлено, что железа в естественных почвах содержится больше, чем в ТПО. Обращают на себя внимание большое накопление подвижного водорастворимого железа в иллювиальных горизонтах аллювиальных почв (Bg), что объясняет глеевость иллювиального горизонта, меньшее содержание подвижного водорастворимого железа отмечается в криометаморфическом горизонте (CRM) светлосёма и в иллювиально-железистом горизонте (BF) подзолов иллювиально-железистых.

Содержание подвижного железа в сконструированных слоях ТПО — литостратах песчаного состава — имеет низкое содержание, более высокие концентрации определяются в нефтезагрязненных слоях токсилитостратов. Пелозём гумусовый на погребенной аллювиальной почве имеет высокое содержание подвижного железа, так как сложен перемешанным грунтом аллювиальной почвы, в которой естественное содержание подвижного водорастворимого железа имеет высокие показатели. Более высокое содержание железа в пелозёме объясняется изначальной литологической матрицей, представленной суглинком и условиями поёмности, в которых формируются аллювиальные почвы и исследуемый пелозём суглинистый.

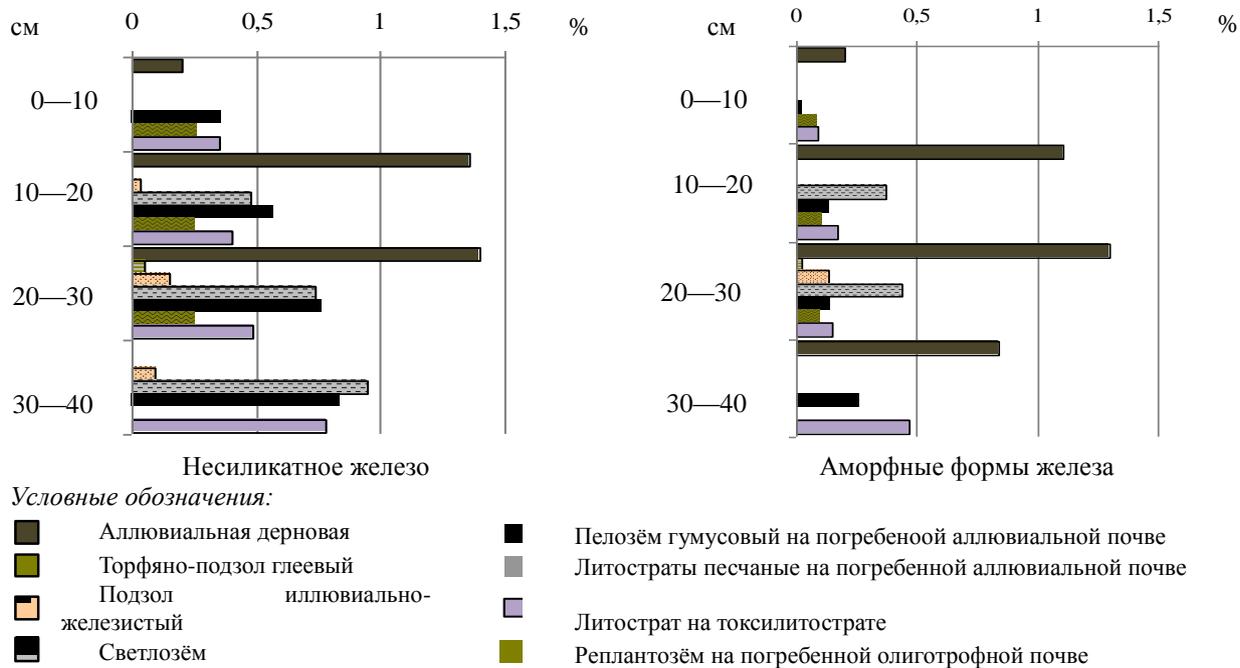
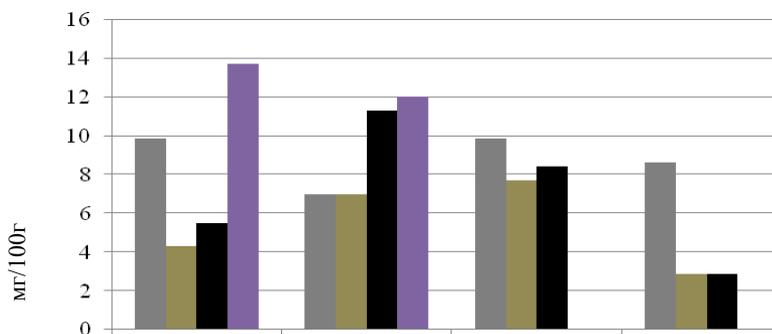


Рис. 8. Сравнительные результаты разных форм железа в почвах и ТПО

Основными предпосылками к самовосстановлению почвы на сконструированных ТПО является восстановившийся растительный покров. Без основных элементов питания — фосфора, калия, азота, железа, кальция, магния — невозможно создание первичной растительной продукции. Содержание калия в почве определяется калийсодержащими минералами — полевыми шпатами и слюдами (Середина, 2005). Калий как структурообразователь является одним из элементов проявления начального процесса почвообразования.

Содержание обменного калия в ТПО и слаборазвитых почв коррелируется с содержанием органического вещества, это дает основание для обозначения начального процесса почвообразования на ТПО. Высокие показатели содержания обменного калия в слое 4 (табл. 3, рис. 9) для литострата на токсилитострате характеризуются наличием нефтяного загрязнения погребенного слоями песка, для пелозёма гумусового на погребенной аллювиальной почве — наличием погребенного органического горизонта аллювиальной почвы.



Условные обозначения:

- | | |
|--------|---|
| W | Литострат на токсилитострате |
| 2 слой | Пелозём гумусовый на погребенной аллювиальной почве |
| 3 слой | Органолитострат на срезанном подзоле |
| 4 слой | Реплантозём на торфяной олиготрофной почве |

Рис. 9. Содержание обменного калия в ТПО и слаборазвитых почвах

Показателем начального процесса самовосстановления почв является подвижный фосфор (табл. 3, рис. 10). Наилучшими значениями подвижного фосфора обладают верхние органогенные слабообразованные горизонты W, где восстановился травяно-моховый покров.

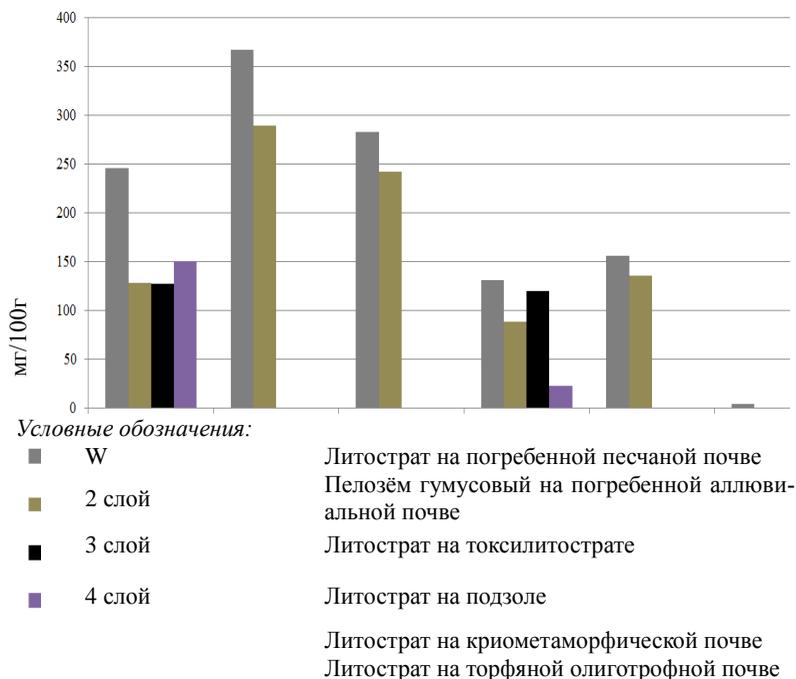


Рис. 10. Содержание подвижного фосфора в ТПО и слабообразованных почвах

Обобщая полученные данные, приходим к выводу, что техногенное влияние на почвенный покров коренным образом трансформирует как саму литогенную матрицу, изменяя ее химический состав, так и почвенные процессы. Нефтяное загрязнение в ТПО увеличивает содержание подвижных элементов калия, железа, фосфора, а также поглощенные основания кальция и магния, реакция среды становится щелочной.

Сумма поглощенных оснований в насыпных слоях низкая — 4,33—7,42 мг/100 г, в органогенных горизонтах она составляет

16,04 мг/100 г почвы. Большое количество калия содержится в верхнем органогенном горизонте.

Органогенные слои и горизонты слаборазвитых почв характеризуются большим содержанием подвижных окислов элементов K_2O (8,65 мг/100 г) и бедным содержанием подвижного железа (0,079 мг/100 г). Содержание подвижного железа Fe_2O_3 больше всего характерно для нижних отсыпных слоёв литостратов, где сконцентрировано наибольшее скопление пятнистого оглеения, связанного с гидрологическим режимом верховых болот.

4.3. Специфика органического вещества и биологических процессов

Начальные процессы почвообразования на ТПО начинаются с активизации и функционирования биогенно-аккумулятивных процессов, заключающихся в заселении минеральной основы микроорганизмами и пионерной растительностью (Артамонова, Андроханов и др., 2011; Середина, Садыков, Блохина, 2011). Исключительной особенностью биогенно-аккумулятивных процессов на ТПО являются природные условия экосистемы и литогенная основа ТПО. Формирование пионерной растительности, заселение минеральной основы микроорганизмами, накопление органического вещества на ТПО являются основанием для восстановления первичных процессов почвообразования и формирования слаборазвитых почв.

Природные условия экосистем как факторы почвообразования обуславливают специфику почвообразовательных процессов, естественных почв и процессов самовосстановления ТПО. Регенерация растительности ТПО начинается уже с первого года. Первичные процессы почвообразования на ТПО начинаются с активизации и функционирования биогенно-аккумулятивных процессов, заключающихся в заселении минеральной основы микроорганизмами и пионерной растительностью. Исключительной особенностью биогенно-аккумулятивных процессов на ТПО являются ландшафтные условия и минеральная основа конструкций ТПО.

Почвенное плодородие является главным критерием оценки эволюции почв в процессе антропогенеза (Козловский, 1987, 2003; Булгаков, 2006). Активизация биогенно-аккумулятивных процессов ТПО способствует формированию постантропогенных почв, относящихся по «Классификации почв России» (2004) к отделу «слаборазвитых почв» постлитогенного ствола. Отдел включает почвы, профиль которых состоит из гумусово-слаборазвитого горизонта W, залегающего непосредственно на минеральной толще.

Отдел включает почвы, профиль которых состоит из гумусового слаборазвитого горизонта W или подстильно-торфяного горизонта O, залегающего на минеральной толще: плотной или рыхлой породе любого химического состава и любой мощности. В ней могут наблюдаться слабые признаки почвообразования, недостаточные для выделения генетических горизонтов, однако позволяющие разделять почвы на уровне подтипов в соответствии с генетическими признаками, относимыми в формулах профиля к верхней части породы (горизонт C). Причинами, ограничивающими развитие профиля, являются молодость почв или климатические условия, не позволяющие интенсивно разлагаться растительным остаткам.

Естественная эволюция ТПО зависит от ряда факторов:

- 1) протяженность времени после прекращения антропогенного воздействия;
- 2) уровень рельефа, в котором находится ТПО;
- 3) литологический состав ТПО;
- 4) микроклиматические особенности;
- 5) сукцессионная смена растительности.

Основным критерием восстановления почв является накопление органического вещества в виде корней растений, биомассы микроорганизмов и гумуса (Коркина, 2013).

При исследовании интенсивности биогенно-аккумулятивных процессов как основных индикаторов процесса самовосстановления почв исходили из цели сравнения естественных почв разных экосистем с ТПО и восстановлением на них слаборазвитых почв.

Аллювиальные дерновые слоистые глееватые почвы, сформированные в пойме р.Оби под злаковой разнотравной растительностью, имеют хороший развитый дерновый горизонт (8 см) АУ, сложенный на суглинистом аллювии горизонта Сg. Количество органического вещества в верхнем горизонте АУ высокое и составляет 30,63%. Реакция среды слабокислая от 5,14 до 5,06 водной вытяжки и 4,22 и 5,7 солевой вытяжки. Содержание песчаных частиц составляет 55%, пылеватых частиц — 35,94%, илистых частиц — 9,06% (табл. 1).

Основными объектами изучения ТПО в пойме стали литостраты суглинистые, литостраты песчаные и литостраты на токсилитострате.

На литострате суглинистом, восстановившемся до пелозёма суглинистого, за 50 лет возобновилась растительность, характерная для поймы р. Оби: пырей ползучий (*Agropyron repens* (L.)), кострец безостый (*Bromopsis inermis* (Leyss.)), вейник Лансдорфа (*Calamagrostis langsdorffi* (Link.) Trin.), крапива (*Urtica dioica* (L.)), хвощ полевой (*Equisetum arvense* (L.)), горошек мышиный (*Vicia cracca* (L.)), ромашка непахучая (*Plantago Matricaria inodora* (L.)), одуванчик лекарственный (*Leontodon taraxacum* (L.)). Общее проективное покрытие растительностью высокое — 90%. Литострат суглинистый восстановился до пелозёма суглинистого и имеет следующие характеристики: рН водная — 5,53, рН солевая — 5,01, количество Сорг — 8,27%, содержание песчаных частиц — 6,7%, пылеватых частиц — 14,87%, илистых частиц — 18,13%. Активность почвенных микроорганизмов близка к фоновому состоянию естественных почв (табл. 4). Наиболее активными в гумусообразовании пелозёма суглинистого являются микроскопические грибы (рис. 11).

Биогенно-аккумулятивные процессы в пойме р.Оби на литострате песчаном и на литострате песчаном, насыпанном на токсилитострате, не отличаются по видовому самозаращению растительностью и количеству сформированного гумуса, так как почвенная матрица — литологическая основа — однотипная, т.е. представляет собой песок, изъятый из гидронамывных карьеров.

Торфяная олиготрофная почва, сформированная на грядово-мочажинном комплексе болот, представлена мощным слоем

торфа (105 см) разной степени разложенности: от 20% на глубине до 54 см, до 60% на глубине 71—105 см. Реакция среды торфяной олиготрофной почвы кислая, рН водная — 3,80, рН солевая — 2,90. Количество органического вещества в верхнем горизонте Т составляет 86,2%. Содержание песчаных частиц в горизонте С составляет 60%, пылеватых частиц — 30,94%, илистых частиц — 9,06%.

Сконструированный в исследуемой экосистеме литострат песчаный имеет возраст восстановления 30 лет. За это время сформировался слабогумусовый горизонт W мощностью 0,5 см. Количество органического вещества горизонта W составило 1,2%. Реакция среды литострата песчаного водной вытяжки 5,49, солевой вытяжки — 4,46. Гранулометрический состав литострата песчаного представлен песчаными частицами — 60% и пылеватыми частицами — 40%. Восстановившаяся растительность не характерна для болотной экосистемы и представлена следующими видами: *A. repens* (L.), *E. arvense* (L.), кипрей узколистный (*Chamaenerion angustifolium* (L.)), *L. autumnalis* (L.). Общее проективное покрытие растительностью составляет 20%.

Биологическая активность литострата песчаного на торфяной олиготрофной почве высокая (табл. 4), однако микробный ценоз резко отличается от фоновой естественной торфяной олиготрофной почвы (рис. 11). В торфяной олиготрофной почве количество амилолитиков, разлагающих углеводные соединения в почве, больше, чем в литострате песчаном. Торф, состоящий из грубой клетчатки, объясняет высокое содержание актиномицетов. В литострате песчаном болотной экосистемы основную роль в гумусообразовании составляют грибы и аммонификаторы.

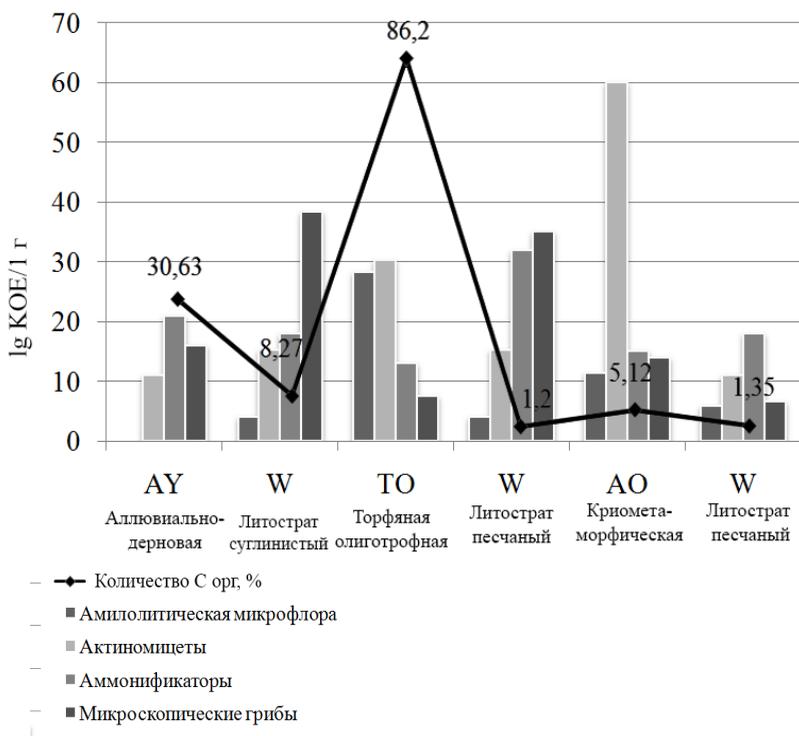


Рис. 11. Зависимость микробиологической активности и С_{орг} почв и ТПО

Криометаморфическая почва сформирована на суглинистых отложениях под пологом кедрово-елово-чернично-зеленомошного леса и представлена грубогумусовым горизонтом АО и криометаморфическим горизонтом CRM. Грубогумусовый горизонт состоит из слаборазложившихся гипновых мхов: плевроциум Шребера (*Pleurozium schreberi* (Brid.)), политрихум обыкновенный (*Polytrichum commune* (Hedw.)). Количество С_{орг} в грубогумусовом горизонте составляет 5,12%. Реакция среды слабокислая: рН водной вытяжки — 5,15, рН солевой вытяжки — 3,90. Гранулометрический состав представлен песчаными частицами — 20%, пылеватыми — 68,68%, илистыми частицами — 11,32%.

Сконструированное в лесной экосистеме ТПО в виде отсыпного основания для нагнетающих насосных станций представлено

литостратом песчаным. Возраст восстановления заобволочной части составляет 33 года. За этот период проективное покрытие восстановившейся растительности составила: в древесном ярусе, представленном сосной обыкновенной (*Pinus sylvestris* (L.)), — 1%, в травяном ярусе, представленном *C. angustifolium*, — 10%, в моховом ярусе, представленном *P. commune*, — 98%. Мощность сформированного горизонта W, за счет ризоидов *P. commune*, составила 0,3 см. Количество Сорг в этом горизонте — 1,35%. Реакция среды слабокислая: 5,11 рН водной вытяжки, 5,28 рН солевой вытяжки. Гранулометрический состав представлен мелкозернистым песком.

Микробиологическая активность литострата песчаного низкая, наиболее проявляющимися являются аммонификаторы, но не больше, чем в фоновой криометаморфической почве, где основная роль в гумусообразовании отводится актиномицетам (табл. 4).

Сравнивая количественные результаты органического углерода в естественных почвах и ТПО (рис. 11), приходим к выводу, что торфяные олиготрофные почвы содержат наибольшее количество органического углерода — 82%. Поверх торфяных почв при сооружении инженерных объектов нефтедобычи конструируются техногенные поверхностные образования — литостраты песчаного состава, в которых результат органического углерода является минимальным — 0,93%. Таким образом, происходит утрата органического углерода в почвенных ресурсах практически на 80%.

Проведенные нами исследования по оценке органического углерода как основного компонента плодородия почв в естественных и нарушенных нефтяной промышленностью землях показывают, что торфяные почвы теряют 80% органического углерода. Результаты проведенного исследования необходимо учитывать при кадастровой оценке лесного фонда. Кадастровая оценка земель лесного фонда ведется по оценке бонитета древесных растений без учета плодородия земель. Для болотных угодий земель лесного фонда необходима кадастровая оценка земель с учетом торфяного ресурса и плодородия земель.

Таблица 4

Показатели микробиологической активности почв и ТПО

Тип почвы/ ТПО	Индекс гори- зонтов	Показатели микробиологической активности			
		Амилоли- тические	Актино- мицеты	Аммони- фикаторы	Микроско- пические грибы
<i>Пойма р.Оби</i>					
Аллювиаль- ная дерновая	АУ	3,6	11	21	16
Литострат суглинистый	W	4	15,3	18	38,3
<i>Олиготрофные болота озерно-ингрессионной террасы</i>					
Торфяная олиготрофная	ТО	28,3	30,3	13	7,6
Литострат песчаный	W	4	15,3	32	35
<i>Аганский Увал</i>					
Криометамор- фическая	АО	11,33	60	15	14
Литострат песчаный	W	6	11	18	6,6

Самовосстановление растительности на ТПО имеет первоочередное значение в развитии в постантропогенных экосистем (Дегтева, 2002) и развитии слаборазвитых почв. В зависимости от ландшафтных условий: положения в рельефе, литологической основы пород, степени увлажнения — зависит видовое разнообразие растительности и обилие растительного покрова. Начальным процессом восстановления почв как в лесной зоне, так и в пойме является биогенно-аккумулятивный процесс — накопление и разложение органики. Чем выше проективное покрытие растительностью поверхности ТПО и разнообразнее виды травянистой растительности, тем интенсивнее происходит биогенно-аккумулятивный процесс.

Активизация биогенно-аккумулятивного процесса и самовосстановление почв на суглинистых аллювиальных субстратах ТПО на относительно повышенных элементах рельефа центральной поймы р.Оби происходят интенсивнее, т.к. этому способствует быстрая адаптация и восстановление злаковой растительности

и разнотравья, которые богаты питательными элементами. Здесь, на литострате под злаково-разнотравной растительностью (табл. 5) был образован слабогумусовый горизонт W, достаточно большое количество органического вещества — 4,27% — сформировано за счет высокого общего проективного покрытия 80—90% восстановившейся естественной растительности за 50-летний период.

Таблица 5

Показатели биогеенно-аккумулятивного процесса ТПО и слаборазвитых почв

Положение в рельефе	Постантропогенное время	Механический состав	Растительность	Мощность органогенного горизонта, см	Количество органического вещества, %
Пелозём гумусовый на погребенной аллювиальной почве					
Центральная пойма	45 лет	Средний суглинок	Ива прутовидная (<i>Salix viminalis</i>), осина (<i>Populus tremula</i>), черемуха (<i>Prunus padus</i>), крапива двудомная (<i>Urtica dioica</i>), подорожник (<i>Plantago</i>), ромашка непахучая (<i>Tripleurospermum inodorum</i> (L.)), одуванчик лекарственный (<i>Taraxacum officinale</i>), клевер луговой (<i>Trifolium pratense</i>), вейники (<i>Calamagrostis</i>), хвощ полевой (<i>Equisetum arvense</i>), горошек мышиный (<i>Vicia cracca</i>), лапчатка гусиная (<i>Potentilla anserina</i>), донник желтый (<i>Melilotus officinalis</i>), вероника длиннолистная (<i>Veronica longifolia</i>), тысячелистник обыкновенный (<i>Achillea millefolium</i>), василистник желтый (<i>Thalictrum flavum</i>)	5,0	4,27
Пелозём на литострате и срезанном подзоле					
I надпойменная терраса	30 лет	Легкий суглинок	Береза (<i>Betula</i>) (5 см в высоту), клевер луговой (<i>Trifolium pratense</i>), хвощ лесной (<i>Equisetum sylvaticum</i>), костер безостый	2,5	0,92

(грива)			(<i>Bromus inermis</i>), мох (<i>Pleurozium schreberii</i>) и лишайники рода (<i>Cladonia</i>)		
Реплантозём					
I надпойменная терраса (верховое болото)	10 лет	Торф/песок	Осина обыкновенная (<i>Populus tremula</i>), береза пушистая (<i>Betula pubescens</i>), ива прутовидная (<i>Salix viminalis</i>), сосна обыкновенная (<i>Pinus sylvestris</i>), кипрей узколистный (<i>Chamerion angustifolium</i>), костёр безостый (<i>Bromus inermis</i>), пушица влагалищная (<i>Eriophorum vaginatum</i>), хвощ лесной (<i>Equisetum silvaticum</i>), осока шаровидная (<i>Carex globularis</i>), брусника (<i>Vaccinium vitis-idaea</i>), лишайники (<i>Solorina scortea</i> , <i>Cladonia deformis</i>)	15,0 (насыпной торф)	49,7

Слаборазвитая почва — пелозём на литострате и погребенном подзоле, сформированная на притеррасном повышении, характеризуется более низкими показателями восстановления верхнего органогенного горизонта, чем в пойме. В пойме на суглинистых субстратах ТПО хорошо восстанавливается естественная растительность. Этому способствует быстрая адаптация и восстановление злаковой растительности и разнотравья, которые богаты минеральными компонентами.

Если при создании ТПО использовался однократно насыпанный суглинистый материал естественной почвы, то сорокалетнего периода достаточно для формирования слаборазвитой почвы — пелозёма. В случае, когда ТПО состоят из песчаного материала, особенно при неоднократном подсыпании песка в технических целях, активно развиваются процессы дефляции и эоловой аккумуляции, которые препятствуют биогенно-аккумулятивным процессам. Песчаную поверхность в течение 10 лет заселяет *Polytrichum commune*. В результате чего за период, измеряемый в несколько десятков лет, на изученных песчаных ТПО отсутствуют даже примитивные почвы.

Таким образом, одним из первых почвообразовательных процессов при восстановлении почв на ТПО является биогенно-аккумулятивный. В Среднеобской низменности пойменные условия и суглинистый состав литострата показали наилучшие возможности самовосстановления почвы. Слабые первичные процессы почвообразования на ТПО в экосистемах болота и леса связаны с минеральной основой, которая представлена песком, соответственно, восстанавливается растительность, не требовательная к элементам питания. Микробиологический пул для разложения органического вещества и образования гумуса существует, однако восстановившаяся растительность, показывающая низкий процент проективного покрытия, не формирует на ТПО верхнего органического горизонта, что замедляет процесс формирования слаборазвитых почв.

Суровые природные условия формирования почвенно-растительного покрова центральной части Западной Сибири не способствуют быстрому восстановлению окружающей среды. Короткий вегетативный период не позволяет быстро развиваться

растительному покрову, следовательно, органический слой почвы на суглинистом субстрате в пойме формируется по модели 1 см за 10 лет.

4.4. Гидротермические режимы почв и ТПО

Почвообразовательные процессы среднетаёжной части Западной Сибири напрямую зависят от гидротермического режима почв. Климатический фактор является базовым для создания гидротермического режима, однако его проявление зависит от литологической основы и от положения в рельефе. Цепочка «геолого-геоморфологические условия — гидротермический режим — педогенетические процессы» является основой формирования почв. Характерной чертой почвенного покрова таёжной зоны является то, что он пока существует и развивается преимущественно в условиях естественного водного режима, не измененного действием гидротехнических или иных антропогенных факторов. Естественный водный режим почв определяет их генезис и важнейшие экологические особенности, а также условия местообитания ландшафтов. Однако дальнейшее развитие техногенеза в этом регионе существенно изменяет первичный гидрологический режим почв (Зайдельман, 1985).

Основными объектами изучения гидротермических режимов являются почвы Среднеобской низменности, сформированные на разных геоморфологических уровнях: аллювиальная светлогумусовая почва — на пойме р.Оби; подзол иллювиально-гумусовый и торфяная олиготрофная — на второй надпойменной террасе Сургутского Полесья; светлосём типичный и криометаморфическая — на водоразделе Аганского Увала, а также ТПО, сформированные в различных ландшафтных условиях.

Различия в режиме влажности, выраженности промывного режима, литологического состава, восстановления растительности обуславливают процессы начального почвообразования на ТПО. Специфика конструкций ТПО существенно отличает их гидротермические режимы от естественных почв.

Гидротермические режимы автоморфных почв Среднеобской низменности определяются положением в рельефе, литологическим составом пород, атмосферными осадками, уровнем

грунтовых вод. Формирование почв альфегумусового отдела происходит в условиях хорошего дренажа, связанного с песчаным, супесчаным составом материнских пород, врезом рек, определяющим положение в рельефе, глубина уровня грунтовых вод располагается ниже 1 м. В мае профиль подзола начинает прогреваться и имеет положительные температуры от 4°C до 1°C, к сентябрю температура атмосферы приближена к температуре почвы. Промерзание верхних горизонтов до 40 см происходит в ноябре, к декабрю верхние горизонты промерзают до -8°C, к январю метровый подзол промерзает до -5°C. Отсутствие излишней влаги и льдистости позволяет поверхностным водам хорошо просачиваться, формируя хорошую дифференциацию профиля.

Средние значения снежного влагозапаса в лесных участках, где сформированы сосновые и елово-кедровые ассоциации, составляют 125—158 мм (Кузнецова, 2013).

Основным фактором формирования почв криометаморфического отдела являются суглинистые отложения. Водораздельные поверхности имеют небольшое расчленение реками, слабое дренирование, уровень грунтовых вод располагается достаточно глубоко, не влияя на почвообразовательные процессы. Формированию криометаморфических почв способствуют атмосферные осадки, выпавшие в летне-осенний период и замерзшие при низких температурах в ноябре. Верхний органический горизонт криометаморфических почв представлен слаборазложившимися гипновыми зелеными мхами. Еще в мае наблюдаются отрицательные температуры за счет поверхностных вод, которые не могут уйти вниз в мерзлые суглинистые породы. К июлю температура верхнего горизонта соответствует атмосферной температуре. Криометаморфический горизонт на глубине 40 см и ниже держит температуры от нуля и ниже, оттаивая к июлю, на глубине 1 м отрицательная температура может держаться до августа, разница температур атмосферного воздуха и почвы составляет 19°. Замерзает почва начинается при постепенном промерзании почвенного профиля и отрицательных температурах воздуха -30°C, обычно во второй половине ноября. Криометаморфичность почвы

диагностируется по наличию льдинок в CRM, крупитчатой структуре и тиксотропности.

Прямыми факторами гидротермического режима гидроморфных почв являются геолого-геоморфологические условия и поверхностный сток. Количество выпавших осадков преобладает над низкой испаряемостью и приводит к заболачиванию территории. Для верховых болот Среднеобской низменности влагозапас имеет средние значения 175—177 мм. От уровня полонодных вод зависит сток поверхностных вод в болотных комплексах. Высокий уровень половодья приводит к наполнению водами пойм рек второго, третьего порядков и первых надпойменных террас, поверхностный сток становится затруднен. В связи с этим в верховых болотах формируется застойный режим (Иванов, 1957). Положительные температуры торфяной олиготрофной почвы набираются по мере отступления поверхностных и грунтовых вод с торфяной толщи (рис. 12).

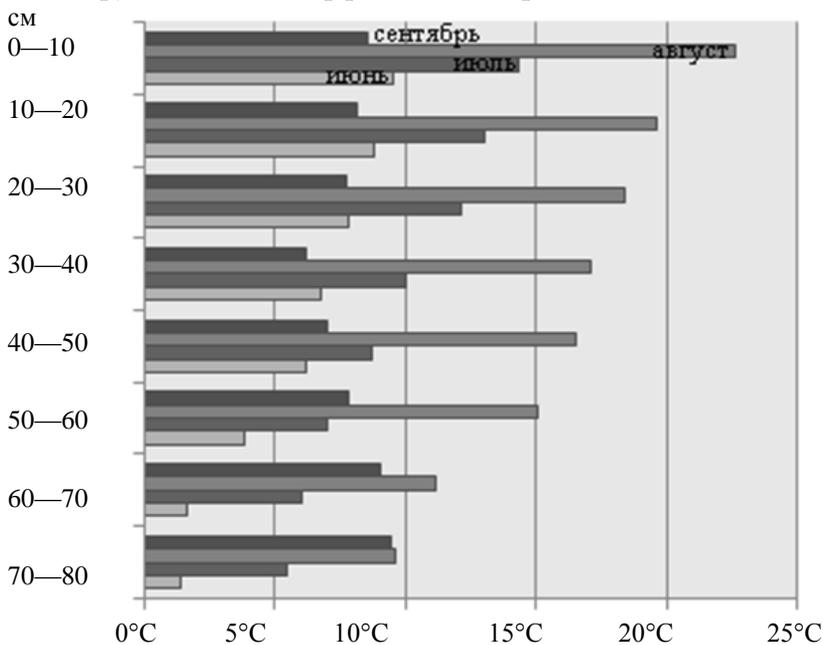


Рис. 12. Температуры торфяной олиготрофной почвы за июнь—сентябрь

Торфяные олиготрофные почвы, представленные мощным торфяным слоем из разложившегося сфагнового мха, отрицательные температуры имеют только в верхних горизонтах, с декабря по конец мая. С глубины 20 см и до 1 м торфяные горизонты остаются в положительных температурах, что позволяет накопленной органике преобразовываться в торф. Максимальное прогревание происходит в июле, но температура атмосферы и почвы в верхних слоях в среднем отличается на 3°, в нижних — на 13° (Коркин, Кайль, 2013).

Температура аллювиальной дерновой почвы, сформированной в пойме Оби и представленной суглинистым аллювием, зависит от гидрологического поемного режима реки и в течение всего вегетационного периода держится на положительных отметках.

Гидротермические режимы ТПО во всех исследуемых ландшафтах коренным образом отличаются от естественных почв. Техногенные объекты изменяют гидрологические режимы естественных почв. Так, при строительстве площадных и линейных техногенных объектов на верховом болоте торфяная толща продавливается насыпным минеральным грунтом до основания отложений, тем самым изменяется уровень грунтовых вод и поверхностный сток. Е.И.Александровская (1985) отмечает, что со времен возникновения дорог во всем мире начали происходить закономерные изменения придорожных почв. Особенно ярко это проявилось с возникновением автомобильного транспорта. Под воздействием строительства и эксплуатации автодорог в придорожной полосе формируются ландшафты, которые хотя и сохраняют естественный характер и подчиняются природным закономерностям, несут антропогенное содержание в виде специфических растительных группировок, состава грунтовых вод и особенно измененных свойств почв (Александровская, 1985).

Техногенные объекты, представленные песчаными литостратами, создают новые условия для формирования древесной растительности. Гидрологические режимы изменяются при техногенном воздействии в пойме. На водораздельных поверхностях, где сформированы автоморфные почвы, гидрологические режимы не изменяются. Температура поверхности сложенных песками литостратов на порядок выше естественной почвы; было

зафиксировано, что при температуре воздуха $+30^{\circ}\text{C}$ в конце июня в естественных почвах органический горизонт имеет температуру $+20^{\circ}\text{C}$, поверхность литострата песчаного — $+40^{\circ}\text{C}$. Лишенный растительности литострат накаляется под прямыми лучами солнца на открытой поверхности, влажность в таком субстрате не задерживается, подобные условия отрицательно влияют на начальный этап почвообразования.

Глава 5

УСТОЙЧИВОСТЬ И САМОВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОЧВ

5.1. Оценка устойчивости почв Среднеобской низменности к техногенным нагрузкам

Проведенными исследованиями в основном решалась задача посредством изучения природных условий и свойств естественных почв выявить устойчивость почв к техногенным воздействиям через их способность к самовосстановлению.

Вопрос об устойчивости почв и в целом экосистем весьма сложен. Отсутствует единое общеупотребительное определение этого термина. Под общим понятием устойчивости системы Askoff (1960), Von Bertalanffy (1962) понимают способность системы сохранять свои свойства и параметры режимов в условиях действующих внутренних и внешних возмущений.

Существующие подходы к понятию устойчивости (Фёдоров, 1974; Ракита, 1980; Куприянова, 1983 и др.) можно условно разбить на три группы (Светлосанов, 1977):

— инертность системы — способность экосистемы сохранять при внешнем воздействии исходное состояние в течение некоторого времени;

— пластичность системы — способность экосистемы переходить из одного состояния равновесия в другое, сохраняя при этом внутренние связи;

— восстанавливаемость системы — способность экосистемы возвращаться в исходное состояние после временного внешнего воздействия.

Устойчивость почв к трансформации зависит, в первую очередь, от их состава и свойств, от способности почв противостоять различным видам антропогенных (природно-антропогенных) воздействий. Фактическая устойчивость почв к трансформации определяется тремя основными группами факторов:

1) интенсивностью природно-антропогенных воздействий, обуславливающих данный вид трансформации почв;

2) потенциальной устойчивостью почв к трансформации;

3) состоянием почвы, наличием (или отсутствием) факторов, защищающих почву от трансформации (характер растительного покрова, динамика влажности верхнего слоя почвы и т.д.) (Булгаков, Карманов, 2015).

В.В.Козин (1996) рассматривает устойчивость экосистем в двух аспектах:

1) *упругой устойчивости* как свойства экосистем сохранять свою структуру и функции под воздействием антропогенных факторов, которая оценивается как величина, обратная вероятности развития экзогенных процессов и чувствительности к ним биологических компонентов, по трехбалльной шкале (0 — низкая, 1 — средняя, 2 — высокая);

2) *пластичной устойчивости* как способности экосистем к восстановлению, которая оценивается как величина, обратная времени восстановления экосистем после полного разрушения биотических комплексов, по трехбалльной шкале:

0 (низкая) — характерное время восстановления от одного до нескольких столетий;

1 (средняя) — время восстановления от 20 до 100 лет;

2 (высокая) — восстановившаяся за несколько лет (Природопользование..., 1996).

Третья группа (восстановление), рассматриваемая в рамках устойчивости природной системы (Светослановым, 1977), классифицируется отдельно как самостоятельный процесс.

Так как процесс самовосстановления происходит после нарушения природной среды, в том числе и почвы, т.е. после нарушения свойств устойчивости (упругости и пластичности), то процесс самовосстановления почв зависит от физико-химических свойств почв и является отдельным самостоятельным процессом, проходящим эволюционные стадии развития.

Эволюция почв (и экосистем в целом) как самовосстанавливающихся и саморазвивающихся природных систем, в противовес процессам деструктивным, приводящим к потере энергии и увеличению энтропии, направлена на концентрирование энергии и уменьшение энтропии. В противном случае жизнь на планете была бы невозможна. Поэтому экосистемы развиваются от неравновесного состояния к равновесному. Природные системы в

силу необратимости процессов самоорганизации стремятся к некоторому конечному состоянию, близкому к равновесному и характеризующемуся минимумом энтропии (Пригожий, Стенгерс, 1986).

Рассматривают следующие группировки функционирования геосистемы (Хитров, 2001):

- 1) входные функции — поглощение (отражение, рассеивание) поступающих в систему веществ и энергии;
- 2) внутренние функции — удержание, преобразование;
- 3) выходные функции — выделение или потеря веществ и энергии из системы.

Антропогенные воздействия могут быть физическими (механическими) — полное или частичное разрушение экосистемы, электромагнитное загрязнение и вибрация, изменение гидротермического режима, химическими — радиоактивные загрязнения, химические загрязнения; биологическое загрязнение проявляется в качественном и количественном изменении биоты и других компонентов экосистемы (Оценка состояния..., 1992).

В процессе нефтедобычи техногенные воздействия на почвы и экосистемы осложняются аварийными разливами нефти. Совершенно справедливо отмечено Евсеевым, Куликовым (2003), что устойчивость почв зависит от свойств самой почвы. При этом различные взаимосвязанные компоненты почв — биота, твердая фаза, почвенный раствор — могут иметь различную устойчивость к одному и тому же воздействию.

Механические техногенные воздействия, сопутствующие нефтедобывающей отрасли, имеют разную степень изменения экосистем: от минимальных изменений — при нарушении растительного покрова до максимальных — при нарушениях рельефа и изменениях литологического состава. При этом степень устойчивости к механическим воздействиям определяется рядом показателей, представленных на рисунке 13.

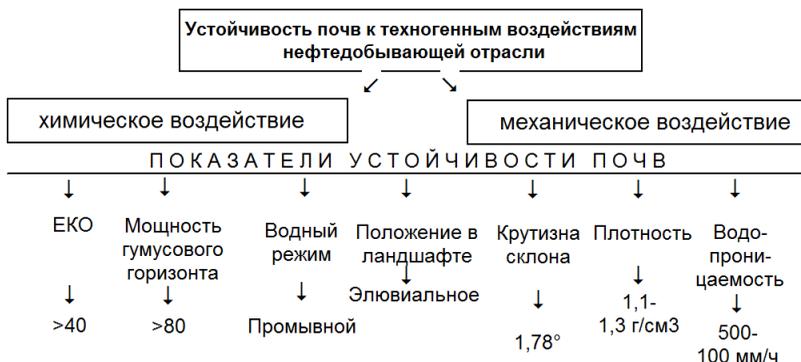


Рис. 13. Схема показателей устойчивости почв

В рамках изучения возможности самовосстановления почв учитывали внутреннюю и внешнюю устойчивость почв. Внутренняя устойчивость определяется изменениями, происходящими в структуре почвенного покрова в условиях нормальной динамики факторов почвообразования; внешняя устойчивость определяется способностью почвы сохранять свои параметры при значительных изменениях внешних факторов (Фридланд, 1972).

Устойчивость почв — это способность восстанавливать физические и химические свойства почв после прекращения внешнего воздействия (т.е. после прекращения действий нарушений).

Таким образом, под *устойчивостью почв* понимается способность почвы сопротивляться, противостоять внешним воздействиям. Для определения устойчивости почвы к техногенным воздействиям необходимо учитывать чувствительность почвы к внешним воздействиям, период релаксации, пределы восстановления почвы (рис. 14).

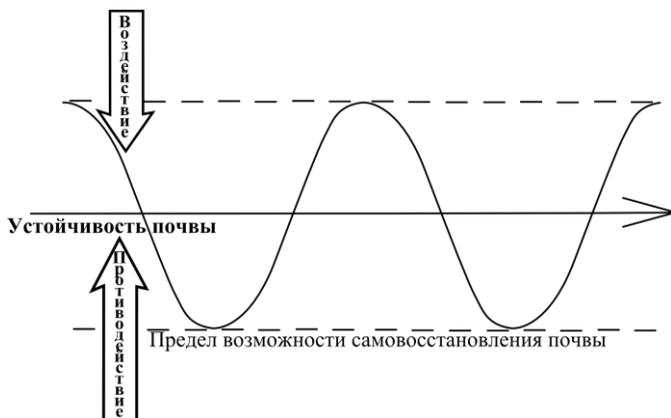


Рис. 14. Схема устойчивости почв к внешним воздействиям

В одинаковых природных условиях устойчивость почв к различным видам техногенного воздействия различна. При определении устойчивости почвы исходили из того, что она формируется за счет двух аспектов: сопротивление к внешнему воздействию и внутреннее противостояние повреждающему воздействию согласно методике оценки устойчивости почв, разработанной В.В.Снакиным, П.П.Кречетовым, В.Е.Мельченко, И.О.Алябиной (Оценка состояния..., 1992).

Для количественной оценки устойчивости почвы по отношению к основным антропогенным воздействиям предлагается использовать следующие ее характеристики:

- емкость катионного обмена (ЕКО) для слоя 0—20 см;
- мощность гумусового аккумулятивного горизонта (А + АВ);
- тип водного режима почвы;
- положение биогеоценоза в катене;
- крутизна склона.

Для более уверенной оценки устойчивости почв к механическим воздействиям было добавлено два показателя физических свойств почв — плотность твердой фазы и водопроницаемость.

Предложенный набор показателей отражает оба вида устойчивости. Так, первые два показателя показывают адаптационную устойчивость: емкость катионного обмена — к химическому

загрязнению, а мощность гумусо-аккумулятивного горизонта и физические свойства почв — к механическому нарушению. Тип водного режима, положение биогеоценоза в ландшафте и показатель крутизны склона характеризуют способность экосистемы к восстановлению, а следовательно, к проявлению регенерационной устойчивости (оценка устойчивости).

Каждый из показателей устойчивости почвы оценивали по 5-балльной системе (табл. 6).

Устойчивость почв проявляется в способностях поглощать элементы, накапливать гумус, пропускать через себя воду, кроме этого она зависит от факторов и условий, в которых формируется (климат, рельеф). ЕКО зависит от содержания в почве гумусовых веществ, минерального состава и суммы поглощенных оснований Ca^{2+} , Mg^{2+} . Чем больше величина гумусового состава, тем больше ЕКО.

Высокая мощность гумусового горизонта — залог высокой стабильности почвы к различным механическим воздействиям (Оценка состояния..., 1992). Устойчивость почвы к механическим воздействиям зависит от водопроницаемой способности почвы, плотности твердой фазы. Чем выше содержание органики в почве, тем меньше плотность, почвенные агрегаты более оструктуренные, водные качества почв лучше.

Плотность твердой фазы является важным свойством почвы, отражающим соотношение твердой, жидкой и газообразной фаз. Определяется в зависимости от вида минералов, количества органических компонентов. С увеличением содержания тяжелых металлов плотность твердой фазы увеличивается, устойчивость почв становится меньше. Оптимальными значениями устойчивости являются $1,1—1,6 \text{ г/см}^3$ (табл. 6).

**Показатели устойчивости почв
(Оценка состояния..., 1992, с добавлениями автора)**

ЕКО, мг-экв/100 г	Мощность гуму- сового горизонта, см	Водный режим	Положение в ландшафте	Крутизна скло- на, градусы	Плотность твер- дой фазы почв, г/см ³	Водопроницае- мость, мм/ч	Баллы
> 10	<3	Непро- мывной	Аккумуля- тивное	> a^*	>3	>500	1
10— 20	1—9	—	—	a — 5,60 ^{lga}	2,9—2,7	<30	2
21— 30	10—25	Периоди- чески промыв- ной	Транзитное	5,61 ^{lga} — 3,15 ^{lga}	2,6—2,1	70— 30	3
31— 40	26—80	—	—	3,16 ^{lga} —1,78 ^{lga}	2,0—1,7	100 —70	4
>40	>80	Промыв- ной	Элювиаль- ное	1,78 ^{o lga}	1,1—1,6	500 — 100	5

a^* — угол естественного откоса почвы

Способность почвы задерживать в себе воду и пропускать ее является важным свойством почвы, определяющим рост и развитие растений. Водопроницаемость зависит от гранулометрического состава и оструктуренности почв. Исходя из значений оценки водопроницаемости по методу Качинского, были рассчитаны баллы (табл. б):

- >1000 — провальная;
- 1000—500 — излишне высокая;
- 500—100 — наилучшая;
- 100—70 — хорошая;
- 70—30 — удовлетворительная;
- <30 — неудовлетворительная.

Тип водного режима также является важным показателем устойчивости почв, поскольку в пределах ландшафта геохимической системы, по М.А.Глазовской (2002), он определяет вынос веществ за пределы данного ландшафта (табл. 6). Тип водного режима почв зависит от таких факторов и условий, как радиационный баланс, осадки, ветер, влажность, температура, литологические и гидрогеологические особенности материнских и подстилающих пород, рельеф, растительность.

М.А.Глазовская (1997) раскрыла понятие эколого-геохимической устойчивости почв к техногенным воздействиям как потенциальный запас буферности исходных природных почв и ландшафтов, их способность к сохранению (до определенного предела техногенного воздействия) своего нормального функционирования как биокосной системы.

Определяя местоположение в ландшафте объектов исследования, связывая их с физико-химическими свойствами почв, можно определить устойчивость почвы к техногенному воздействию, т.е. способность почвы восстановить свои исходные признаки и свойства.

Элювиальные ландшафты, по М.А.Глазовской, наиболее высоко расположенные, геохимически автономны, в них поток веществ поступает лишь из атмосферы. Элементарные ландшафты, занимающие более низкие ступени каскада, представляют собой геохимически подчиненные элементарные ландшафты; наряду с поступающими из атмосферы, они получают часть веществ, сбрасываемых с поверхностными и грунтовыми водами из более высоко расположенных звеньев каскада. Поэтому геохимически автономные ландшафты более устойчивы, чем геохимически подчиненные. В связи с тем, что с точки зрения устойчивости такие типы ландшафтов, как трансэлювиальные, трансэлювиально-аккумулятивные и элювиально-аккумулятивные с проточными водами, можно разделить лишь условно и авторами «Оценки устойчивости экосистем» выделяются лишь три градации:

- 5 баллов — элювиальные (водораздельные территории);
- 3 балла — транзитные (геохимически подчиненные);
- 1 балл — аккумулятивные территории (табл. 6).

Шкала оценки устойчивости почв имеет следующие значения:

- максимальная оценка устойчивости почв к техногенным нагрузкам составляет от 28 до 35 баллов;
- устойчивостью среднего значения обладают почвы суммой 21—27 баллов;
- слабоустойчивая почва имеет 14—20 баллов;
- минимальная устойчивость почв составляет от 7 до 13 баллов (табл. 6).

В ходе проведенных полевых наблюдений были исследованы типы естественных почв, сформированные на основных формах рельефа Среднеобской низменности, где активно развит техногенез, связанный с нефтедобывающей промышленностью. Полученные данные определения устойчивости почв на ключевых участках в пределах поймы и надпойменных террас включают в себя определение параметров химических, физических, геохимических и ландшафтных показателей, между которыми существует тесная связь.

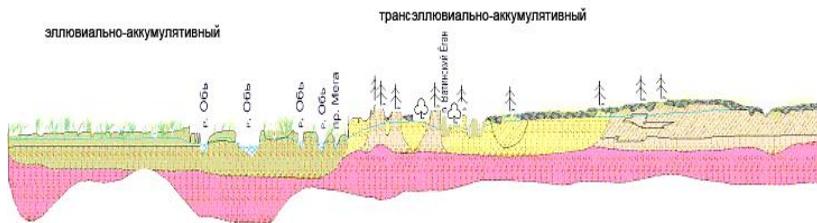
Трансупераквальный ландшафт представлен поймой р.Оби. Низкая пойма, где сформированы аллювиальные слоистые глеевые почвы, в течение весенне-летнего периода затопливается половодными водами, она на время половодья относится к трансаквальному ландшафту. В таких условиях успевает сформироваться на поверхности перегнойный горизонт мощностью 1 см. Центральная пойма в условиях редкого периодичного подтопления формирует аллювиальные дерновые глеевые почвы. Данные почвы ввиду тяжелого гранулометрического состава (суглинки) обладают высокой плотностью, низкой водопроницаемостью. Хорошая мощность гумусового горизонта — 15 см — развита за счет высокой фитомассы гидрофильной травянистой растительности. Количественный состав гумуса составил 8%.

В супераквальном ландшафте озерно-ингрессионной террасы сформированы комплексы верховых болот. Развитые здесь торфяные олиготрофные почвы имеют мощные торфяные горизонты от 2 до 5 м, которые необходимо учитывать при оценке устойчивости экосистемы в целом. Среди массивов верховых болот первой надпойменной террасы образованы гривы, где

сформированы торфяно-подзолы, имеющие элювиально-аккумулятивное местоположение в ландшафте (рис. 15).

Вторая надпойменная терраса р.Оби, имеющая повышения абсолютной высоты 70—90 м, имеет трансэлювиальное положение в ландшафте и представлена подзолами иллювиально-железистыми.

Водораздельный участок Среднеобской низменности с абсолютными высотами 90—120 м, представленный Аганским Увалом, имеет элювиальное положение в ландшафте, где основными типами почв являются криометаморфические, светлозёмы и глеезёмы.



Условные обозначения:

  	<p>аллювиальные отложения низкой и высокой поймы, сложенные в нижней части песками, в верхней — суглинками</p> <p>аллювиальные отложения прадолин, сложенные песками</p> <p>аллювиальные верхнечетвертичные отложения I надпойменной террасы, сложенные суглинками</p>	  	<p>аллювиальные верхнечетвертичные отложения I надпойменной террасы, сложенные переслоями суглинков и песка</p> <p>торфяные отложения, сложенные торфом</p> <p>аллювиальные верхнечетвертичные отложения II надпойменной террасы, сложенные песком</p>
---	--	---	--

Рис. 15. Геохимический профиль Среднеобской низменности в пределах р.Оби с ее притоков

В таблице 7 приведены данные устойчивости почв и их оценка, выраженная в баллах. Общие баллы показывают оценку, по которой можно судить об устойчивости экосистем изучаемых ключевых участков Среднеобской низменности: поймы р.Оби и озерно-ингрессионной террасы правобережья среднего течения Оби в пределах Самотлорской группы озер, водораздельного участка Аганского Увала.

Таблица 7

Результаты устойчивости почв в разных ландшафтах (в скобках указаны промежуточные баллы)

Ключ. участки	Рельеф	Индекс почвы	ЕКО, мг-экв/100г	Мощность гумусового горизонта, см	Водный режим	Положение в ландшафте	Крутизна склона, градусы	Плотность твердой фазы почв, г/см ³	Водопроницаемость, мм/ч	Всего баллов
Пойма р. Оби	Низкая пойма	Ал _д ^г	8(1)	1(1)	Непромывной (1)	Трансупераквальное (3)	0,07° (5)	1,7(1)	15(2)	14
	Высокая пойма	Ал	20,5 (3)	15(3)	Периодически промывной (3)	Трансаквальное (3)	0,8°(5)	1,8(1)	7(2)	20
Озерно-ингрессионная терраса	Первая надпойменная терраса	ТО	26(3)	0(0)	Непромывной (1)	Супераквальное (0)	1°(5)	1,4(5)	592(1)	14
	Вторая надпойменная терраса	По _{иж}	14,83 (2)	0(0)	Промывной (5)	Элювиальное (5)	1,5°(5)	1,0(4)	90(4)	25

Автоморфные почвы Среднеобской низменности обладают большей устойчивостью, нежели гидроморфные почвы пойм и болот. Об этом свидетельствуют параметры устойчивости, а также и то, что механическая прочность почвы уменьшается по мере того, как она становится более влажной, поэтому уплотнение и обесструктурирование — проблема непросыхающих почв (Роуэлл, 1998), к ним относятся аллювиальные и торфяные почвы. Кроме этого, почвы поймы р.Оби характеризуются слабой структурной прочностью и, как следствие, высокой сжимаемостью под нагрузкой (Росновский, 2001). Максимальной оценкой устойчивости почвы исследуемой территории не обладают. Устойчивостью среднего значения обладают подзолы иллювиально-железистые, слабоустойчивыми к техногенным воздействиям являются аллювиальные дерновые почвы (Коркина, 2005).

Анализ современного почвенного покрова показывает, что в основном техногенные объекты под нефтедобычу сооружаются на неустойчивых к техногенным воздействиям почвах, как правило, на торфяных олиготрофных болотах. ТПО, сложенные на дневной поверхности различного грунтового состава, имеют свою, отличительную от естественных почв, инертную способность. Таким образом, существует двойственность процесса восстановления почв на нарушенных землях: во-первых, это нарушение естественных почв и невозможность их восстановления за счет низкой устойчивости почв к техногенным воздействиям, это касается торфяных олиготрофных почв; во-вторых, сконструированные ТПО на олиготрофных болотах, представленные песчаными литостратами, оказываясь на дневной поверхности, образуют новые условия для развития посттехногенных — слабозрелых почв.

Строительство техногенных объектов для инженерных сооружений нефтедобывающей промышленности на верховых болотах объясняется не только геологической разведкой. Кадастровая оценка болотных угодий земель лесного фонда имеет более низкую оценку, нежели лесных участков.

При проведении исследований ТПО были изучены следующие параметры: характер почвенного покрова в зависимости от генетических особенностей и физико-химических свойств ТПО. Гранулометрический состав, наличие генетических горизонтов и

слоев, заторфованность, задернованность, гумусированность, реакция среды, качественный и количественный состав поглощенных оснований, содержание водопрочных агрегатов, глубина и густота расчленения рельефа, вид техногенного воздействия.

Исследования показали, что устойчивость морфологических и химических признаков почв и ТПО неодинакова. Наиболее устойчивыми показателями обладают пелозёмы, сформированные на литостратах, сложенных естественным почвенным субстратом, это связано с разрыхлением почвенной массы во время строительства площадок объектов нефтегазодобычи. В связи с этим происходит увеличение водопроницаемости, аэрации, т.е. факторов, положительно влияющих на восстановление почв.

Некоторые из относительно устойчивых признаков претерпевают ряд последовательных изменений. Так, железистые новообразования увеличиваются в размере и количестве вследствие изменения почвенной структуры, плотности почвы.

К неустойчивому признаку относится изменение гумусового горизонта, который разрушается в первую очередь при любом техногенном вмешательстве и время его восстановления исчисляется десятками лет.

Самые неустойчивые показатели имеют ТПО — литостраты, сооруженные песчаной насыпью, так как они обладают бесструктурностью, повышенной водопроницаемостью, отсутствием органической части. Причем песок, загрязненный нефтепродуктами, имеет лучшие физические и химические показатели, нежели чистый намывной. Так, например, нефтезагрязненный песчаный слой токсилитострата обладает большими показателями подвижного калия, чем просто песок, поскольку песок характеризуется низкими показателями подвижных форм калия и фосфора. В свою очередь, калий является структурообразователем (Середина, 2005). Таким образом, загрязненный нефтепродуктами песок более оструктурен, нежели чистый песок.

Рост растений зависит от поступления элементов как из почвы, так и из атмосферы (Роуэлл, 1998). Речной песок, отсыпанный на большинстве территорий нефтегазодобывающего комплекса под кустовыми и буровыми объектами, обладает бедными подвижными формами, необходимыми для роста и питания растений, что

свидетельствует об отсутствии в течение длительного времени растительности на таких объектах и, как следствие, невозможности накопления органической части на ТПО.

По содержанию зольных элементов отходы бурения имеют определенные преимущества перед речным песком, поскольку песок при полном отсутствии азота по существу является субстратом с мизерным количеством зольных элементов (Седых, Тараканов, 2004).

Почвы и ТПО разного состава отличаются кислотностью водной вытяжки. Известно, что песок и торф обладают нейтральной реакцией. При взаимодействии песка с нефтепродуктами реакция среды становится щелочной, это объясняется наличием большого количества натрия в нефтепродуктах. Противоположное действие на насыпной песок оказывает природная среда. Реплантозём, сформированный на олиготрофном болоте насыпью песка, имеет кислую реакцию под действием поступающей снизу влаги, имеющей сильноокислую реакцию водной среды. Восходящие потоки грунтовых вод и поверхностные воды в весенне-летний период создают застойные условия, в ходе которых формируются условия оглеения. Морфологически этот процесс проявляется в виде оливково-сизых пятен с охристой окантовкой, в диаметре достигающих 5 см, среди насыпного песка.

Учитывая данные определения устойчивости почв и ТПО, в целом получаем полное представление об устойчивости экосистемы изучаемых ключевых участков и, в общем, Среднеобской низменности.

Проведенные исследования на ключевых участках Среднеобской низменности Западно-Сибирской равнины показали, что наибольшей устойчивостью к техногенным воздействиям обладают почвы, сформированные на повышенных формах рельефа, — подзолы иллювиально-железистые, а также ТПО, сооруженные естественным почвенным субстратом. Низкими показателями устойчивости обладают аллювиальные перегнойно-глеевые почвы, сформированные в низкой пойме. ТПО песчаного состава имеют низкие способности пластичности и упругости. Таким образом, расположенные техногенные объекты в пойме и на болотах наносят больший вред природным ландшафтам, чем если бы они

были расположены на плакорных местообитаниях елово-кедровых и сосновых лесов.

Внушительные размеры изменения почв и ландшафтов, связанные с деятельностью нефтегазодобывающей промышленности, отражаются на картографическом материале. Карта дает наиболее полное представление о закономерностях пространственного размещения отдельных типов, подтипов, видов и разновидностей естественных почв и групп и подгрупп ТПО.

5.2. Процесс самовосстановления почв в условиях техногенеза

Устойчивость почв к техногенному воздействию, в частности механическому, определяется в значительной степени интенсивностью самовосстановления. Понятие «самовосстановление» близко к понятию «саморазвитие» почв. Саморазвитие почв протекает независимо от изменения внешних факторов почвообразования (климата, рельефа, пород), при их нестабильном состоянии. Движущей силой развития в этом случае считаются внутренние противоречия собственно почвообразовательного процесса (Сokolov, Таргулян, 1976).

Почвы, поврежденные техногенезом, в отличие от естественных, характеризуются высокой динамичностью техногенно-спровоцированных свойств, изменчивостью признаков, форм, а также вариабельностью исходного материала. Общепризнано, что техногенная эволюция почвенного покрова имеет ряд особенностей, отличных от закономерностей естественной эволюции. Согласно В.М.Фридланду (1986), эволюция компетентного состава почвенного покрова в процессе естественной эволюции односторонне направлена, так как она связана с развитием факторов почвообразования, прежде всего растительности; развитие форм жизни приводило к постоянному увеличению компонентов почвенного покрова (Редькин, 2000).

Исследования современного состояния почвенного покрова Среднеобской низменности в пределах нефтегазодобывающего комплекса показали, что почвенный покров обладает мозаичностью почвенных и техногенных поверхностных образований. Степень нарушенности и устойчивости почв зависит от природных

условий (рельефа, климата, литологического состава, растительности). Нарушенный почвенный покров от ненарушенного отличается также по факту воздействия. Тем не менее, само воздействие, даже идентифицированное по механизму, источнику и агрессивности, ничего не говорит о том, что произошло внутри почв, поэтому немаловажен химико-физический состав самих почв.

Высокая динамичность техногенных процессов значительно изменяет свойства и признаки почв не только в пространстве, но и во времени. Нами изучены ТПО с коротким характерным временем, так как почва Среднеобской низменности начала испытывать техногенный пресс в последние 55 лет.

Процессы изменения почвенного покрова и формирование новых ТПО происходят неизбежно на территории нефтегазодобывающего комплекса. Заселение растительностью, как показывают наблюдения, на ТПО начинается уже с первого года нарушения или конструирования ТПО. В результате техногенного воздействия естественные почвы разрушаются, а затем проходят последовательные стадии формирования ТПО и развития на них почв. Начальная стадия состоит из несколько этапов. Первый этап — разрушение, второй — возобновление растительности, третий этап — развитие биогенно-аккумулятивного и элювиально-иллювиального процессов, четвертый — формирование слабо-развитой почвы, которое можно рассматривать в качестве первого шага к восстановлению почвы и в целом природной среды в зоне техногенеза.

Различные типы ТПО на разных геоморфологических уровнях с определенными микроклиматическими и биологическими особенностями проходят свои отличительные стадии развития физико-механических процессов (табл. 8).

Таблица 8

Стадии развития ТПО

Рельеф	Типы ТПО	Стадии развития			
		I	II	III	IV
Пойма	Лито-страт суглинистого состава (СС)	Перемещение естественного грунта, создание насыпей	Возобновляется растительность, свойственная данной местности	Накопление органического вещества и преобразование органических остатков в	Пелозём гумусовый

				почвенный гумус	
	Лито-страт песчаного состава (ПС)	Насыпь песка на естественную почву => дефляция	<i>Chamerion angustifolium</i> , <i>Juncus nastanthus</i> , <i>Carex</i> , <i>Elytrigiarrepens</i> => <i>Polytrichum commune</i> , <i>Salix viminalis</i>	Формирование на поверхности мохового покрова, накопление органического слоя. Псевдооглеение	Псаммозём
	Абра-лит СС	Срезание верхних горизонтов почв => уплотнение поверхности	<i>Planto</i> , <i>Trifolium pratense</i> , <i>Elytrigia repens</i>	Накопление органического вещества и преобразование органических остатков в почвенный гумус. Псевдооглеение, формирование Fe-, Mg-новообразований	Абразём
	Абра-лит ПС	Уничтожение почв вплоть до подстилающих пород => дефляция	<i>Chamerion angustifolium</i> , <i>Carex</i> , <i>Elytrigia repens</i> => <i>Polytrichum commune</i>	Формирование на поверхности мохового покрова, накопление органического слоя. Псевдооглеение	Псаммозём
I надпойменная терраса	Литострат СС	Перемещение естественного грунта, создание насыпей	<i>Polytrichum commune</i> , <i>Equisetum</i> , <i>Betula</i> , <i>Pinus sylvestris</i> , <i>Pinus sibirica</i>	Формирование на поверхности мохового покрова подстилки	Пелозём
	Литострат ПС	Насыпь песка на естественную почву =>	<i>Chamerion angustifolium</i> , <i>Equisetum</i> , <i>Elytrigia repens</i>	Формирование на поверхности мохового покрова,	Псаммозём

		дефляция	=> <i>Polytrichum commune</i> , <i>Pinus sylvestris</i>	накопление органогенного слоя. Псевдооглеение	
	Абра-лит СС	Срезание верхних горизонтов почв => уплотнение поверхности	<i>Plantago pratensis</i> <i>ползучий</i>	Накопление органического вещества и преобразование органических остатков в почвенный гумус. Псевдооглеение	Абразём
	Абра-лит ПС	Уничтожение почв вплоть до подстилающих пород => дефляция	<i>Polytrichum commune</i> , <i>Pinus sylvestris</i>	Формирование на поверхности мохового покрова подстилки	Псаммозём
	Реплан-тозём	Искусственное создание на песчаной насыпи верхнего органогенного горизонта	<i>Chamerion angustifolium</i> , <i>Equisetum</i> , <i>Betula</i> , <i>Pinus sylvestris</i> , <i>Larix</i>	Псевдооглеение	Реплан-тозём

Анализируя самовосстановление почв в пространстве на разных геоморфологических уровнях необходимо учитывать время как один из элементов скорости восстановления. Так, на начальной стадии формирования почв (от 0 до 50 лет) было изучено формирование органогенного горизонта на ТПО разных временных отрезков на разных формах рельефа (табл. 9).

Таблица 9

Формирование дерновой подстилки и гумусово-аккумулятивной подстилки, в см

Рельеф	Основные ТПО	Возраст, лет				
		0–5	5–10	10–20	20–30	30–40
Пойма	Литострат СС	0	0,2	0,5	1	1,5
	Литострат ПС	0	0	0	0	—
I надпойменная терраса	Литострат СС	0	0	0,2	0,5	—
	Литострат ПС	0	0	0	0,2	—

Как видно на таблицы, процесс формирования слаборазвитого органогенного горизонта W слаборазвитых почв на суглинистом материале в пойме происходит значительно быстрее, нежели на I надпойменной террасе, что объясняется рядом обстоятельств:

- поврежденный механически перемещенный материал представляет собой естественную почву этой же территории;
- в гранулометрический состав пелозёма суглинистого входят илистые частицы, которые позволяют почве быть пластичной, упругой и агрегировать почвенную структуру;
- изменение структуры почвы дает возможность проникнуть в образовавшиеся поры воздуху, позволяя семенам растительности быстрее оказываться на поверхности;
- отсутствие лесной растительности на восстанавливаемых поверхностях в момент становления профиля, по мнению Н.П.Солнцевой (1981), приводит к относительному увеличению прямой солнечной радиации на единицу поверхности.

Процессы восстановления растительного покрова и почв на песчаных субстратах протекают иначе. На первом этапе, когда на дневной поверхности оказываются незакрепленные пески, существует проблема развития дефляции. Это связано с тем, что поверхность песчаных литостратов может сильно нагреваться (до +40°C), влага не задерживается, быстро испаряется. Такие условия не дают возможности закрепиться на поверхности растительности, которая бы усилила поверхность песчаной насыпи. Интенсивность раздува песка на сопредельные территории зависит от многих факторов: мощности насыпи песка, степени задернованности поверхности, преград, открытости пространства (пойма).

В пределах поймы р.Оби дефляция изучалась в комплексе с процессами восстановления растительного и почвенного покрова на ТПО с целью выявления динамики дефляции песка на сопредельные территории. Для этой цели были заложены реперы на экспериментальных ключевых участках. Реперы закладывались согласно сторонам света на границе песчаной насыпи и пространства, не нарушенного процессами дефляции (Коркина, 2006). Результаты годового раздува песка представлены на графике (рис. 16).

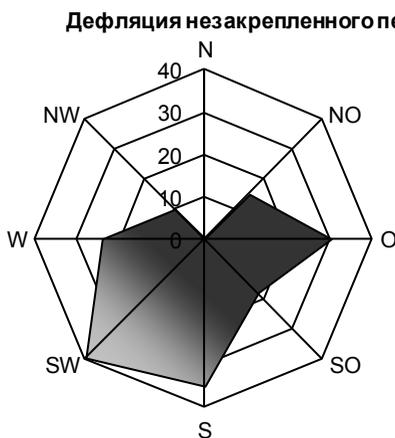


Рис. 16. Годовая дефляция песка в пойме р.Оби

Самым высоким показателем ветровой дефляции (40 м/год) обладает юго-западная сторона. Этот факт напрямую связан с преобладающим направлением розы ветров, характерной для территории Среднеобской низменности. Дефляция и сальтация песка на сопредельные территории происходит в весенне-летний период (май — июнь), когда ветра имеют высокую скорость — 4,3 м/с, а поверхность песчаных насыпей открыта для воздействия ветра, находится в сухом состоянии и не защищена растительностью. Наименьшая скорость ветра отмечается в июле — августе и составляет 2,8 м/с, если июль «засушливый» (например, в 1998, 2005, 2012 гг.) дефилирование песков не сокращается. В летний период на исследуемой территории преобладают северные северо-восточные ветра, поэтому сильнее раздувается юго-западная сторона песчаной насыпи (Коркина, 2009).

Теоретически, если для передвижения песка нет препятствий, то при всех положительных условиях для дефляции и полученной нами интенсивности раздува песка в пойме (40 м/год) за 10 лет может засыпаться и деградировать приблизительно 400 м плодородного естественного почвенно-растительного покрова. На практике, в условиях средней тайги за один вегетационный год успевают появляться маломощная травянистая растительность высотой от 1 см (подорожник, кипрей, осока, ситник скученноцветковый, ромашка аптечная, клевер ползучий), которая становится препятствием для дальнейших процессов дефляции и не позволяет песку развеваться на дальние расстояния в пределах 0,5 м по обе стороны его местоположения.



Рис. 17. Формирование растительности в первый вегетативный год

Видовое разнообразие восстанавливающейся растительности на песчаных субстратах (табл. 8) зависит от местоположения в рельефе. В пойме на песчаной поверхности первыми появляются осока, кипрей, ива. Через 5—10 лет, когда кусты ивы парковой разрастаются и песчаная поверхность становится более статичной, поверхность заселяется *Polytrichum* сначала мозаично (рис. 17), а затем полностью покрывают всю поверхность.



Рис. 18. Мозаичное распространение *Polytrichum* под зарослями *Salix*

Моховой покров является основным в предотвращении процессов дефляции. Плотно покрывая всю песчаную поверхность, он образует своеобразный дерновый покров, помогающий рыхлому песчаному субстрату сохранять влагу и не перемещаться. Такая преграда дефляции очень ранима к любому механическому воздействию, даже шаг человека может легко нарушить сформировавшийся годами моховой покров — *Polytrichum*. В условиях I надпойменной террасы за 12 лет мощность мохового покрова составила 0,5 см (рис. 18) (Коркина, 2005, 2009).



Рис. 19. Мощность *Polytrichum* за 12 лет

В ландшафтах озерно-ингрессионной террасы и Сургутского Полесья основным пионерным поселенцем на литостратах песчаного состава является кипрей. Его стелющаяся корневая система легко распространяется в рыхлом субстрате. Достигая в высоту 50 см, проективное покрытие кипрея на песчаной поверхности литострата составляет всего 5—10%. Кроме кипрея открытые песчаные поверхности заселяют хвощи лесные и полевые. Таким образом, основным из показателей развития почв на песчаной поверхности является моховой покров. Песчаные поверхности суходольных местностей, так же как и в пойме, заселяет *Polytrichum*. В изучаемом нами сухоройном карьере озерно-ингрессионной террасы за 22 года на повышенных участках всхламленной поверхности сформировался плотный покров *Polytrichum* (рис. 19, 20). Кроме этого на такой поверхности активно начала свое возобновление сосна обыкновенная.



Рис. 20. Возобновление сухой карьера

Прогнозируя дальнейшее развитие почв на ТПО, предполагаем, что в ближайшие 10 лет здесь может сформироваться псаммозём и развиваться почвообразовательный элювиально-иллювиальный процесс — подзолообразование, при условии, что данная территория не будет подвержена вторичным механическим воздействиям.

Исходя из результатов исследований, связанных с изучением процессов самовосстановления почв и растительности на ТПО разного состава и на разных геоморфологических уровнях, установлено, что торфяные почвы, обладая слабой устойчивостью, характеризуются более низкими показателями восстановления верхнего органогенного горизонта. В пойме биогенно-аккумулятивных процессы на ТПО, сформированных суглинистым субстратом, происходят интенсивнее, нежели на притеррасном повышении. Верхняя и центральная поймы богаты питательными элементами, обладают хорошей аэрацией, что позволяет интенсивно развиваться травянистой растительности, являющейся главным индикатором восстановления почв. Наличие мелкозернистой структуры суглинка субстрата благоприятно влияет на восстановительный процесс почвенно-растительного покрова.

Отличительной особенностью почв Обской поймы исследуемого района является высокое естественное плодородие, характеризующееся хорошо развитой лугово-злаковой растительностью. В

период расцвета растительность поймы образует густой растительный покров, представленный разнообразными представителями злаковых, осоковых и других видов растительности.

Низкая часть поймы не обладает такими свойствами. Условия дренажа отягощаются долгим присутствием полководных вод. Ценные элементы питания растений вымываются, в анаэробных условиях развивается процесс оглеения. Растительность в основном представлена болотным хвощом и осокой.

Восстанавливающиеся на суходолах почвы характеризуются меньшей скоростью накопления органогенного материала, но лучшей лесовосстановительной способностью. Если на песчаных субстратах поймы долго не восстанавливается травянистая и древесная растительность, то такие же субстраты суходольных поверхностей уже в первые 5 лет начинают заселяться (чаще всего, характерной для изучаемой территории) сосной обыкновенной.

Каждый техногенный объект на месторождениях нефти и газа исследуемой территории характеризуется своей спецификой восстановления и формирования почвенно-растительного покрова. Так, на кустовых, разведочных площадках, созданных снятием верхних грунтов и складированием их в обваловку, восстановление растительности, а следовательно, и гумусонакопление происходит значительно интенсивнее и быстрее, чем на кустовых площадках, созданных отсыпкой песком.

На песчаных обваловках восстановление растительности начинается с подножья, где раздувание песка происходит незначительно, в отличие от верхней части насыпи. Воздушные массы, раздувая песчаные частички незакрепленной обваловки, не только не дают укрепиться растительности, но и засыпают естественный почвенно-растительный покров, находящийся вблизи данного объекта. Таким образом, происходит деградация и видоизменение растительности. Ежегодно засыпается от 1 до 40 м², это зависит от скорости, частоты и направления ветра.

Кроме кустовых площадок, разрушающее воздействие на почвенно-растительный покров оказывают дороги. В зависимости от вида дороги процесс восстановления различный. Грунтовые дороги, отсыпанные песчаным грунтом и щебнем, кроме того, что нарушают гидрологический режим, преобразуют природную

среду территории, прилегающей к насыпи дороги, уплотняют почву, имеют возможность восстанавливать на обочинах растительность. На таких субстратах, вопреки отсутствию плодородного горизонта, активно заселяются осины, березы. Тракторные или объездные дороги уплотняют почву, здесь долго не может восстановиться растительность, такой тип дорог является минимально преобразующим природную среду.

При строительстве трубопроводов происходит нарушение почвенно-растительного слоя поверхности земли, при этом почвенные горизонты перемешиваются на глубину от 0,5 до 1,5 м. Для его восстановления предусматривается на суходольных участках и болотах техническая рекультивация земель, включающая снятие и складирование растительного и верхнего почвенного слоя на участке строительства, восстановление плодородного горизонта. Большинство участков трубопроводов оставляют на самовосстановление. Органолитостраты, состав которых слагают суглинки, торф, хорошо восстанавливаются сами, их заселяют березы, осины. Песчаные и супесчаные литостраты по ряду известных причин восстанавливаются хуже и требуют дополнительных работ по восстановлению.

Трубопроводные системы нефти и газа являются главным источником загрязнения окружающей среды и непосредственно почв. Аварийные разливы приводят к загрязнению почв нефтью на огромные расстояния. Такие территории подвергаются биологической рекультивации земель, к которой относятся сбор нефти, восстановление верхнего плодородного слоя, посев семян многолетних растений.

Строительство объектов нефтегазодобычи и подъездных дорог к месторождениям приводит к значительному сокращению площади естественных земель. Изменение гидрологического режима и, как следствие этого, заболачивание приводят к формированию гидрофильного растительного покрова, происходит смена растений на более влаголюбивые. Загрязнение нефтью почв ведет к снижению или полной ликвидации растительного покрова, накоплению в растениях токсичных углеводов.

Существует классификация антропогенных геоморфологических процессов и форм рельефа нефтегазопромысловых районов

Тюменской области (Козин, Нестерова, 1992), в ней учитываются классы, типы и виды антропогенных геоморфологических процессов и соответствующие им меры рекультивационных работ нарушенных территорий. Для решения проблемы сохранения почвы как природного ресурса такой классификации недостаточно. В таблице 10 рассматривается влияние техногенеза на почвы и восстановление почв на ТПО (Коркина, 2011).

Таблица 10

Формирование ТПО и восстановление почв

Виды техногенного воздействия	ТПО (Классификация почв, 2004)	Характер техногенного воздействия на экосистему	Характер техногенного воздействия на почвы	Процесс восстановления
Песчаные насыпи кустовых и буровых площадок, отвалы	Лито-страт	Сведение растительности; смена лесных сообществ на вторичную растительность; проседание земной поверхности; уменьшение глубины промерзания и протаивания	Изменение физических свойств; уплотнение; изменение стока грунтовых вод; дефляция; ухудшение дренажа	Слабое гумусонакопление, оглеение (в местах повышенной увлажненности)
Засыпка песком нефтяных разливов	Токсиколито-страт	Деградация растительности	Изменение физических, химических свойств; уплотнение; изменение стока грунтовых вод; дефляция; ухудшение дренажа	Слабое гумусонакопление, оглеение (в местах повышенной увлажненности)
Сооружение кустовой, буровой площадки путем снятия грунта	Абразит, лито-страт	Сведение растительности; смена лесных сообществ на вторичную растительность; проседание земной поверхности; уменьшение глубины промерзания и протаивания	Смешивание горизонтов, изменение физических, свойств; уплотнение; изменение стока грунтовых вод	Восстановление растительности через вторичную в первоначальную, восстановление генетических горизонтов почв
Шламовые амбары	Токсиколито-страт	Сведение растительности; смена лесных сообществ на вторичную растительность; проседание земной	Изменение физических, химических свойств; уплотнение; изменение стока	Слабое гумусонакопление, оглеение

		поверхности; уменьшение глубины промерзания и протаивания	грунтовых вод; дефляция; ухудшение дренажа	
Карьеры (базы выемки)	Абразит, литострат	Сведение растительности; проседание земной поверхности; уменьшение глубины промерзания и протаивания	Изменение физических, химических свойств; уплотнение; изменение стока грунтовых вод; дефляция; ухудшение дренажа	Восстановление растительности практически невозможно
Подъездные пути (грунтовые автодороги)	Литострат	Изменение режимов поверхностного стока, заболачивание, усыхание лесных насаждений	Ухудшение дренажа, образование колеи, уплотнение	Восстановление травянистой растительности слабое, слабое гумусонакопление
Шоссейные автодороги	Литострат	Изменение режимов поверхностного стока, уничтожение лесных насаждений, древесная, сведение растительности	Изменение физических, химических свойств; уплотнение; изменение стока грунтовых вод; ухудшение дренажа	Восстановление невозможно
Трубопроводы	Литострат	Уничтожение древесной, сведение растительности, изменение режимов поверхностного стока, заболачивание	Нарушение естественного залегания горизонтов, перемешивание горизонтов, изменение физических свойств	Восстановление как травянистой, так и древесной растительности, хорошее гумусонакопление
Рекультивация земель	Ре-плантозём	Изменение режимов поверхностного стока	Изменение стока грунтовых вод; ухудшение дренажа	Восстановление растительности, оглеение

Почва образует в пространстве ареалы, которые служат основанием для картографирования почвенных выделов. Совокупность выделов образует систему пространственной организации почвенного покрова, находящуюся в неразрывной связи с остальными компонентами экосистемы (Дитц, Смоленцев, 2002). При почвенном картографировании устойчивости почв к техногенным воздействиям отображались географические и экологические свойства, полученные с помощью проведенных ключевых исследований.

В ряде работ, посвященных воздействию нефтедобывающей промышленности на природную среду, большое внимание уделено проблеме нефтяных и солевых загрязнений (Реморов, 1996; Пиковский, 1993; Солнцева, 1998; Глазовская, 1997), в то время как остальные формы антропогенного воздействия не рассматриваются. Последнее, впрочем, до некоторой степени справедливо, так как химическое загрязнение — одна из основных экологических проблем нефтедобывающих регионов (Михайлова, 1995).

На исследуемой территории большое распространение получили техногенно-поверхностные образования за счет большого распространения нефтегазовых месторождений и связанного с ними строительства кустовых площадок, шламовых амбаров, трубопроводов и дорог. Также распространены такие подтипы ТПО, как урбаноземы, которые образованы посредством возникновения и развития больших и малых населенных пунктов (*Приложение*, рис. 21, 30).

Для пространственного анализа распространения ТПО в ландшафте было произведено в программной среде MapInfo дешифрирование космоснимка Landsat (Коркина, 2011). ТПО в отличие от естественных почв дешифрируются легко. Площади, занятые под строительство городов, сел и вахтовых поселков, распознаются по четким контурам домов и улиц.

Разливы нефти всегда имеют черный цвет (вода может быть черного, синего или зеленого цвета). Форма неопределенная — от озеркового вида до больших луж, соединенных узкими протоками. В нефтяные пятна могут вдаваться участки осоки и трав, не залитые нефтью.

Дороги грунтовые, с покрытием плитами, асфальтом дешифрируются по характерным прямолинейным формам, иногда с

плавным закруглением на поворотах. Ширина большинства дорог на месторождениях 15—30 м. Они соединяют инженерные сооружения и населенные пункты.

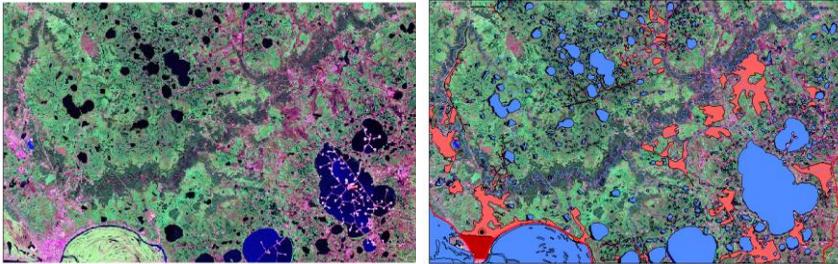


Рис. 21. Фрагмент почвенной карты-схемы с ареалами ТПО, дешифрованной по космоснимку Landsat

Инвентаризация геоэкологических структур определяет оценку пределов допустимых соотношений преобразованных и естественных экосистем для разных типов природной среды (Методология..., 2002). Способность почвы самовосстанавливаться зависит от степени нарушенности, вида техногенного воздействия и природных условий, в которых сформированы ТПО. На карте устойчивости почв к техногенным воздействиям показана оценка устойчивости, выделяются границы устойчивости по типам почв, в соответствии с оценкой устойчивости почв (табл. 7): красный — неустойчивая почва (7—13 баллов); желтый — слабая устойчивость почв (21—27 баллов); зеленый — достаточно устойчивая почва (28—35 баллов). Почвы исследуемой территории оцениваются как неустойчивые, слабо устойчивые и средне устойчивые (рис. 31).

Полученная информация об устойчивости исследуемой территории почв дает возможность полно отразить характер техногенного воздействия на почвы, представить закономерности пространственного размещения разных типов почв и групп ТПО и устойчивость почв к техногенным нагрузкам.

Использование предложенной методики оценки устойчивости почв и составленная на ее основе карта позволяет оперативно отслеживать изменения в природной среде и планировать устойчивое развитие экосистем в регионе.

Данная картографическая модель устойчивости может использоваться в качестве основы комплексного анализа почвенных и земельных ресурсов изучаемой территории, а также послужить базовым источником для построения сценариев изменения и состояния почвенного покрова.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Под прессом техногенных воздействий нефтегазодобывающей промышленности в зависимости от ее видов происходит трансформация природных ландшафтов: сводится и деградирует растительный покров, почвы разрушаются как полностью, так и частично, изменяется рельеф, гидросток, в связи с этим естественные ландшафты заменяются на техногенные и природно-техногенные.

При разработке и эксплуатации нефтегазодобывающего комплекса формируются различные группы и подгруппы ТПО с характерными свойствами и признаками, иногда со слабыми следами почвообразования.

ТПО, включающие в себя различные артефакты и химические загрязнения, являются основанием, на котором могут сформироваться слаборазвитые почвы: на суглинистых грунтах — пелозёмы, на песчаных — псаммозёмы.

Техногенные нарушения почвенного покрова происходят на всех этапах производства нефтедобывающей промышленности. На песчаных грунтах самовосстановление растительного покрова, а затем и почвообразование часто невозможно без рекультивации с созданием плодородного слоя и посева трав. Нормальное почвообразование здесь станет возможным лишь при устойчивом и достаточно сомкнутом растительном покрове и отсутствии активных эрозионных и эоловых процессов, для естественного восстановления потребуется очень большой временной интервал.

От технологии создания ТПО и гранулометрического состава субстрата зависит скорость восстановления и развития почв. Если при строительстве нефтегазодобывающих объектов использовался однократно насыпанный суглинистый материал естественной почвы, то сорокалетний период достаточно для формирования слаборазвитой почвы — пелозёма. На ТПО, состоящих из песчаного материала, особенно при его неоднократном подсыпании, активно развиваются процессы дефляции и эоловой аккумуляции, которые препятствуют процессам почвообразования. В результате за период, измеряемый в несколько десятков лет, на изученных песчаных ТПО отсутствуют даже примитивные почвы.

Как правило, карьеры по добыче песка на исследуемой территории оставляют на самовосстановление, не проводя рекультивационных мероприятий. Наши исследования показали, что восстановление почвенно-растительного покрова на карьерах, представленных абралитом и литостратом одного возраста, происходит по-разному. Так, на абралите, в минеральный состав которого входят тонкодисперсные глинистые минералы (слюды), из пионерной растительности восстанавливаются подорожник и клевер ползучий. Эти виды растительности способствуют накоплению органики, образованию почвенной структуры, закреплению корневой системой песка, при этом происходит замедление процессов дефляции. Восстановление древесной растительности, представленной сосной и березой, происходит довольно быстро.

На литострате первыми из представителей растительности появляются *Polytrichum*, затем кипрей, хвощ полевой, пырей. Восстановление почвенно-растительного покрова затруднено. *Polytrichum* разрастается на песчаной поверхности плотным, сплошным покровом, что не позволяет семенам травянистой и древесной растительности проникнуть в почву. Следовательно, восстановление почвенно-растительного покрова происходит медленнее.

В пойме показатели восстановления почв на ТПО немного выше, чем на озерно-ингрессионной террасе. Это связано прежде всего с некоторыми природно-климатическими особенностями поймы, которая относится к интразональному ландшафту: река создает более теплые микроклиматические условия, благоприятные особенности увлажнения, что способствует формированию растительного покрова. Этот факт объясняет более быстрое эволюционное развитие почв на ТПО в пойме.

На реплантозёмах восстановление растительности травянистой и древесной происходит достаточно быстро. Формирование плодородного гумусового горизонта за 30-летний промежуток времени не произошло, т.е. начальный процесс развития слабо-развитых почв еще не активизировался.

Природные условия территории Среднеобской низменности Западно-Сибирской равнины весьма суровы для быстрого восстановления почвенно-растительного покрова и экосистемы в целом.

Короткий вегетативный период не позволяет интенсивно развиваться растительному покрову, плодородный слой почвы формируется по модели 1 см за 50 лет.

Изучив процессы самовосстановления растительности и почв на ТПО разного состава, на разных геоморфологических уровнях, приходим к выводу, что почвы озерно-ингрессионной террасы, обладая слабой и средней устойчивостью, характеризуются более низкими показателями восстановления верхнего органогенного горизонта. В пойме биогенно-аккумулятивные процессы на ТПО, сформированных суглинистым субстратом, происходят интенсивнее, нежели на притеррасном повышении. Верхняя и центральная поймы богаты питательными элементами, имеют хорошую аэрацию, что позволяет интенсивно развиваться травянистой растительности, являющейся главным индикатором восстановления почв. Наличие мелкозернистой структуры суглинка субстрата благоприятно влияет на восстановительный процесс почвенно-растительного покрова.

В ходе исследования выявлено, что на этапе проектирования объектов нефтегазодобычи допускаются ошибки, которые приводят к развитию отрицательных физико-географических процессов, таких как подтопление, ведущее к гидроморфизации почв, эрозионные и эоловые процессы, вызывающие деградацию почвенного покрова и т.д. Учет природных факторов на начальном этапе проектирования, своевременное принятие корректирующих мер в процессе освоения позволят отказаться от производства ненужных и дорогостоящих работ.

Результаты проведенных исследований позволили сделать вывод о том, что в условиях 50-летнего техногенеза центральной части Западной Сибири формирование слаборазвитых почв на ТПО происходит медленно, по модели 1 см за 50 лет в условиях интразонального ландшафта.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Абакумов Е.В., Гагарина Э.И. Почвообразование в посттехногенных экосистемах карьеров на северо-западе Русской равнины. СПб., 2006. 208 с.

Айдинян Р.Х. Метод определения емкости поглощения карбонатных и кислых почв: (Инструкция к объемно-титрометрическому методу с результатами экспериментальной проверки) / Под ред. проф. И.Г.Важенина. Всесоюз. акад. с.-х. наук им. Ленина; Почвенный ин-т им. В.В.Докучаева. М., 1970. 22 с.

Александровская Е.И. Трансформация ландшафтов зоны авто-трассы Москва — Ленинград: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. М., 1985. 24 с.

Александровский А.Л., Е.И. Александровская. Эволюция почв и геологическая среда / Ин-т географии РАН. М., 2005. 223 с.

Андроханов В.А. Техноземы и изменения их свойств на биологическом этапе рекультивации: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Новосибирск, 1998. 24 с.

Андроханов В.А., Курчаев В.А. Почвенно-экологическое состояние техногенных ландшафтов: динамика и оценка / Отв. ред. А.И.Сысо; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние; Ин-т почвоведения и агрохимии. Новосибирск, 2010. 224 с.

Андроханов В.А., Куляпина Е.Д., Курачев В.М. Почвы техногенных ландшафтов: генезис и эволюция. Новосибирск, 2004. 151 с.

Арманд Д.Л. Наука о ландшафте. М., 1975. 288 с.

Артамонова В.С., Андроханов В.А., Соколов Д.А., Лютых И.В., Булгакова В.В., Бортникова С.Б., Водолеев А.С. Эколого-физиологическое разнообразие микробных сообществ в техногенно-нарушенных ландшафтах Кузбасса // Сибирский экологический журнал. 2011. Т. 18. № 5. С. 735—746.

Баландина А.В., Кузнецов Д.Б., Бурдова Л.В. Самовосстановление нефтезагрязненных почв // Успехи современного естествознания. 2014. № 4. С. 85—88.

Бойченко Е.А. Значение металлов в окислительно-восстановительных реакциях растений // Успехи современной биологии. 1966. Вып. 62. № 1. С. 23.

Болотные системы Западной Сибири и их природоохранное значение / Под ред. В.Б.Куваева. Тула, 2001. 584 с.

Булатов А.И., Макаренко П.П., Шеметов В.Ю. Охрана окружающей среды в нефтегазовой промышленности. М., 1997. 483 с.

Булатов В.И. Типы местности и природные районы // Природа и экономика Александровского нефтеносного района. Томск, 1968. С. 278—288.

Булгаков Д.С. Почвенное плодородие — критерий оценки эволюции почв при антропогенезе // Современные естественные и антропогенные процессы в почвах и геосистемах. М., 2006. С. 270—280.

Булгаков Д.С., Карманов И.И. Трансформация почвенных процессов, почв и почвенного покрова при различных антропогенных воздействиях // Эволюция почв и почвенного покрова. Теория, разнообразие природной эволюции и антропогенных трансформация почв / Отв. ред. В.Н.Кудеяров, И.В.Иванов. М., 2015. С. 804—842.

Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв. М., 1986. 416 с.

Васенев И.И. Почвенные сукцессии. М., 2008. 400 с.

Васильев С.В., Вовк Е.В. Классификация типов антропогенных нарушений при добыче нефти и газа // Тр. экологического семинара «Социально-экономические и технические проблемы экологии Сибирского региона». Новосибирск, 1988. С. 51—54.

Васильев С.В. Воздействие нефтегазодобывающей промышленности на лесные и болотные экосистемы (Среднего Приобья) / СО РАН; Ин-т почвоведения и агрохимии; Ред. И.М.Гаджиев. Новосибирск, 1998. 136 с.

Васильев С.В. Лесные и болотные ландшафты Западной Сибири. Томск, 2007. 276 с.

Вершинин П.В. Почвенная структура и условия ее формирования. М.; Л., 1958. 188 с.

Винокуров Ю.И., Краснаярова Б.А., Овденко В.И., Суразакова С.П., Счастливец Е.Л. Устойчивое развитие сибирских регионов. Новосибирск, 2003. 237 с.

Гаджиев И.М., Овчинников С.М. Почвы средней тайги Западной Сибири. Новосибирск, 1977. 150 с.

Гедройц К.К. Избр. соч.: В 3 т. / Под общ. ред. Н.П.Ремезова. М., 1955. Т. 1: Почвенные коллоиды и поглотительная способность почв. 560 с.

Генезис, эволюция и география почв Западной Сибири / И.М.Гаджиев, В.М.Курачев, В.Н.Шоба и др. Новосибирск, 1988. 224 с.

Географическая экспертиза проектов в целях охраны природы / Под ред. Т.В.Звонковой, Н.С.Касимова. М., 1990. 175 с.

Геологический словарь: В 2 т. М., 1978. 486 с.

Герасимова М.И., Строганова М.Н., Можарова Н.В., Прокофьева Т.В. Антропогенные почвы: генезис, география, рекультивация / Под ред. академика РАН Г.В.Добровольского. Смоленск, 2003. 268 с.

Глазовская М.А. Геохимические основы типологии и методики исследований природных ландшафтов. Смоленск, 2002. 288 с.

Глазовская М.А. Ландшафтно-геохимические системы и их устойчивость к техногенезу // Биогеохимические циклы в биосфере. М., 1976. 356 с.

Глазовская М.А. Методологические основы оценки эколого-геохимической устойчивости почв к техногенным воздействиям. М., 1997. 101 с.

Глазовская М.А., Солнцева Н.П., Геннадиев А.Н. Технопедогенез: формы проявлений // Успехи почвоведения. М., 1985. С. 24—29.

ГОСТ 17.4.4.01.-84. Охраны природы. Почвы. Методы определения емкости катионного обмена.
URL: <http://vsegost.com/Catalog/29/29361.shtml>

ГОСТ 17.5.1.03-86. Охрана природы. Земли. Классификация вскрышных и вмещающих пород для биологической рекультивации земель. М., 2002.

Григорьев Н.П., Голембиевская Л.П., Елеева И.В. и др. Охрана окружающей среды при геологоразведочных работах. М., 1991. 44 с.

Дегтева С.В. Самовосстановление нарушенных лесных экосистем (среднетаёжная подзона) // Посттехногенные экосистемы Севера. СПб., 2002. С. 92—111.

Дитц Л.Ю. Методологические аспекты ландшафтно-индикационного изучения почвенного покрова. Новосибирск, 2003. 126 с.

Дитц Л.Ю., Смоленцев Б.А. Геоинформационная система в почвенной картографии. Новосибирск, 2002. 78 с.

Дмитриев Е.А. Почва и почвоподобные тела // Почвоведение. 1996. № 3. С. 310—319.

Добровольский Г.В., Афанасьева Т.В., Ремезова Г.Л. Типология поймы среднего течения р.Оби // Природные условия Западной Сибири. М., 1973. Вып. 3. С. 107—126.

Докучаев В.В. Избр. соч.: В 2 т. М., 1949. Т. II. 426 с.

Дюкарев А.Г. Ландшафтно-динамические аспекты таежного почвообразования в Западной Сибири: Дис. ... д-ра геогр. наук. Томск, 2003. С. 406.

Евсеев А.В., Куликов К.И. Особенности строения и устойчивости почв экотонов севера Западной Сибири // География и природные ресурсы. М., 2003. № 1. С. 68—76.

Журавлев А.Е., Владыченский А.С., Можарова Н.В. Особенности углеводородного загрязнения почв подземных хранилищ газа // Вестн. МГУ. Сер. 17. 1999. № 2. С. 27—32.

Зайдельман Ф.Р. Гидрологический режим почв Нечерноземной зоны. Л., 1985. 328 с.

Захаров А.И., Гаркунов Г.А., Чижов Б.Е. Виды и масштабы воздействий нефтедобывающей промышленности на лесной фонд Ханты-Мансийского автономного округа // Леса и лесное хозяйство Западной Сибири. Вып. 6. Тюмень, 1998. С. 149—160.

Земельный кодекс Российской Федерации от 25.10.2001 № 136-ФЗ. Статья 60. URL: СПС КонсультантПлюс // Опубликован на официальном интернет-портале правовой информации <http://www.consultant.ru>

Земцов А.А. Геоморфология Западно-Сибирской равнины (северная и центральная части). Томск, 1976. 344 с.

Зонн С.В. Железо в почвах (генетические и географические аспекты). М., 1982. 207 с.

Зубайдуллин А.А. К вопросу рекультивации нефтезагрязненных земель на верховых болотах // Биологические ресурсы и

природопользование: Сб. науч. тр. Нижневартовск, 1998. Вып. 2. С. 106—116.

Зубкова Т.А., Карпачевский Л.О. Матричная организация почв. М., 2001. 296 с.

Иванов К.Е. Основы гидрологии болот лесной зоны и расчеты водного режима болотных массивов. Л., 1957. 500 с.

Ильин В.Б., Сысо А.И. Тяжелые металлы и радионуклиды в почвах естественных и антропогенных ландшафтов Западной Сибири // Тяжелые металлы и радионуклиды в окружающей среде: Сб. докл. I Международной научно-практической конф. (Семипалатинский гос. ун-т им. Шакарима, 9—11 февраля 2000 г.). Семипалатинск, 2002. С. 24—32.

Инженерно-геологическая карта Западно-Сибирской плиты. Масштаб 1: 1 500 000 / Гл. ред. Е.М.Сергеев. Тюмень, 1976. 9 л.

Информационный бюллетень «О состоянии окружающей среды Ханты-Мансийского автономного округа в 2001 году». Ханты-Мансийск, 2007. 120 с.

Карпачевский Л.О. Динамика свойств почвы. М., 1997. 169 с.

Картографические данные Google. Изображение CNES. URL: <https://www.google.ru/maps/@61.0249492,76.3364279,5862m/data=!3m1!1e3?hl=ru>

Каталымов М.В. Микроэлементы и их роль в повышении урожайности. М., 1960. 76 с.

Классификация и диагностика почв СССР. М., 1977. 224 с.

Классификация почв России / Авт. и сост. Л.Л.Шишов, В.Д.Тонконогов, И.И.Лебедева. Смоленск, 2004. 342 с.

Классификация почв России / Л.Л.Шишов, В.Д.Тонконогов, И.И.Лебедева. М., 2000. 342 с.

Козин В.В. Ландшафтно-экологический анализ как основа оценки воздействия на окружающую среду месторождения // Природопользование на северо-западе Сибири: опыт решения проблем. Тюмень, 1996. С. 15—28.

Козин В.В., Маршинин А.В., Осипов В.А. Техногенные системы и экологический риск: Учеб. пособие. Тюмень, 2008. 256 с.

Козин В.В., Нестерова С.А. Классификация антропогенных геоморфологических процессов и форм рельефа

нефтегазопромысловых районов Тюменской области // Проблемы географии Западной Сибири: Сб. науч. ст. Тюмень, 1992. 200 с.

Козловский Ф.И. Агрогенная эволюция почв степей и ее экологическая интерпретация // Изв. АН СССР. Сер. География. 1987. № 1. С. 14—32.

Козловский Ф.И. Некоторые приложения моделирования агрогенной эволюции почв // Теория и методы изучения почвенного покрова. М., 2003. С. 217—226.

Коркин С.Е., Кайль Е.К. Температура грунтов в ландшафтах природного парка «Сибирские Увалы» // Изв. Самарского научного центра Российской академии наук. Самара, 2014. Т. 16. № 1 (4). С. 1209—1212.

Коркина Е.А. Биогенно-аккумулятивные процессы техногенных поверхностных образований и постантропогенных почв в зоне техногенеза центральной части Западной Сибири // Экологический мониторинг и биоразнообразие. 2013. № 1. С. 127—129.

Коркина Е.А. ГИС как инструмент для выявления и анализа влияния техногенных и антропогенных факторов на природные ландшафты // Экологический мониторинг и биоразнообразие. 2013. № 1. С. 129—132.

Коркина Е.А. Дефляция как фактор нарушения целостности почвенно-растительного покрова // Эколого-географические проблемы природопользования нефтегазовых регионов: Теория, методы, практика: Докл. III Международной научно-практической конф. / Отв. ред. Ф.Н.Рянский, О.Ю.Вавер. Нижневартовск, 2006. С. 153—157.

Коркина Е.А. Индикационные признаки почв и техногенных поверхностных образований в зоне техногенеза при дешифрировании космоснимка Landsat 7 // Современные проблемы биологических исследований в Западной Сибири и на сопредельных территориях: Материалы Всероссийской научной конф. Сургут, 2011. С. 248—251.

Коркина Е.А. Почвы и почвенный покров // Состояние окружающей среды и природных ресурсов в г.Нижневартовске и Нижневартовском районе в 2006 году / Ред. коллегия: К.И.Лопатин и др. Нижневартовск, 2007. С. 18—22.

Коркина Е.А. Почвы и техногенные поверхностные образования нефтегазодобывающего комплекса правобережья Средней Оби (западной части Нижневартовского района): Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Астрахань, 2005. 22 с.

Коркина Е.А. Природные и техногенные условия формирования почв в пределах Мегионского месторождения добычи нефти и газа // *Западная Сибирь: история и современность: краеведческие записки.* Вып. 7. Тюмень, 2005. С. 320—324.

Коркина Е.А. Природные условия и основные факторы почвообразования в долине реки Аган // *Вестн. Нижневартовского гос. ун-та. Сер. «Математика и естественные науки».* 2015. № 1. С. 38—44.

Коркина Е.А. Развитие слаборазвитых почв в зоне техногенеза центральной части Западной Сибири // *Вопросы географии Казахстана: Тр. Казахского геогр. общ-ва. Караганда,* 2011. Т. 3. С. 106—112.

Коркина Е.А. Способность восстановления почв в зоне интенсивного техногенеза правобережья Средней Оби // *Вестн. Нижневартовского гос. гуманитар. ун-та. Сер. «Естественные науки и науки о Земле».* 2009. № 4. С. 54—60.

Коркина Е.А. Трансформация естественных ландшафтов в зонах интенсивного техногенеза на территории Ханты-Мансийского автономного округа — Югры // *География и экология: Сб. науч. тр. / Отв. ред. Ф.Н.Рянский, О.Ю.Вавер.* Нижневартовск, 2009. Вып. 3. С. 115—127.

Коркина Е.А. Устойчивость почв правобережья Средней Оби к техногенным нагрузкам нефтегазодобывающего комплекса // *Вестник Томского гос. ун-та. Приложение № 15: Материалы III Всероссийской научной конф. «Современные проблемы почвоведения и оценки земель Сибири».* Томск, 2005. С. 183—185.

Коркина Е.А. Формирование техногенных поверхностных образований на территории Среднего Приобья // *Актуальные проблемы географии и геоэкологии / Электронное научное периодическое издание.* 2010. № 2 (6) (ГОУ ВПО Мордовский гос. ун-т). URL: <http://geoecko.mrsu.ru/>

Косаревич И.В., Карасева Э.В., Площадный В.Я. Экологические аспекты применения биогенных материалов в бурении. М., 1992. 54 с.

Кострюков О.М., Кострюкова Л.К. Количественная оценка степени нарушенности ландшафтов // Мониторинг и оптимизация природопользования: Тез. докл. Международного симпозиума (Москва — Селигер, 9—13 сентября 1996 г.). М., 1996. С. 87—88.

Кудрин Б.И. Техноэволюция и ее закономерности // Электрификация металлургических предприятий Сибири. Томск, 1989. Вып. 6. С. 168—210.

Кузнецова Э.А. Особенности распределения снежного покрова в ландшафтных комплексах Среднего Приобья // В мире научных открытий. 2013. № 7.1 (43). С. 86—97.

Куницын Л.В., Дьяконов К.Н., Рютем А.Ю. Взаимодействия с природой и геотехнические системы // Изв. АН СССР. Сер. географическая. 1972. С. 46—55.

Курпянова Т.П. Обзор представлений об устойчивости физико-географических систем // Устойчивость геосистем. М., 1983. С. 7—13.

Лебедева И.И., Тонконогов В.Д. Память генетических горизонтов и почвенного профиля // Память почв: Почва как память биосферно-геосферно-антропосферных взаимодействий / Отв. ред. В.О.Таргульян, С.В.Горячкин. М., 2008. С. 162—181.

Лебедева И.И., Тонконогов В.Д., Герасимова М.И. Диагностические горизонты в субстантивно-генетических классификациях почв // Почвоведение. 1999. № 9. С. 1068—1075.

Лебедева И.И., Тонконогов В.Д., Шишов Л.Л. Антропогенно-преобразованные почвы: эволюция и систематика // Почвоведение. 1996. № 3. С. 351—338.

Лезин В.А., Тюлькова Л.А. Озера Среднего Приобья (комплексная характеристика). Тюмень, 1994. 197 с.

Лисс О.Л., Абрамова Л.И., Аветов Н.А., Березина Н.А., Инишева Л.И., Курнишкова Т.В., Слуга З.А., Толпышева Т.Ю., Шведчикова Н.К. Болотные экосистемы Западной Сибири и их природоохранное значение / Под ред. В.Б.Куваева. Тула, 2001. 584 с.

Лукина Н.В., Полянская Л.М., Орлова М.А. Питательный режим почв северотаежных лесов / Отв. ред. Л.О.Карпачевский;

Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН; МГУ им. М.В.Ломоносова. М., 2008. 342 с.

Макеев А.О., Макеев О.В. Почвы с текстурно-дифференцированным профилем основных криогенных ареалов севера Русской равнины. Пушино, 1989. 272 с.

Махонина Г.И. Начальные процессы почвообразования в техногенных экосистемах Урала: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Томск, 2004. 38 с.

Махонина Г.И., Коркина И.Н. Развитие подзолистых почв на археологических памятниках // Почвоведение. 2002. № 8. С. 917—927.

Методология системного экологического картографирования / Отв. ред. акад. В.В.Воробьев, чл.-кор. РАН В.А.Снытко. Иркутск, 2002. 194 с.

Мильков Ф.Н. Человек и ландшафты: очерки антропогенного ландшафтоведения. М., 1973. 224 с.

Михайлова Л.В. Химическое загрязнение — одна из основных экологических проблем Обь-Иртышского региона // Пути и средства достижения сбалансированного эколого-экономического развития в нефтяных регионах Западной Сибири: Тр. NDI. 1995. Вып. 1. С. 43—45.

Морозов А.И., Таргулян В.О. Идеальная модель развития элювиального горизонта в почвах и корах выветривания // Почвоведение. 1995. № 7. С. 897—903.

Москвина Н.Н., Козин В.В. Ландшафтное районирование Ханты-Мансийского автономного округа. Ханты-Мансийск, 2001. 38 с.

Московченко Д.В. Экогеохимия нефтегазодобывающих районов Западной Сибири / Отв. ред. С.П.Арефьев; РАН, Сиб. отделение, Ин-т проблем освоения Севера. Новосибирск, 2013. 259 с.

Муравьев А.Г., Каррыев Б.Б., Ляндзберг А.Р. Оценка экологического состояния почвы. СПб., 2000. 164 с.

Никитин Е.Д. Функционально-динамическое почвоведение и земледование. Таежно-лесное почвообразование. М., 2013. 576 с.

Николаев В.А. Учение об антропогенных ландшафтах — научно-методическое ядро геоэкологии // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5: География. 2005. № 2. С. 35—44.

Орлов Д.С., Садовникова Л.К., Суханова Н.И. Химия почв. М., 2005. 558 с.

Основы использования и охраны почв Западной Сибири / С.С.Трофимов, В.И.Щербинин, В.В.Реймхе и др. Новосибирск, 1989. 226 с.

Оценка состояния и устойчивости экосистем / Под ред. В.В.Снакина, В.Е.Мельниченко, Р.О.Бутовского. М., 1992. 127 с.

Парфенюк В.И., Арчегова И.Б., Турубанова Л.П., Лиханова И.А. Возможность лесовосстановления на границе лесной зоны // Посттехногенные экосистемы Севера. СПб., 2002. С. 78—91.

Перельман А.И., Касимов Н.С. Геохимия ландшафта. М., 1999. 768 с.

Перельман А.И. Геохимия элементов в зоне гипергенеза. М., 1972. 288 с.

Перельман А.И., Касимов Н.С. Геохимия ландшафта: Учеб. пособие. 3-е изд., перераб. и доп. М., 1999. 768 с.

Петелева Е.Е., Коркина Е.А. Оценка компонентов почвенных ресурсов при управлении землями промышленности и иного специального назначения Нижневартовского района // Научное сообщество студентов XXI столетия. Естественные науки. Электронный сб. ст. по материалам XXV студенческой международной научно-практической конф. Новосибирск, 2014. № 11(24). С. 103—108. URL: [http://www.sibac.info/archive/nature/11\(24\).pdf](http://www.sibac.info/archive/nature/11(24).pdf).

Пиковский Ю.И. Природные и техногенные потоки углеводородов в окружающей среде. М., 1993. 208 с.

Поздняков А.В. Самоорганизация в развитии форм рельефа (в соавторстве с И.Г.Черванивым). М., 1990. 205 с.

Почвенный справочник / Пер. с фр. Смоленск, 2000. 288 с.

Пригожий И., Стенгерс И. Порядок из хаоса. М., 1986. 420 с.

Природопользование на северо-западе Сибири: опыт и решение проблем / Под ред. В.В.Козина, В.А.Осипова. Тюмень, 1996. 168 с.

Ракита С.А. Устойчивость геосистемы: подходы к практически реализуемой оценке // География и природные ресурсы. 1980. Вып. 1. С. 136—140.

Редькин Ф.Б. Хозяйственная деятельность как фактор эволюции почвенного покрова // Генезис, география и картография почв. М., 2000. С. 315—322.

Реморов В.В., Сидоренко Т.Н., Бушковский А.Л. Основные факторы техногенного нарушения окружающей среды в нефтедобывающих районах Томской области // Нефтяное хозяйство. 1996. № 11. С. 90—91.

Роде А.А. Генезис почв и современные процессы почвообразования. М., 1984. 255 с.

Роде А.А. Основы учения о почвенной влаге. Л., 1965.

Розанов Б.Г. Морфология почв: Учебник для высшей школы. М., 2004. 432 с.

Росновский И.Н. Устойчивость почвы: техногенно-механические аспекты. Новосибирск, 1993. 161 с.

Роуэлл Д.Л. Почвоведение: методы и использование / Пер. с англ. Е.К.Кубиковой. М., 1998. 486 с.

Савич В.И., Кауричев И.С., Латфулина Г.П. Окислительно-восстановительные буферные свойства почв // Почвоведение. 1980. № 4. С. 59—66.

Саушкин Ю.Г., Смирнов А.М. Геосистемы и геоструктуры // Вестн. Московского ун-та. Сер. 5. География. 1968. № 5. С. 27.

Светосланов В.А. Трудности и успехи в исследованиях устойчивости гео- и экосистем // Вестн. МГУ. Сер. 5. География. 1977. № 4. С. 30—39.

Седых В.Н. Леса Западной Сибири и нефтегазовый комплекс. М., 1996. Вып. 1. 36 с.

Седых В.Н., Игнатьев Л.А., Семенюк М.В. Реакция растений на воздействие отходов бурения. Новосибирск, 2004. 104 с.

Седых В.Н., Тараканов В.В. Устойчивость древесных растений к отходам бурения. Новосибирск, 2004. 86 с.

Середина В.П. Калийное состояние почв: параметры и процессы трансформации // Вестн. ТГУ. Материалы III Всероссийской конф. «Современные проблемы почвоведения и оценки земель Сибири», посвященной 75-летию со дня основания кафедры почвоведения Томского гос. ун-та. 2005. № 15. С. 28—29.

Середина В.П. Оценка техногенного воздействия нефти на свойства почв Западной Сибири // Изв. Томского политехнического ун-та. 2003. Т. 306. № 2. С. 34—37.

Середина В.П., Садыков М.Е., Блохина С.Л. Физическое состояние почв нефтяных месторождений средней тайги Западной Сибири // Вестн. Томского гос. ун-та. 2011. № 4. С. 17—29.

Смагин А.В. Теория и практика конструирования почв. М., 2012. 544 с.

Смоленцев Б.А. Структура почвенного покрова Сибирских Увалов (северотаежная подзона Западной Сибири). Новосибирск, 2002. 118 с.

Соколов И.А. Почвообразование и экзогенез. М., 1997. 244 с.

Соколов И.А. Теоретические проблемы генетического почвоведения. Новосибирск, 1993. 232 с.

Соколов И.А., Таргулян В.О. Взаимодействие почвы и среды: почва-память и почва-момент // Изучение и освоение природной среды. М., 1976. С. 150—164.

Солнцева Н.П. Геохимическая трансформация почв южной тайги под воздействием техногенных потоков: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. М., 1981. 161 с.

Солнцева Н.П. Добыча нефти и геохимия природных ландшафтов. М., 1998. 376 с.

Солнцева Н.П., Касимов Н.С. Техногенные потоки и ландшафтно-геохимические барьеры // Исследования окружающей среды геохимическими методами. М., 1982. С. 181—216.

Солнцева Н.П., Рубилина Н.Е. Морфология почв, трансформированных при угледобыче // Почвоведение. 1987. № 2. С. 105—118.

Состояние окружающей среды и природных ресурсов в Нижневартовском районе: Аналитический обзор: Ежегодник: 2006. Вып. 4 / Науч. рук. Н.Я.Крупинин; науч. ред. К.И.Лопатин, В.И.Вавер. Нижневартовск, 2000. 104 с.

Строганова М.Н., Мяжкова А.Д., Прокофьева Т.В. Роль почв в городских экосистемах // Почвоведение. 1997. № 1. С. 96—101.

Сысо А.И. Закономерности распределения химических элементов в почвообразующих породах и почвах Западной Сибири /

Отв. ред. И.М.Гаджиев; РАН, Сиб. отд-ние, Ин-т почвоведения и агрохимии. Новосибирск, 2007. 277 с.

Телицын В.Л. Техногенная эволюция и оптимальное использование почв болотных систем. Новосибирск, 2004. 264 с.

Тонконогов В.Д. Эволюционно-генетическая классификация почв и непочвенных поверхностных образований суши // Почвоведение. 2001. № 6. С. 653—659.

Тонконогов В.Д., Лебедева И.И., Герасимова М.И. Основные горизонто- и профилообразующие процессы в почвах России // Почвообразовательные процессы / Под ред. М.С.Симаковой, В.Д.Тонконогова. М., 2006. С. 13.

Тонконогов В.Д., Шишов Л.Л. О классификации антропогенно-преобразованных почв // Почвоведение. 1990. № 1. С. 71—79.

Федорец Н.Г., Антипина Г.С., Германова Н.И., Крышень А.М., Соколов В.И. Естественное зарастание и начальные этапы почвообразования на техногенных землях // Экология и география почв Карелии. Петрозаводск, 1995. С. 35—36.

Федоров В.Д. Устойчивость экологических систем и ее измерение // Изв. АН СССР. Сер. «Биология». 1974. Вып. 1074. № 3. С. 402—415.

Ферсман А.Е. Геохимия. Л., 1933. 328 с.

Фридланд В.М. Основные положения современной картографии // Проблемы географии, генезиса и классификации почв. М., 1986. С. 119—137.

Фридланд В.М. Структура почвенного покрова. М., 1972. 423 с.

Фридланд В.М. Эволюция почвенного покрова // Проблемы географии, генезиса и классификации почв. М., 1986. С. 113—118.

Хренов В.Я. Почвы криолитозоны Западной Сибири: морфология, физико-химические свойства, геохимия. Новосибирск, 2011. 211 с.

Чижов Б.Е. Лес и нефть Ханты-Мансийского автономного округа. Тюмень, 1998. 144 с.

Шейн Е.В. Курс физики почв. М., 2005. 432 с.

Эколого-мелиоративный потенциал почвенного покрова Западной Сибири / Т.Н.Елизарова, В.А.Казанцев, Л.А.Магаева, М.Т.Устинов. Новосибирск, 1999. 240 с.

- Ярошенко П.Д.* Геоботаника. М., 1969. 200 с.
- Ackoff R.L.* Systems, organization and interdisciplinary research // General Systems Yearbook. 1960. № 5. P. 1—8.
- Ammons T., Vassenev I.I.* Prospects of Diagnostics of the Chernozems Agrogenic Degradation with Use of Russian and USA Taxonomy Systems // In A.P. Scherbakov and I.I. Vassenev (eds.) Anthropogeneous Evolution of Chernozems. Voronezh, 2000. P. 363—388.
- Babayev M.P., Azizov G.Z., Mustafayev M.G., Jafarov A.M.* Natural factors that can create danger for that part of the Baku-Tbilisi-Ceyhan oil pipe-line passing through the Azerbaijan Republic and intending measures for preservation. Baku, 2012. 112 p.
- Beckett P., White R.* Studies on the phosphate potentials of soils // Plan and Soil. 1964. Vol. 21. № 3. P. 253—282.
- Buol S.W., Southard R.J., Graham R.C., McDaniel P.A.* Soil genesis and classification. 6th ed. Wiley-Blackwell, West Sussex, UK. 2011. 531 p.
- Lebedeva I.I., Tonkonogov V.D., Gerasimova M.I.* Diagnostic horizons in substantive-genetic soil classification systems // Eurasian Soil Science. 1999. T. 32. № 9. C. 959—965.
- Soil Survey Staff.* Soil Taxonomy: A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys USDA Soil Conservation Service. 1975/ Agric. Hb. 436. Washington. 503 p.
- Von Bertalanffy L.* General system theory — a critical review // General Systems Yearbook. 1962. № 1. P. 1—20.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
Глава 1	
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ САМОВОССТАНОВЛЕНИЯ НАРУШЕННЫХ ТЕХНОГЕНЕЗОМ ПОЧВ	6
Глава 2	
ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	20
2.1. Конструкции техногенных поверхностных образований нефтедобывающей промышленности	20
2.2. Ландшафтная принадлежность исследуемых объектов и методы их исследования.....	23
2.3. Методы исследования самовосстановления нарушенных техногенезом почв.....	26
Глава 3	
СТАЦИОНАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЧВ И ТЕХНОГЕННЫХ ПОВЕРХНОСТНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ СРЕДНЕОБСКОЙ НИЗМЕННОСТИ	29
3.1. Ландшафтная характеристика почв и техногенных поверхностных образований поймы р.Оби	29
3.2. Ландшафтная характеристика почв и техногенных поверхностных образований озерно- ингрессионной террасы	32
3.3. Ландшафтная характеристика почв и техногенных поверхностных образований Аганского Увала	38
3.4. Ландшафтная характеристика почв и техногенных поверхностных образований Сургутского Полесья	40
Глава 4	
ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ ПОЧВ И ТПО	43

4.1. Особенности гранулометрического и минералогического составов почв и ТПО	43
4.2. Химические свойства почв и ТПО	48
4.3. Специфика органического вещества и биологических процессов	60
4.4. Гидротермические режимы почв и ТПО	71
Глава 5	
УСТОЙЧИВОСТЬ И САМОВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОЧВ.....	76
5.1. Оценка устойчивости почв Среднеобской низменности к техногенным нагрузкам.....	76
5.2. Процесс самовосстановления почв в условиях техногенеза	90
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	107
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	110
ПРИЛОЖЕНИЯ	126

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1



Рис. 1. Пространственное положение ТПО — токсилитостратов в виде кустовых площадок и аллювиальных почв, расположенных в пойме р.Оби (Космоснимок Google. Масштаб 1:50000)

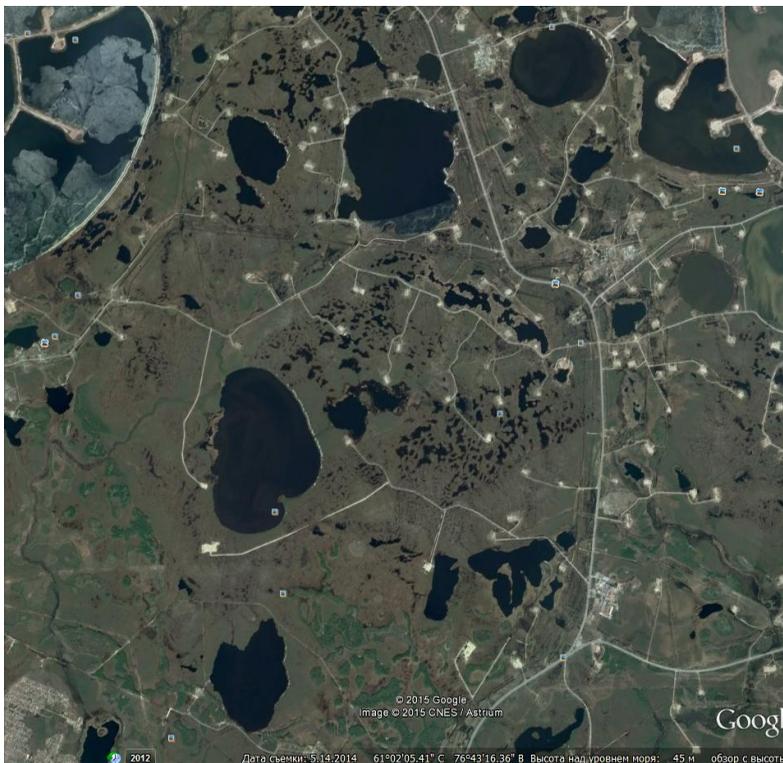


Рис. 2. Пространственное положение ТПО — токсилитостратов в виде кустовых площадок, торфяных олиготрофных почв, подзолов глеевых, расположенных на озерно-ингрессионной террасе долины р.Оби (Космоснимок Google. Масштаб 1:100000)

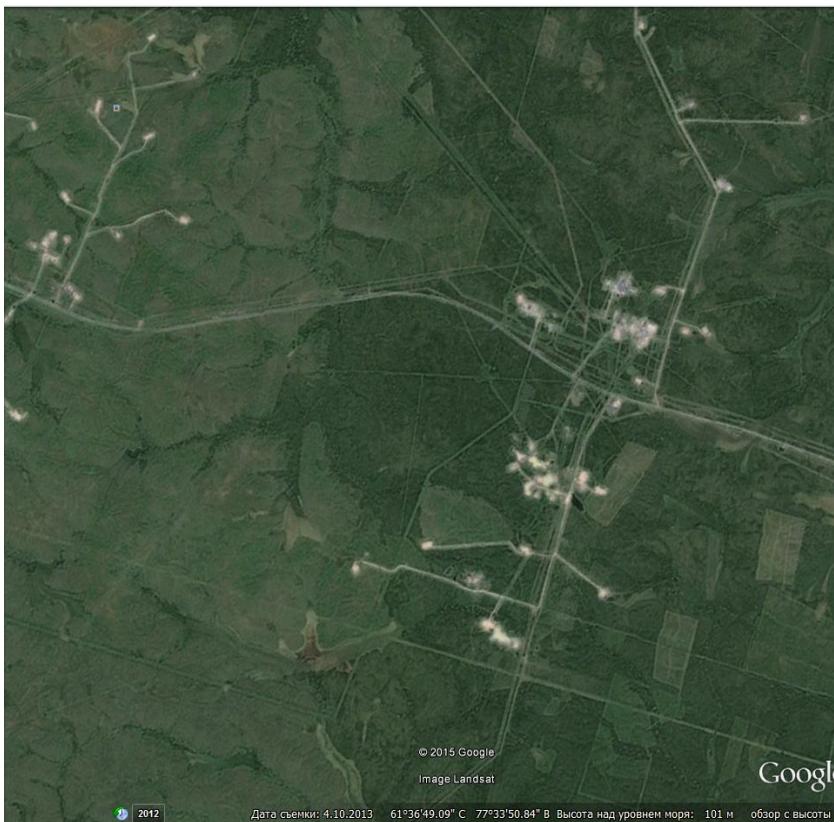


Рис. 3. Пространственное положение ТПО — токсилитостратов в виде кустовых площадок, криометаморфических почв, расположенных на водоразделе Аганского Увала (Космоснимок Google. Масштаб 1:100000)



Рис. 4. Пространственное положение ТПО — токсилитостратов в виде кустовых площадок, торфяных олиготрофных почв, торфяно-подзолов и подзолов в долине р. Агана (Космоснимок Google. Масштаб 1:100000)

	<p>AY 0—5(6) см</p>	<p>Буровато-темно-серый, непрочно комковато-порошистый, легкий суглинок, рыхлый, пронизан корнями травянистой растительности 50%, граница волнистая переход ясный по цвету</p>
	<p>Cg 5(6)—50 см</p>	<p>Неоднородный серовато-охристый, мелкозернистый («творожистый»), средний суглинок, корни растений 10%, уплотненный, увлажненный к нижней границе горизонт становится более плотным, граница к нижележащему горизонту практически ровная, переход постепенный по цвету</p>
	<p>[A]g 50—57 см</p>	<p>Сизовато-коричневый, мелкозернистый, корни растений 2%, легкий суглинок, уплотненный, сырой, единично встречаются остатки растений, угольки, граница волнистая, переход постепенный по цвету</p>
	<p>Cg 57—122 см</p>	<p>Рыжевато-сизовато-коричневый, ореховатый, тяжелый суглинок, уплотненный, сырой, Fe-примазки в верхней части горизонта менее охристые, чем в нижней части, в более рыжих пятнах встречаются конкреции в виде бобовин бурого цвета, граница горизонта ровная, переход постепенный по плотности</p>
	<p>C 122—130 см</p>	<p>Рыжевато-серовато-коричневый, тяжело суглинистый, ореховатой структуры, плотный, сырой</p>

Рис. 5. Морфологическое описание аллювиальной дерновой глееватой почвы



W 0—0,5 см	Темно-коричневый слабогумусовый горизонт, представлен ризоидами мха, опавшими листьями, травянистым опадом
2 слой 0,5—21 см	Насыпной песок, палевый, бесструктурный, рыхлый, увлажненный, в верхней части горизонта до 10 см охристые пятна, корни деревьев 1%, Mn-примазки, граница волнистая, переход по цвету, плотности и составу
3 слой X 21—24 см	Легкий суглинок, рыжевато-сизовато-коричневый (сизый цвет — признак нефтяного загрязнения) слоистый, на поверхностях плитчатых отдельностей пленки оксидов железа — кутаны
4 слой 24—62 см	Песок, цвет неоднородный: белесовато-коричневато-охристый, корни единичные, на границе 29 см ровная черная полоса мощностью 0,2 см (конкреции Mn), увлажненный, граница ровная, переход по цвету, составу, плотности, запаху
5 слой 62—85 см	Желто-синеvато-сизый, песок сцементирован, имеет признаки суглинка, уплотненный, рыжевато-сизый, верхняя граница рыжая и имеет скопление конкреций Mn и Fe, нижняя граница в виде кутан Fe, граница ровная, переход по структуре, составу
[АОх] 85—91 см	Погребенный органогенный горизонт, коричнеvато-буровато-сизый среднезернистый песок, много корней, запах нефти, плотный, граница ровная, переход по структуре, составу, наличию органики
7 слой 91—113 см	Средний суглинок, коричнеvато-бурый, плотный, мелкозернистый, корни травяной растительности, запах нефти

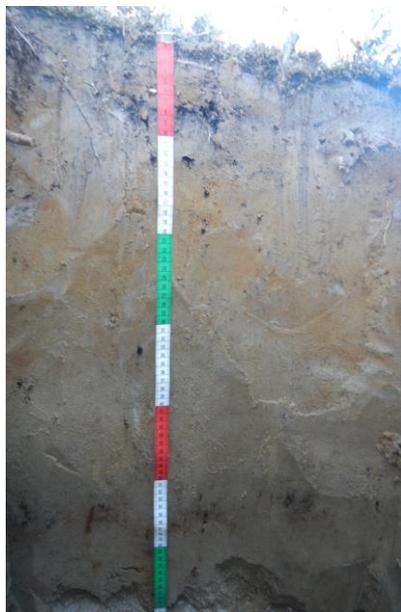
Рис. 6. Морфологическое описание литострата на токсилитострате, подстилаемом хемозёмом

	<p>W 0—0,5 см</p>	<p>Слаборазвитый гумусовый, темно-серый, густо пронизан корнями моховой растительности, мелкозернистый, граница волнистая, переход по цвету</p>
	<p>2 слой 0,5—7(15) см</p>	<p>Цвет неоднородный, буровато-светло коричневый с сизым оттенком, средний суглинок с частичками песка, мелкозернистый, свежий, рыхлый, конкреции Fe диаметром 3 см, пронизан корнями травянистой растительности 3%, артефакт — болт 10 см, с левой стороны фрагмент песка с включением пятен основного горизонта, граница волнистая, переход по плотности</p>
	<p>3 слой 7(15)—40 см</p>	<p>Цвет неоднородный, сизо-охристый, средний суглинок, оскольчатоплитчатый, на верхних гранях отдельностей охристые скопления (Fe) (рис. 8), Mn-примазки и конкреции, достигающие в диаметре 1 см, вниз по горизонту скопления Fe проявляются интенсивнее, уплотненный, граница ровная, переход по плотности и механическому составу</p>
	<p>4 слой 40—70 см</p>	<p>Цвет неоднородный, сизовато-кофейный, тяжелый суглинок, плотный, бесструктурный, Fe-, Mn-примазки и конкреции</p>

Рис. 7. Морфологическое описание пелозёма на срезанной аллювиальной почве

	<p>O 0—4 см</p>	<p>Коричневато-черная лесная подстилка, сложенная опадом хвойных, лиственных деревьев, растений, много угля; бесструктурный, рыхлый, свежий, граница ровная, переход резкий по цвету и составу</p>
<p>E 4—7(43) см</p>	<p>Белесая супесь, слабовыраженная мелкокомковатая структура, рыхлый, свежий, граница волнистая, переход резкий по цвету</p>	
<p>BF1 7(43)—50 см</p>	<p>Окраска горизонта неоднородная, интенсивность от охристого цвета до палевого меняется сверху вниз. Песок мелкозернистый, бесструктурный, рыхлый, свежий, на глубине 63 см Fe-Mn рыхлая прожилка рыжевато-коричневато-охристого цвета, мощностью 1 см, граница ровная, переход постепенный по плотности</p>	
<p>BF2 73—80 см</p>	<p>Рыжевато-палевый, свежий, песок мелкозернистый, Mn-примазки, уплотненный, граница ровная, переход по наличию псевдофибровых полос</p>	
<p>BCff 80—140 см</p>	<p>Палево-охристый песок, уплотненный, бесструктурный, псевдофибры (горизонтальные светлоохристые полосы)</p>	

Рис. 8. Морфологическое описание подзола иллювиально-железистого



<p>O 0—7 см</p>	<p>Оторфованная неразложившаяся подстилка буровато-коричневатого цвета, растительные остатки ясно различимы невооруженным глазом, рыхлый, влажный, граница ровная, переход по цвету, структуре, составу</p>
<p>EB 7—10 см</p>	<p>Серовато-белесый, крупнопылеватый суглинок, легкий, влажный, рыхлый, бесструктурный, ржавые пятна окисного железа и Mn-конкреции. Содержит отмершие корни растений, угольки, граница ровная, переход ясный по цвету</p>
<p>BF 10—45 см</p>	<p>Сизовато-охристый, средний суглинок крупнопылеватый, плитчатая структура, мокрый, уплотненный, насыщен железистыми зернами и Mn-конкрециями особенно в верхней части горизонта глубиной до 15 см, в некоторых случаях образованы конкреции (бобовины) бурого цвета, грунтовые воды с глубины 45 см</p>
<p>Bg 45—100 см</p>	<p>Сизовато-палевый, средний суглинок, структура многопорядковая ореховатая, весьма плотный, мокрый, Fe-, Mn-конкреции, за 30 минут шурф обводнился</p>

Рис. 9. Морфологическое описание подзола иллювиально-железистого маломощного глеевого

	<p>1 слой 0—50 см</p>	<p>Палево-серый песок, рыхлый, слегка увлажненный, корни травянистых растений 5%, куски древесины, в верхнем слое остатки дернины, в нижней границе слоя, на контакте загрязненного слоя концентрируется окисленное Fe в виде пятен и полос</p>
	<p>X 50—100 см</p>	<p>Сизый, пропитанный нефтью песок, резко пахнувший нефтью, уплотненный, влажный</p>

Рис. 10. Морфологическое описание литострата песчаного на токсилитострате погребенном

	1 слой 0—6 см	Светло-коричнево-охристый песок, слегка уплотненный, рыжеватые пятна
	2 слой 6—30 см	Верхняя граница мощностью 1 см представлена черной полосой, сложенной углем (следствие выжигания нефтепродуктов), слой до глубины 30 см представлен сизовато-коричневым песком, пахнет нефтью, остатки угля встречаются по всему слою, ржаво-охристые пятна Fe, марганцевые конкреции
	3 слой 30—60 см	Нижняя часть слоя имеет желтовато-светло-коричневатую окраску, рыжие пятна

Рис. 11. Морфологическое описание токсилитострата песчаного



1 слой 0—10 см	Охристо-палевый песок, пронизан корнями травянистой растительности до 5%, рыхлый
X 10—40 см	Сизый песок, пропитан нефтепродуктами, снизу просачиваются болотные воды

Рис. 12. Морфологическое описание токсилитострата песчаного

	<p>1 слой 0—50 см</p>	<p>Представлен перемешанными почвенными горизонтами АО—Е—В. Цвет слоя неоднородный, черновато-коричневато-палевый, супесчаного состава, рыхлый, остатки подстилично-торфяного горизонта, пронизан корнями растительности 10%, имеются пятна Fe_2O_3</p>
	<p>С tur 50—90 см</p>	<p>Светлые желтоватые оттенки песка, рыхлый</p>

Рис. 13. Морфологическое описание органолитострата супесчаного турбированного

	<p>1 слой 0—20 см</p>	<p>Коричневатый, супесчаный, насыпной на турбированные горизонты, ризоиды мха 1%</p>
	<p>[T tur] 20—50 см</p>	<p>Буровато-коричневый торфяной горизонт, перемешанный</p>
	<p>[EBC tur] 50—90 см</p>	<p>Коричневато-палевый, фрагментарно сизоватый, рыхлый, супесчаный; перемешаны почвенные горизонты</p>

Рис. 14. Морфологическое описание органолитострата турбированного



<p>АЕВ tur 0—20 см</p>	<p>Неоднородная окраска: палево-черновато-коричневый, почвенные горизонты (органо-минеральные) срезаны и смешаны</p>
<p>[В] 20—60 см</p>	<p>Песок, охристо-палевый, погребенный под смешанными горизонтами иллювиальный горизонт, новообразования в виде пятен и псевдофибровых полос</p>

Рис. 15. Морфологическое описание органолитострата на срезанном подзоле иллювиально-железистом



W 0—1 см	Черноватый, пронизан ризоидами мха, легко поддается сведению верхней части восстановившегося мха
2 слой 1—70 см	Коричневатый, супесь, однородный, слегка уплотненный, пронизан корнями древесной растительности 1%

Рис. 16. Морфологическое описание литострата супесчаного



1 слой
0—60 см

Песок, светло-коричневатый с коричневато-сизо-охристыми разводами, цвет неоднородный, новообразованные псевдоморфозы Fe_2O_3 связаны с промачиванием всего насыпного слоя близкими подтапливающими болотными водами на глубине 60 см и иллювированием вторичных минералов глинистого состава, слой рыхлый

Рис. 17. Морфологическое описание литострата песчаного

	<p>Т 0—14,5 см</p>	<p>Буровато-коричневый, торф средней разлаженности, с голыми частичками песка, бесструктурный, рыхлый, свежий, корни новой растительности $\approx 10\%$, органические остатки растений. Граница ровная, переход ясный по цвету, сложению и механическому составу</p>
	<p>2 слой 14,5—55 см</p>	<p>Палевый (светло-желто-коричневый) с оттенком серого песок, бесструктурный, рыхлый, свежий, корни $\approx 2\%$, граница ровная, переход резкий. Новообразования с границы 43 см — глинистые частички диаметром от 0,3 до 5 см серовато-оливкового цвета, с окантовкой охристого цвета, легкий суглинок. В нижней части горизонта частицы уменьшаются в диаметре. Переход к нижележащему горизонту по признаку оглеения</p>
	<p>3 слой 55—132 см</p>	<p>Светло-палевый песок, бесструктурный, свежий, уплотненный, глинистые частицы диаметром максимум 2 см, корни мелкие, начиная со 106 см корней нет</p>

Рис. 18. Морфологическое описание реплантозёма

	<p>О 0—7 см</p>	<p>Коричневато-бурый, рыхлый, сложен среднеразложившимися остатками моховой растительности, пронизан корнями деревьев ($\approx 3\%$), граница ровная, переход по цвету и составу</p>
	<p>VHe 7—15 см</p>	<p>Оливково-серый, слегка увлажненный, крупитчатый, легкий суглинок, пронизан мелкими корнями древесной и кустарничковой растительности, граница ровная, переход по цвету</p>
	<p>BF 15—59 см</p>	<p>Сизовато-охристый; структура творожистая, холодный, средний суглинок, пластичный и уплотненный. Железистые пятна, отмершие мелкие корни 2—3%. Граница ровная, переход по составу</p>
	<p>С 59—70 см</p>	<p>Палево-охристый, бесструктурный песок, холодный плотный (нож входит с трудом), Fe-, Mn-примазки, железистые пятна</p>

Рис. 19. Морфологическое описание аллювиальной оподзоленной почвы



<p>АО 0—10 см</p>	<p>Лесная подстилка, черновато-коричневый, рыхлый, сложен остатками гипнового мха, пронизан корнями кустарничковой растительности ≈10%</p>
<p>EL 10—15 см</p>	<p>Сизоватый, суглинок с остатками корней ≈5%, включения органики (остатки веточек), корни деревьев 1%, слегка уплотненный, структура крупитчатая, граница ровная, переход по цвету</p>
<p>CRM1 15—50 см</p>	<p>Кофейного цвета, слитой суглинок без определенной структуры, плотный холодный, кристаллы льда, при разломе видны поры диаметром 1 мм, граница ровная, переход по структуре</p>
<p>CRM2 50—70 см</p>	<p>Кофейного цвета, структура более острая, крупитчатая, холодный, менее плотный, нож легче входит</p>

Рис. 20. Морфологическое описание светлозёма



АО 0—7 см	Темно-коричневый, пронизан корнями, структура рыхлая
АU 7—26 см	Буровато-черного цвета, пронизан корнями, структура комковатая, горизонт рыхлый и влажный
ВF 26—53 см	Сизовато-охристый, яркие ржавые пятна, суглинок, холодный. Конкреции Fe и Mn диаметром до 3 мм, а также железистые кутаны, сырой, чехлики от корней, снизу вода, структура ореховатая, острые грани

Рис. 21. Морфологическое описание глеезёма



<p>T 0—10 см</p>	<p>Сырой, очес, зеленовато-желтый, сфагновый мох неразложившийся, переход по цвету и степени разложения мха</p>
<p>TT 10—30 см</p>	<p>Сырой, буровато-коричневый, торф средней степени разложения, видны стебли мха, остатки растительности, корней 5%, граница ровная, переход по цвету и составу</p>
<p>G 30—70 см</p>	<p>Сырой, сизый, однородный цвет, суглинок, уплотненный, структура творожистая, с 65 см проявляется тиксотропность, пятная Fe-, Mn-образований, корни кустарничковой растительности в верхней границе горизонта до 1%</p>

Рис. 22. Морфологическое описание торфяно-глеезёма



<p>ТО 0—20 см</p>	<p>Сырой, желтоватый, неразложившийся сфагновый мох, видны ветки, корни кустарничковой растительности, характер перехода по степени разложения мха</p>
<p>Т 20—30 см</p>	<p>Сырой, желтовато-коричневый, степень разложения торфа 30%, видны чехлики гидрофильной растительности, характер перехода к нижележащему горизонту явный по степени разложения торфа</p>
<p>ТТ 30—92 см</p>	<p>Сырой, коричневый, степень разложения торфа 70%, мелкие корни кустарничковой растительности</p>

Рис. 23. Морфологическое описание торфяной олиготрофной почвы



<p>АО 0—2 см</p>	<p>Бурый, рыхлый, слаборазложившаяся целлюлоза, корни кустарничковой растительности 5%, граница ровная, переход по цвету и составу</p>
<p>Е 2—40(56) см</p>	<p>Белесый песок, свежий, рыхлый, книзу со слегка оглееными пятнами, более темный, корни 1%, граница волнистая, переход по цвету</p>
<p>BF 40(56)—58 (90) см</p>	<p>Охристо-темно-коричневый, свежий, песок, сцементирован Fe, Mn, справа карман, заполненный сцементированным песком с большим содержанием Mn, от кармана «россыпью» темно-коричневые пятна диаметром 1—3 мм, граница карманная, переход четкий по цвету и новообразованиям</p>
<p>BC 58(90)—110 см</p>	<p>Охристо-палевый песок, свежий, корней нет, с пятнами в виде Fe- и Mn-конкреций, плотный за счет сцементированности Mn</p>

Рис. 24. Морфологическое описание подзола иллювиально-железистого



<p>Т 0—10 см</p>	<p>Влажный, буровато-коричневый, торф, степень разложения 70%, корни травянистой растительности 10%, граница ровная, переход по цвету и составу</p>
<p>Еg 10—23 см</p>	<p>Влажный, сизо-белесый, верхняя граница темно-серого цвета представлена угольками; песок, рыхлый, корни травянистой растительности 1%, граница затечная, переход по цвету</p>
<p>ВН 23—30(40) см</p>	<p>Влажный, окраска неоднородная от светло-коричневого до темно-коричневого цвета, песок, рыхлый, граница волнистая, переход по цвету</p>
<p>С 30(40)—70 см</p>	<p>Сырой, светло-серый, однородной окраски, песок, с 65 см начинается тиксотропность, связанная с уровнем грунтовых вод</p>

Рис. 25. Морфологическое описание торфяно-подзола иллювиально-гумусового

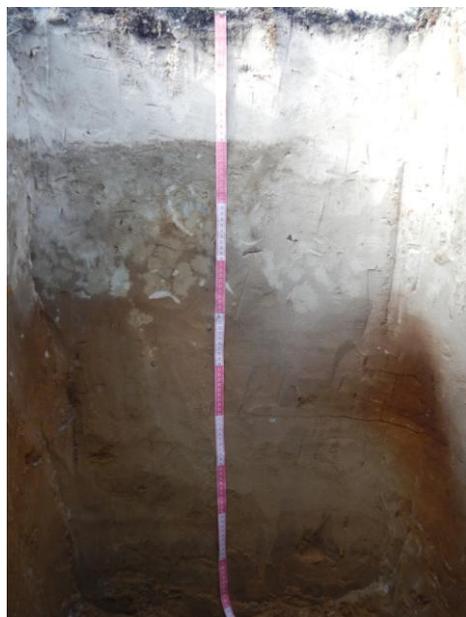
	<p>О 0—10 см</p>	<p>Зелено-желтый мох неразложившийся, видны стебли, листья, ризоиды, характер перехода по степени разложения мха</p>
	<p>Т 10—20 см</p>	<p>Желтовато-бурый мох, степень разложения 30%, стебли сфагнового мха, остатки растений, характер перехода по степени разложения мха</p>
	<p>ТТ 20—45 см</p>	<p>Буровато-коричневый мох, хорошо разложившийся торф — 70%, с остатками моховой растительности, характер перехода по цвету и составу</p>
	<p>Сg 45—64 см</p>	<p>Сизый, окраска однородная, песок, рыхлый, влажный</p>

Рис. 26. Морфологическое описание торфяной олиготрофной почвы



<p>O 0—7 см</p>	<p>Буровато-коричневый, однородный, средней степени разложения подстилично-торфяной горизонт, хвоя, основные части кустарничков, корни 50% мелкие, форма границы ровная, переход по составу и цвету</p>
<p>EB 7—20 (29) см</p>	<p>Комбинированный цвет темно-сизого с буровато-рыжими пятнами, мелкозернистый, свежий, слегка уплотненный, корни 3%, супесь, граница затечная, переход по цвету</p>
<p>BF 20(29)— 55 см</p>	<p>Охристый, интенсивность цвета книзу уменьшается, появляются глинистые пятна, Мп-конкреции; свежий, уплотненный, многопорядковая структура от крупноореховатости к мелкокомковатости, граница ровная, переход по цвету и механическому составу</p>
<p>C 55—80 см</p>	<p>Светло-палевый, мелкозернистый песок, свежий, рыхлый, бесструктурный</p>

Рис. 27. Морфологическое описание аллювиальной оподзоленной почвы долины р.Агана



<p>АО 0—1(5) см</p>	<p>Черный, маломощный, формирующаяся подстилка после-пожарного восстановления пронизана ризоидами лишайника, граница волнистая переход по цвету и составу</p>
<p>Е 1(5)—20 (46) см</p>	<p>Белесый, свежий, рыхлый, мономинеральный песок, корни единичны, в правой стороне сформирован карман, в нижней границе горизонт выходит фрагментарными пятнами, граница ясная, карманная, переход по цвету</p>
<p>Еg 20(46)— 50 см</p>	<p>Сизовато-белесовато-кофейный, белесые пятна, мозаичная пятнистость, рыхлый, сырой песок, бесструктурный, корни 1%, переход по цвету</p>
<p>BHFfn 50—110 см</p>	<p>Кофейно-темно-охристый, плотный за счет цементированности Fe, Mn, песок, на 70 см черная Mn-полоса под ней пятно — фрагмент Е, единично Mn-пятна диаметром до 5 мм. Цементированность образована гидрогенной аккумуляцией оксидов железа и марганца</p>

Рис. 28. Морфологическое описание подзола иллювиально-гумусового



АО 0—1 см	Буровато-черный, с углями и песком, хвоя, кора, ризоиды лишайников
Е 1—8(12) см	Белесый, свежий, песок, рыхлый, корни единичны, граница волнистая, переход резкий по цвету
ВF 8(12)—36 см	Ярко-охристый, корни 1%, песок, мелких корней 2%, книзу граница затечная, менее яркая
ВС 36—72 см	Охристо-палевый песок, свежий, рыхлый, слева, на глубине 40—70 см морозобойное пятно кофейно-охристого цвета, пятнисто-мозаичной окраски, песок рыхлый, Fe-пятна, переход по наличию новообразований
С 72—92 см	Светло-палевый, песок, свежий, рыхлый, бесструктурный

Рис. 29. Морфологическое описание подзола иллювиально-железистого

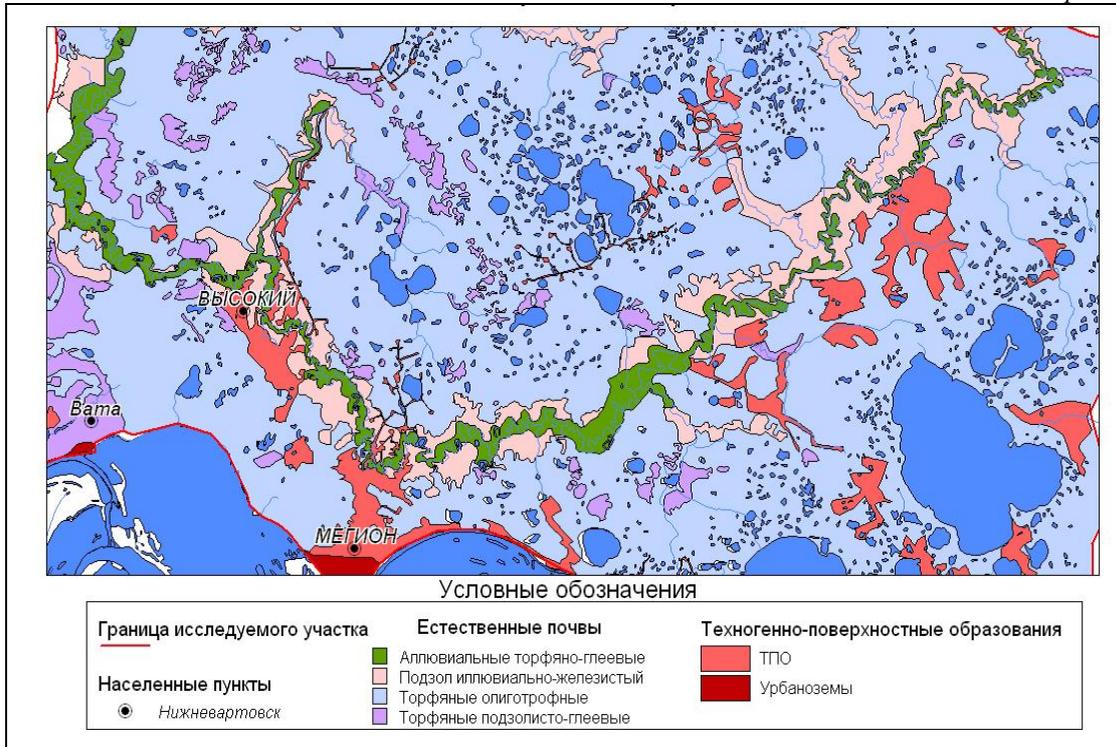


Рис. 30. Карта-схема почвенного покрова Среднеобской низменности

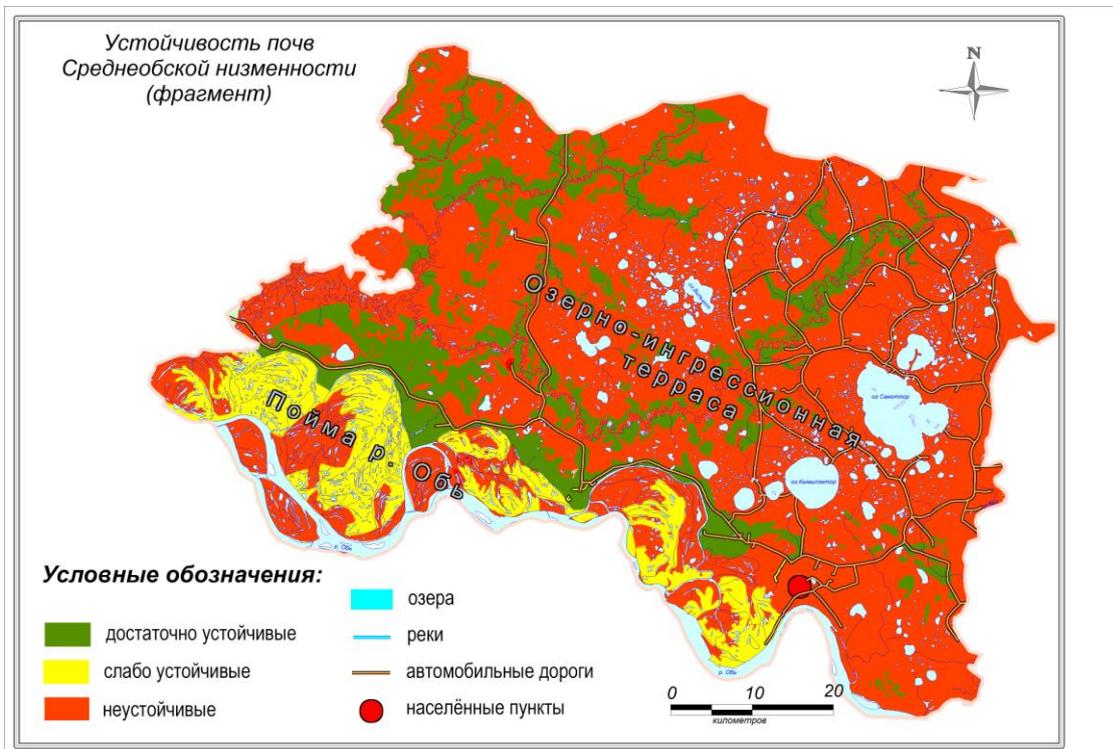


Рис. 31. Фрагмент карты устойчивости почв Среднеобской низменности

Научное издание

Коркина Елена Александровна

**САМОВОССТАНОВЛЕНИЕ НАРУШЕННЫХ
ТЕХНОГЕНЕЗОМ ПОЧВ СРЕДНЕГО ПРИОБЬЯ**

Монография

Редактор *Н.В. Титова*
Технический редактор *Т.А. Фридман*

Изд. лиц. ЛР № 020742. Подписано в печать 01.12.2015
Формат 60×84/16. Бумага для множительных аппаратов
Гарнитура Times. Усл. печ. листов 9,9
Тираж 500 экз. Заказ 1727

*Отпечатано в Издательстве
Нижевартовского государственного университета
628615, Тюменская область, г.Нижевартовск, ул.Дзержинского, 11
Тел./факс: (3466) 43-75-73, E-mail: izdatelstvo@nggu.ru*