

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

РГУ НЕФТИ И ГАЗА (НИУ) ИМЕНИ И.М. ГУБКИНА

Факультет: Геологии и геофизики нефти и газа
Кафедра: Геозкологии
Направление(специальность): 05.03.06. «Экология и природопользование»
:
Программа(специализация): Геозкология

Оценка: _____ Рейтинг: _____

Подпись секретаря ГЭК:

(подпись) (фамилия, имя, отчество)

(дата)

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

на тему Оценка воздействия Новоуренгойского газохимического комплекса
на почвенно-растительный покров природной экосистемы

РУКОВОДИТЕЛЬ:

Лобжанидзе Наталья Евгеньевна

(фамилия, имя, отчество)

(подпись)

(дата)

ВЫПОЛНИЛ:

Студент группы

ГЭ-15-06

(номер группы)

Бахтина Елена Александровна

(фамилия, имя, отчество)

(подпись)

(дата)

Москва, 20 ____

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1 ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЯ.....	5
1.1 Физико-географическая характеристика ЯНАО.....	6
1.2 Особенности почвенно-растительного покрова тундровых сообществ. .	21
1.3 Особенности педогенеза ЯНАО: глеевое и неглеевое почвообразование	25
2 ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА И ЗАПАСОВ ПОЧВЕННОГО УГЛЕРОДА В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА.....	28
2.1. Почвенный покров и пространственные закономерности распределения запасов почвенного углерода.....	29
2.2. Влияние нефтегазового техногенеза на почвенно-растительный покров экосистем ЯНАО.....	36
2.3 Динамика запасов углерода в почвах тундровых сообществ в условиях пирогенной трансформации.....	53
2.4. Концептуальные основы создания системы геоэкологического мониторинга с целью РПП.....	63
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	66
ИСТОЧНИКИ.....	67

ВВЕДЕНИЕ

Природа севера на сегодняшний день изучена достаточно хорошо, поскольку на протяжении уже многих десятилетий активно используется человеком под свои нужды. С развитием нефтегазовой отрасли ее исследование и безопасное экологическое освоение является ближайшей перспективой российской науки и экономике.

Поскольку Ямало-Ненецкий автономный округ является районом добычи нефти и газа, безопасное экологическое освоение является приоритетным вопросом. В пределах ЯНАО осуществляются чрезвычайно масштабные и в различной степени наукоемкие программы освоения природной среды и месторождений полезных ископаемых. Поскольку данный регион имеет важное значение для всей страны и при этом имеет довольно обширную площадь территории, без знания и учета природных и природно-антропогенных процессов не смогут решаться многие вопросы. Один из таких вопросов это изучение особенностей почвенно-растительного покрова района крайнего севера, его реакция на объекты нефтегазового комплекса, на различные строительные работы, проводимые в данном регионе и прочие антропогенное влияние.

Цель данной работы заключается в выявлении особенностей процесса почвообразования, его влияние на распределение и динамику запасов углерода в почвенно-растительном покрове района ЯНАО под воздействием строительства НГХК и пожароопасной обстановке.

Задачи:

1. Изучить основные факторы и процессы, обуславливающие генезис почв исследуемого района;

2. проанализировать содержание углерода в органических и минеральных горизонтах для почв различных экосистем;
3. оценить запасы углерода для почв исследуемого участка и для всего региона в целом;
4. рассмотреть особенности растительного покрова местности и его реакцию в условиях строительства НГХК;
5. оценить потенциальную пирогенную опасность для территории строительства объекта переработки газа и предложить рекомендации по реализации адресной экологической политики.

В исследовании использовались следующие методы: сравнительно-географический, картографический, системно-структурный.

Для выполнения работ собран и систематизирован следующий материал: космические снимки, изображение почвенно-растительного покрова, данные региональной и локальной пожарной обстановки, фотоматериалы с места прохождения практики.

Теоретической и методологической основой ВКР являются труды отечественных и зарубежных исследователей в области геоэкологии и развития нефтегазовой отрасли: Васильевская В. Д., Иванов В. В., Богатырев Л.Г., Маслов М.Н., Богоявленский В.И., Kelley J.J., Chuvieco, E., M. Pilar Martin, A. Palacios.

Использован опыт исследований по ЯНАО, представленный в работах: Александрова В.Д., Фоминых Л.А., Золотарева Б.Н

1 ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЯ

В данной главе будет подробно освещены физико-географические особенности региона, включая особенности размещения НГХК, климат, гидрографию, ландшафтные особенности, геологию, особенности почвенно-растительного покрова и особенности педогенеза почв, а именно глеевое и неглеевое почвообразование.

1.1 Физико-географическая характеристика ЯНАО

Строительство Новоуренгойского газохимического комплекса (НГХК) осуществляется на территории Надым-Пур-Тазовского региона Западной Сибири к юго-востоку от Уренгойского нефтегазоконденсатного месторождения (рисунок 1) и в 30 км по восточному направлению от г. Новый Уренгой. Координаты НГХК – 65°58'10"с.ш. , 77°20'45" в.д.

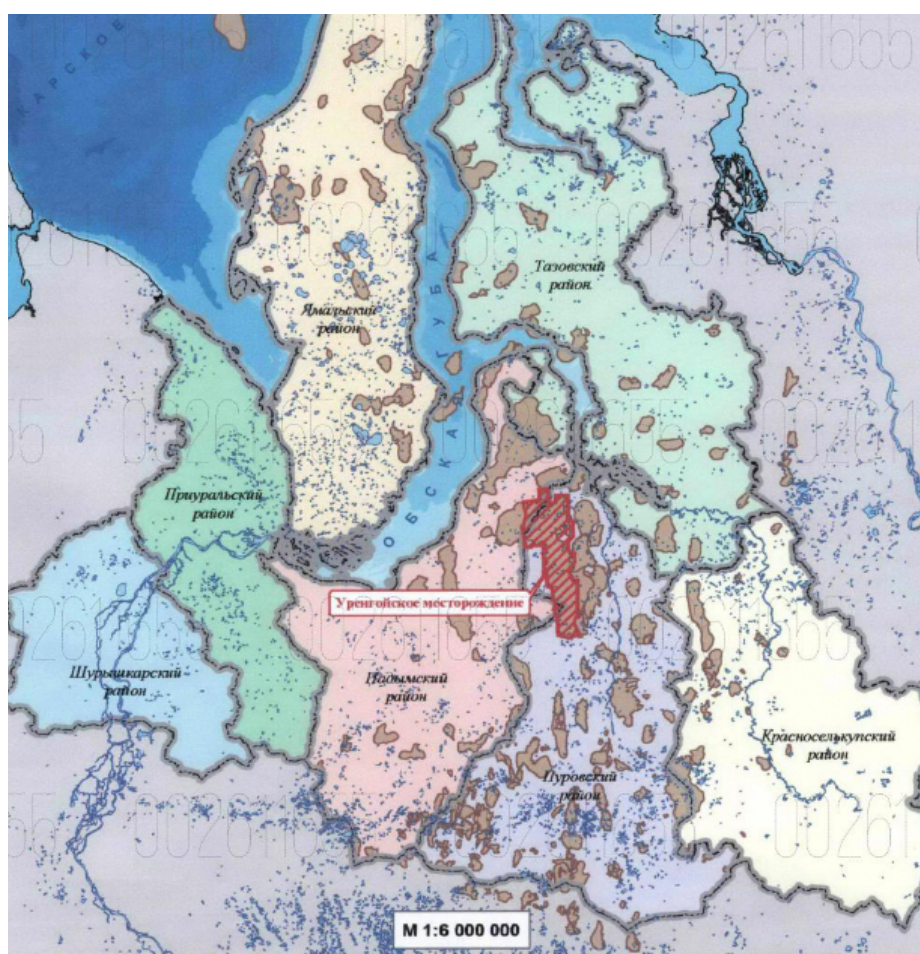


Рисунок 1- Административная карта Ямало-Ненецкого АО

Особенности климата района расположения НГХК обусловлены его высокоширотным положением и связанным с этим незначительным притоком солнечной радиации, а также повышенной циклонической деятельностью и равнинным характером подстилающей поверхности.

Климат. Климат региона резко континентальный с холодной зимой и коротким холодным летом. Средняя зимняя температура составляет -17°C . В самый жаркий месяц (июль) средняя температура колеблется от 6 до 15°C , а максимальная может достигать 34°C . По данным Уренгойской метеорологической станции, среднегодовая температура воздуха колеблется от минус $7,5$ до минус $8,5^{\circ}\text{C}$. среди самых холодных и теплых месяцев - 80°C .

Среднегодовое количество осадков составляет $500-600$ мм. Большая часть осадков (до 70%) выпадает в летние месяцы. Зимой большинство осадков выпадает в первой половине, то есть в октябре-декабре. Снежный покров формируется в начале октября и достигает своего пика в апреле и продолжается до начала июня. Из-за небольшого количества зимних осадков и уплотнения снега средний снежный покров относительно невелик и достигает высоты $30-40$ см в лесных районах и в снежных депрессиях (до 1 м и более). В то же время приподнятые открытые поверхности едва покрыты снегом или оголены. Количество дней в году со стабильным снежным покровом достигает $200-205$.

Самые низкие абсолютные значения влажности наблюдаются зимой в январе и феврале, а самые высокие - в июле и августе. В холодное время года относительная влажность составляет $77-84\%$. Самая высокая относительная влажность в октябре и ноябре составляет 85% , наименьшая в июле - 62% , а среднесуточная влажность в июле - 23% .

Зимой преобладают южные ветра, а летом северное и северо-западное направления. Среднемесячные скорости ветра колеблются от $5,3$ до $7,0$ м / с. Самый большой сезон - зима, которая также характеризуется частыми метелями и снегом. Сильные и длинные метели ($3-4$ дня подряд и более) связаны с сильными ветрами.

Неблагоприятными синоптическими условиями для рассеивания вредных веществ в атмосфере являются туман, мутность, температурная инверсия, низкие облака и осадки твердых или жидких веществ. Циклическая активность на севере Западной Сибири способствует развитию низко морозящих облаков летом. Ежемесячно в некоторые дни бывают туманы (до 40 дней в году).

В рассматриваемой области существует три типа тумана: охлаждающий туман, озерный и болотный испаряющийся туман и туман человеческой деятельности. Охлаждающий туман является наиболее распространенным. Наибольшее количество дней с таким туманом приходится на первую половину зимы (октябрь-декабрь) и конец зимы (апрель-май).

Испарение тумана над уровнем воды происходит, когда температура воды на поверхности значительно выше, чем температура окружающей среды, более чем на 10°C , а относительная влажность окружающего воздуха превышает 70%. Такие туманы чаще встречаются в конце лета - осенью.

Туман, связанный с человеческой деятельностью возникает в сильные морозы, когда другой источник водяного пара или дыма возникает при очень слабом ветре и обратном распределении температуры, например, во время работы котла. Когда температура воздуха составляет от минус 33 до минус 34, часто образуется смог.

Общее количество дней в году с низкой облачностью, осадками, туманом, дымом и дымкой варьируется от 252 до 275 (от 69 до 75%). Фактически в каждом месяце, за исключением июля, продолжительность погоды, неблагоприятная для рассеивания вредных веществ в атмосфере, превышает два десятилетия.

Краткие климатические характеристики, условия рассеивания и фоновые концентрации загрязняющих веществ в воздушном пространстве исследуемого района, полученные из Тюменского центра гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды, приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Характеристика состояния воздушного бассейна района исследования (данные 01.2016 г.)

Наименование и величина показателя		
1. Температурный режим, °С:		
- абсолютный минимум температуры воздуха самого холодного месяца (январь)		
-54,0		
- средний минимум температуры воздуха самого холодного месяца (февраль)		
-53,0		
- абсолютный максимум температуры воздуха самого жаркого месяца (июль)		
+32,0		
- средний максимум температуры воздуха самого жаркого месяца (июль)		
+18,4		
2. Годовая повторяемость направлений ветра (по румбам), %:		
С -14	ЮВ - 13	З - 13
СВ - 8	Ю - 16	СЗ - 15
В - 5	ЮЗ - 16	Штиль - 10
3. Среднемесячная и годовая скорость ветра, м/с:		
I - 6,8	V - 6,7	IX - 5,4
II - 6,4	VI - 6,0	X - 6,2
III - 6,8	VII - 5,4	XI - 6,4
IV - 6,8	VIII - 5,2	XII - 6,7
Год - 6,2		
4. Скорость ветра, превышение которой составляет 5 % , м/с:		
15,0		
5. Месячное и годовое количество осадков, мм:		
I - 21	V - 31	IX - 47
II - 17	VI - 36	X - 43
III - 21	VII - 53	XI - 27
IV - 23	VIII - 52	XII - 23
Год - 394		
6. Среднемесячная и годовая относительная влажность воздуха, %:		
I - 79	V - 84	IX - 87
II - 80	VI - 80	X - 88
III - 81	VII - 74	XI - 84
IV - 83	VIII - 81	XII - 81
Год - 82		
7. Число дней со снежным покровом:		
239		
8. Дата образования устойчивого снежного покрова (средняя):		
8 октября		
9. Дата схода снежного покрова (средняя):		
1 июня		
10. Среднее число дней с туманом:		
I - 4	V - 5	IX - 5
II - 3	VI - 3	X - 5
III - 3	VII - 0,8	XI - 3
IV - 4	VIII - 3	XII - 4

Год – 43	
11. Средняя продолжительность тумана в день с туманом, час:	
4,2	
12. Коэффициент стратификации $A = 200$	
13. Коэффициент рельефа местности $K = 1$	
14. Фоновые концентрации вредных веществ:	
Примесь	Значение, мг/м ³
Взвешенные вещества	0,170
Оксид углерода	1,500
Диоксид азота	0,050
Оксид азота	0,021
Диоксид серы	0,015

Рельеф и гидрография. Рельеф относительно плоский, поверхность ровная, слаборасчлененная с полигонально-валиковым микрорельефом, с термокарстовыми понижениями. Абсолютная высота рельефа находится в диапазоне от 10–30 м в долинах рек до 60–80 м в бассейне. Основная часть территории имеет абсолютную отметку 40-60 м. Глубина эрозионного вреза речной сети достигает 25-35 м.

Поймы рек двусторонние, низкие, болотистые. В поймах крупных рек много озер и стариц, которые находятся на разных стадиях зарастания. Заболачивание пойм можно проследить практически повсеместно. Малые уклоны местности способствуют меандрированию русел рек (рисунок 2), коэффициенты извилистости колеблются от 1,0 до 2,5. Ширина русел колеблется от нескольких метров (небольшая река) до 300 м (р. Хадутте). Во время половодья реки могут затапливать пойму на несколько километров. Берега русел, как правило, невысокие (до 3-5 м), где они подходят к склонам долин, высота берегов может составлять 10-15 м. 6 м / с при отменях и паводках может достигать 2,0 м / с.



Рисунок 2 - Фотографии меандрирования реки Евояха

Вогнутые берега подвержены интенсивной эрозии: от 0,1-0,3 м/год на малых реках до 2,0-3,0 м/год на больших реках.

Рассматриваемая территория находится в зоне непрерывного распространения многолетнемерзлых пород (ММП), где подземное питание рек осуществляется за счет грунтовых вод деятельного слоя и русловых и подрусовых таликов. Основной

фазой водного режима всех рек территории является половодье. В некоторые годы в период половодья проходит до 90% годового стока, также наблюдаются максимальные расходы и наибольшие уровни воды.

Весенний подъем уровня на реках начинается в середине мая на юге и в конце мая--начале июня на севере территории. Продолжительность половодья в среднем составляя около 2-х месяцев. Подъем уровня воды происходит очень интенсивно - до 0,5-1,0 м/сут, причем вода в начале половодья часто течет поверх снега и льда. Спад половодья происходит более плавно, чем подъем. После прохождения половодья устанавливается летняя межень, которая может прерываться дождевыми паводками, но высота подъема уровней не превышает максимумов половодья. На малых речках и ручьях сток в засушливые периоды лета может прекращаться совсем. Средняя продолжительность летне-осенней межени от 30 до 40 дней. Перед ледоставом уровни воды могут повышаться на 0,3-0,5 м из-за выпавших осадков и из-за сужения русел в результате ледовых явлений.

Зимняя межень на реках территории устанавливается в конце сентября на севере и в начале-середине октября на юге. Зимние уровни обычно устойчивы. Большинство рек, особенно в северной половине территории, в зимний период перемерзает. При теплом лете и более глубокой оттайке деятельного слоя грунтов на малых речках и ручьях зимний сток длится дольше обычного, и могут образовываться наледи. Длится зимняя межень примерно 210 дней в году. Толщина льда, если позволяют глубины, может достигать 1,1-2,0 м. Ледоход на юге территории происходит в конце мая, на севере - в первой декаде июня.

Характерной особенностью территории является обилие озер и их повсеместное распространение. По генезису озерные котловины подразделяются на реликтовые, термокарстовые и водно-эрозионные, причем влияние термокарстовых процессов сказывается на всех озерах; часто встречаются спущенные озера - "хасыреи".

По морфометрическим особенностям озера подразделяются на водораздельные, старичные и озеровидные расширения русел рек.

К водораздельным относится основная масса озер, расположенных на

водораздельных пространствах. Их размеры варьируются от нескольких десятков квадратных метров до нескольких квадратных километров. Максимальные глубины могут достигать 4,0 м; некоторые озера могут достигать глубины 20 м и более. Ложа озер в основном песчаные, местами могут быть заторфованы и заилены. Берега сложены песками и супесями, часто заторфованы. Многие озера проточные или имеют русловой сток.

Старичковая группа озер включает в себя довольно много старичных водоемов, расположенных в долинах рек. Они связаны с реками ручьями, часто заросшими и заболоченными. Максимальные глубины озер колеблются от 1,5 до 8,0 м; средние глубины большинства озер составляют 2-3 м. Дно озер песчаное, местами покрыто слоем ила. Берега песчаные, заторфованные достигают высоты 6-7 м.

Весной на всех типах озер наблюдается значительный максимальный уровень подъема воды. Максимальные уровни наблюдаются в конце мая - начале июня, через 5-10 дней после перехода среднесуточных температур воздуха на 0°C. Минимальные уровни наблюдаются в июле-августе, затем происходит незначительное повышение уровня, обусловленное выпадением осадков и уменьшением испарения с водной поверхности. Уже в начале зимнего периода сток из озер прекращается из-за перемерзания ручьев и топей.

Продолжительность постоянного замерзания на озерах составляет 8,0-8,5 месяцев. Ледяной покров формируется через 1-2 дня после перехода среднесуточной температуры воздуха выше 0°C, обычно в конце сентября--начале октября. Большинство озер (до 1,5 м глубиной) полностью замерзнут к концу зимы, или в дноуглубительных работах будет незначительное количество воды. Максимальная толщина льда в этих озерах составляет 1,7-1,9 м, обычно 1,2-1,5 м.

Болота встречаются в бассейне водораздельных пространств и в полостях пониженных или заросших озер. Площадь водно-болотных угодий составляет в среднем 23%. Карнавальские массивы варьируются от 0,04 до 4-6 км².

Болотные массивы представлены мерзлотными болотами (до 73 % площади всех болот), остальные – тальми болотами. К мерзлотным относятся

полигональные, полигонально-бугристые и плоскобугристые типы болот, к талым – травяно-моховые и травяные типы.

С 1970 года Государственная служба по наблюдению за загрязнением окружающей среды (ГСН) Росгидромета проводит комплексный мониторинг качества поверхностных вод по физико-химическим и гидробиологическим показателям в нижнем течении реки Пур на пункте пропуска Уренгой, который совпадает с гидрологической станцией. В бассейне нижнего течения реки Пур расположены реки Малый Ямсовей, Ево-Яха, Нюди-Есета-Яха, Арка-Есета-Яха и Арка-Таб-Яха.

Результаты наблюдений представлены за 2009–2016 гг. Вода реки Пур на всех этапах водного режима характеризуется низкой минерализацией, которая достигает 40 мг / л в период паводка и увеличивается до 100 мг / л в период межени. По соотношению основных ионов вода реки относится к гидрокарбонатному классу, группе кальция. В период межени в химическом составе воды преобладают гидрокарбонатные ионы, относительное содержание которых до 40 % экв. В половодье значительной разницы в концентрации HCO_3^- , SO_4^{2-} и Cl^- не наблюдается (от 10 до 24 % экв). В катионном составе преобладают ионы Ca^{2+} .

Среднее количество взвешенных веществ в воде незначительно – от 10 до 50 г/м³. Наибольшая мутность воды (250 г/м³) отмечена в пробе 2011 г.

Повышенная цветность воды обусловлена поступлением в речные воды из болот окрашенных гумусовых веществ и их комплексных соединений с железом (рисунок 3).



Рисунок 3 - Фотография река Евояха в окрестностях г. Новый Уренгой, окрас которой говорит о больших концентрациях Fe

Для воды реки Пур характерна высокая фоновая концентрация железа, что объясняется обилием на водосборе болот. Содержание железа во время весеннего половодья варьируется в пределах 1,2–2,0 мг/л, в период межени концентрация его достигает до 4,0 мг/л. По содержанию железа вода характеризуется как незначительно загрязненная.

Среднее содержание кислорода, растворенного в воде, в целом благоприятное - от 5,8 до 9,2 мг/л. Однако зимой во время межени в 2011 году наблюдалось снижение содержания кислорода в воде на уровне 3,2 мг / л, которое было 22% насыщения кислородом водой. Значения рН незначительно изменяются в течение года и составляет 6,4-6,5. Наименьшие значения наблюдаются летом. По этому показателю вода реки Пур характеризуется как слабокислая.

Основным загрязнителем воды в пункте пропуска Уренгой являются нефтепродукты. Их концентрация находилась в диапазоне 0,20-3,43 мг/л, что значительно превышало максимально допустимую концентрацию (ПДК) как для источников водоснабжения (0,10 мг /л), так и для рыбного хозяйства (0,05 мг /л).

Концентрации фенола также были высокими. Их средние значения варьировались от 0,002 мг/л (2 ПДК) до 0,031 мг/л (31 ПДК). Из микроэлементов достаточно высокие концентрации наблюдались для меди. Средние значения варьировались от 0,0029 мг/л (3 ПДК) до 0,0098 мг/л (10 ПДК). Максимальное наблюдаемое содержание в образце - 0,023 мг/л (23 ПДК). Среди биогенных элементов для воды характерны минеральные формы азота. Средние концентрации нитратов варьировались от 0 до 0,327 мг/л, что значительно ниже ПДК. Содержание нитритов изменялось от 0 до 0,023 мг/л, в отдельных пробах превышало ПДК для рыбохозяйственного значения (0,02 мг/л). Средняя концентрация аммонийного азота варьировала от 0,53 до 1,44 мг/л. Превышение ПДК наблюдалось не только для воды рыбохозяйственного (0,39 мг/л), но и питьевого назначения (0,50 мг/л).

Геология района. Вся территория автономного округа располагается в пределах Западно-Сибирской эпигерцинской плиты, фундамент которой сложен дислоцированными и метаморфизованными палеозойскими отложениями, близкими по своему характеру аналогичным породам Урала. Глубина залегания палеозойских пород в среднем 7 км.

Поверхность палеозойских пород нивелируется чехлом мезокайнозойских отложений, мощность которого превышает 1 км, а в отдельных впадинах и синеклизах палеозойского фундамента - 3 - 6 км.

Мезозойские свиты Западной Сибири представлены морскими и континентальными песчано-глинистыми отложениями. Общая мощность их в некоторых районах достигает 2,5 - 4 км. Чередование морских и континентальных фаций указывает на тектоническую подвижность территории и неоднократные смены условий и режима осадконакопления на опустившейся в начале мезозоя Западно-Сибирской плите.

В ходе своего развития Западно-Сибирская плита не раз захватывалась морскими трансгрессиями. Палеогеновые отложения преимущественно морские и состоят из серых глин, аргиллитов, глауконитовых песчаников, опок и диатомитов. Они накапливались на дне палеогенового моря.

Из Западной Сибири это море ушло в середине олигоцена, и она превратилась в огромную озерно-аллювиальную равнину. Поэтому верхнепалеогеновые отложения представлены здесь уже песчано-глинистыми континентальными фациями.

Дифференцированные опускания Западно-Сибирской плиты в мезозое и кайнозое обусловили преобладание в ее пределах процессов аккумуляции рыхлых отложений, мощный покров которых нивелирует неровности поверхности герцинского фундамента. Поэтому современная Западно-Сибирская равнина отличается в целом плоской поверхностью.

События четвертичного периода оказали особенно большое влияние на формирование ландшафта на севере Западной Сибири. В течение этого времени территория испытывала неоднократные опускания и по-прежнему была областью морских и ледниковых отложений. Мощность четвертичного покрова достигает в

северных и центральных районах 200 - 250 м. Нижнечетвертичные отложения представлены на севере равнины аллювиальными песками, заполняющими погребенные долины. Подошва аллювия располагается в них иногда на 200 - 210 м ниже современного уровня Карского моря. Выше их на севере обычно залегают доледниковые глины и суглинки с ископаемыми остатками тундровой флоры, что свидетельствует о начавшемся уже тогда заметном похолодании в Западной Сибири. Среднечетвертичное время в северной половине равнины было эпохой морских трансгрессий и неоднократного оледенения.

Остается много спорного в вопросах о характере, размерах и количестве древних оледенений этой территории. Мнения исследователей оледенения севера Западной Сибири разделяются. Так, по мнению геолога Сакса В.Н. и геоморфолога Лазукова Г.И., оледенение началось здесь еще в нижнечетвертичное время и состояло из четырех самостоятельных эпох: Ярской, Самаровской, Тазовской и Зырянской. Геологи Яковлев С.А. и Зубаков В.А. насчитывают даже шесть оледенений, относя начало наиболее древнего из них к плиоцену.

С другой стороны, есть сторонники и однократного оледенения Западной Сибири. Лишь одно четвертичное оледенение Западной Сибири признает геолог Громов В.И. По мнению географа Попова А.И. на территории Западной Сибири не было обширных ледниковых покровов, так как типичные морены имеются лишь в крайних западных (у подножия Урала) и восточных областях (вблизи уступа Среднесибирского плоскогорья).

Палеоботанические материалы позволяют считать, что после оледенения был период с несколько более сухим и теплым климатом, чем сейчас. Это подтверждается, в частности, находками пней и стволов деревьев в отложениях тундровых районов полуострова Ямал и полуострова Гыданский на 300 - 400 км севернее современной границы древесной растительности и широким развитием на юге тундровой зоны реликтовых крупнобугристых торфяников.

НГХК расположен в центральной части обширной криолитозоны Западной Сибири в пределах салехардских ледниково-морской и морской равнин. С поверхности салехардская равнина сложена преимущественно песчаными и

супесчаными отложениями, перекрытыми суглинками и супесями. В западной части района отложения салехардской свиты на две трети территории покрыты торфом. Наблюдается эпизодическое и постоянное обводнение грунтов (уровень воды не менее 3 м). Характерно повсеместное распространение ММП. Площади участков с разобщенной мерзлотой увеличиваются с севера на юг, в целом, и от водоразделов к речным долинам, в частности. В этих же направлениях возрастают и толщины талых зон: глубина слоя сезонного протаивания в органогенных и минеральных грунтах достигает соответственно 0,5 м и 3,0 м.

Под руслами рек и озерами кровля мерзлоты погружается до 10-30 м. Подошва ММП находится на глубине 430-480 м в глинопесчаных отложениях тибейсалинской свиты с максимальными значениями на крыльях структур.

Многолетним промерзанием охвачены четвертичные отложения чеганской свиты, эоценовые отложения и верхи палеоценовых отложений верхней подсвиты тибейсалинской свиты. Песчаноглинистые и глинопесчаные отложения некрасовской серии, чеганской и тибейсалинской свит, а также пористые диатомовые глины верхней части ирбитской свиты (среднелюлинворская подсвита) являются неустойчивыми мерзлыми породами и характеризуются интенсивным кавернообразованием в процессе бурения. К менее кавернозным участкам относятся интервалы 200-260 м и 320-380 м, свойственные мерзлой толще ирбитской и тибейсалинской свит. Слабокавернозные участки представлены интервалом 400-550 м, характерны для сильно заглинизированных пород, в т.ч. содержащих пропластки песков малой мощности.

Температура ММП достигает минус 5 °С (Северо-Уренгойская и Ен-Яхинская площади). Температура в межмерзлотных таликах близка к нулевой, а в нижней части разреза ММП колеблется от плюс 1 до минус 2 °С. Ниже залегают пески, глины – алевритистые опоковидные, аргиллитоподобные; чередование песчаников, глин, алевролитов, аргиллитов.

На территории междуречья рек Табьяха и Евояха межмерзлотный талик прерывается на безлесных водораздельных участках, занятых торфяниками, а также на отдельных интенсивно выхолаживаемых безлесных участках водоразделов с

низкотемпературными минеральными грунтами. Южнее площадь с двухслойным строением ММП резко расширяется, и в окрестностях г. Новый Уренгой распространение межмерзлотного талика принимает региональный характер. Глубина до кровли талика в общем плане уменьшается с севера на юг от 50-60 м до 20-30 м, а до подошвы, наоборот, возрастает от 60-80 м до 100-150 м. Толщина талика достигает 100 м и более.

Из-за большой протяженности в меридиальном направлении и плоскостности области зафиксировано увеличение среднегодовой температуры горных пород с севера на юг. В поймах крупных и средних рек в северной лесной тундре температура почвы колеблется от 0 до минус 5 °С, а на юге - от 0 до минус 2,5 °С. В районах торфяников и бесклассовых тундр она повышается примерно на 1 °С на 100 км и колеблется от минус 2 до минус 7 °С. Температура почвы в долинах рек Евояха, Нгарка-Табьяха, Табьяха, Хадутгэ и их притоков на 2-3 °С выше, чем на водоразделах, и изменяется от 0 до минус 3 °С. Повышение температуры обусловлено отепляющим влиянием подземных вод и более мощным снежным покровом. На водоразделах температура грунтов повышается в направлении к долинам рек и изменяется в пределах от минус 2 до минус 4 °С. Наиболее высокие температуры ММП (от 0 до минус 1 °С) отмечаются на залесенных придолинных участках.

Расположение НГХК характеризуется широким спектром современных геологических процессов, включая криогенные процессы и заболачивание. Эрозия и эоловые процессы развиваются локально. Из криогенных процессов в первую очередь следует отметить криогенное пучение (сезонное и многолетнее) сезонно-талого слоя, которое широко развито в пределах всех геоморфологических уровней, за исключением пойм рек. В пределах высоких уровней, сложенных суглинками, супесями, половина типов природно-территориальных комплексов характеризуется интенсивным проявлением сезонного пучения. Пойменные типы природно-территориальных комплексов сложены песчаными грунтами, поэтому сезонное пучение здесь развито локально и приурочено к заболоченным участкам.

На территории НГХК отмечается криогенное растрескивание мерзлых грунтов. Протяженность трещин от нескольких метров до десятков метров. Глубина не превышает нескольких метров. Площади криогенного растрескивания грунтов увеличиваются с юга на север. Морозобойные трещины и полигонально-жильные льды приурочены к массивам торфяников и полигонально-валиковых болот.

Из криогенных процессов встречаются также термокарст и солифлюкция. В поймах рек Хановой-Яха, Логачей-Яха, Харуа-Яха, Нгарка-Табьяха, Табьяха в зимний период при промерзании русла возможно образование наледей.

1.2 Особенности почвенно-растительного покрова тундровых сообществ

На территории ЯНАО в связи с большой протяженностью с севера на юг происходит зональная смена почв. На Северо-Уренгойском месторождении, расположенном в подзоне южной тундры, развиты болотно-тундровые торфянисто-глееватые почвы и почвы остаточного-торфяно-глеевые бугров в комплексе с торфянисто-глеевыми почвами мочажин.

К югу от р. Хадуттэ, в подзоне северной лесотундры, именно в этой зоне расположен НГХК, преобладают ландшафты редколесий с участками тундры, в связи с чем на относительно дренированных местоположениях получили распространение тундровые глеевые и тундровые торфянисто-глеевые, а также поверхностно-элювиально-глееватые (глеевые) почвы. В комплексе с тундровыми глеевыми почвами встречаются тундровые торфянисто-перегнойно-глеевые почвы. Тундровые глеевые и поверхностно-элювиально-глеевые почвы на данной территории образуют округло-бугорковатые комплексы с глееватыми (глеевыми) почвами пятен. В понижениях рельефа тундрово-глеевые почвы создают мелко контурные сочетания с болотными почвами (торфянисто- и торфяно-глеевыми).

Далее на юг, в подзонах южной лесотундры и северной тайги, доминирующее положение среди зональных почв начинают занимать поверхностно-элювиально-глееватые (глеевые) и поверхностно-подзолистые элювиально-глееватые (глеевые) почвы. Они повсеместно образуют округло-пятнистые комплексы с почвами пятен, лишенных растительности, но на местах распространения поверхностно-подзолистых элювиально-глеевых почв пятен, как правило, меньше. На пониженных местоположениях эти почвы сочетаются с торфянисто-подзолисто-элювиально-глееватыми, торфянисто-элювиально-глеевыми и болотными почвами.

Значительная доля в структуре почвенного покрова всей

рассматриваемой территории принадлежит болотным почвам. Наиболее распространены сочетания торфяно-глеевых, торфяных почв различной мощности с мерзлыми почвами плоско-бугристых и крупнобугристых торфяников. Незначительно распространены собственно подзолы, приуроченные к породам песчаного механического состава. Они образуют как самостоятельные участки, так и сочетаются с поверхностно-элювиально-глееватыми и поверхностно-подзолистыми элювиально-глееватыми почвами в полигонально-ложбинных экосистемах.

Химические свойства почв во многом определяются бедностью материнских пород, а вследствие этого и природных вод, а также специфичностью круговорота элементов: относительно малой зольностью растений, медленным разложением органического вещества и длительным выпадением из кругооборота минеральных соединений.

Содержание водорастворимых солей во всех рассматриваемых типах почв составляет тысячные доли процента от веса почвы. Состав солей гидрокарбонатно-хлоридный. Почвенные растворы также характеризуются невысокой минерализацией. Среди анионов в них преобладают гидрокарбонат-ионы (10-85 мг/л); содержания ионов кальция и магния не превышают 10-30 и 2-12 мг/л соответственно. Для почв, особенно торфяных, характерны кислая реакция среды и крайне низкая насыщенность основаниями. Содержание битуминозных веществ в незагрязненных почвах, как правило, не превышает 0,45 г/кг.¹

В южной части рассматриваемого региона происходит переход северо-таежных растительных ассоциаций в тундровые. По мере продвижения к северу тундровая растительность занимает все более обширные участки, и крайний север территории становится типично тундровым. Широкое распространение болот и торфяников, являющихся азональными комплексами, в значительной мере сглаживает широтное распространение

¹Васильевская В. Д., Иванов В. В., Богатырев Л.Г. Почвы Севера Западной Сибири. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1986.227 с.

растительности.

Сильное влияние на формирование растительности оказывают короткий вегетационный период, низкие температуры воздуха и почвы, а также высокое влагообеспечение за счет хорошо развитой сети рек, озер и малой испаряемости влаги. В связи с большой изменчивостью литологического состава поверхностных отложений, форм мезо- и микрорельефа и условий увлажнения грунтов характерна пестрота и неоднородность растительного покрова, частая смена почвенных разностей и растительных сообществ.

На территории Северо-Уренгойского месторождения флора представлена кустарниками (березка карликовая, ольховник, ивы), кустарничками (подбел, арктическая толокнянка, дриада и др.), различными травами и мхами.

В междуречье рек Хадуттэ и Евояха, относящемся к зоне северной лесотундры, растительность представлена сложным сочетанием кустарниковых тундр, лиственничных редколесий и болот. Редколесья приурочены, в основном, к долинам рек, встречаются также в приречных частях водоразделов, на участках междуречий и по окраинам болот; состоят преимущественно из лиственницы, реже из ели сибирской и березы извилистой. Распространены заросли ив, ольховника, кустарникового ерника. Напочвенный покров чаще всего представлен кустарничками, мхами и лишайниками.²

В зоне лесотундры распространены кустарниковые (ерниковые, ивняковые, ольховниковые), кустарничково-лишайниково-моховые и кустарничково-мохово-лишайниковые тундры; реже встречаются пятнистые кустарничково-лишайниковые тундры. В напочвенном покрове отмечено хорошее развитие лишайников с преобладанием кустистых форм (кладина оленья, кладина лесная и пр.). Такие тундры обычно служат зимними

²Васильевская В.Д. Почвообразование в тундрах Средней Сибири. М.: Наука, 1980. 235 с.

пастбищами оленей

Болота сочетаются с разными типами лесной и тундровой растительности. На более сухих плоских буграх произрастает лишайниково-сфагново-кустарничковая растительность с господством таких видов, как: ерник, багульник, морошка, лишайники и сфагновый мох. В топях (ернях) преобладает сфагново-осоковая и сфагново-душицево-осоковая растительность.

Переход от лесотундры к северной тайге весьма постепенный и незаметный. Севернее р.Евояха распространены предтундровые редколесья - узкие вытянутые вдоль рек полосы редкостойных лесов в сочетании с обширными по площади мохово-кустарничковыми сообществами без древостоя. Такие леса характерны и для долин рек Арка-Есетаяха и Малхойяха.

Растительность водоразделов северной тайги представлена сочетанием елово-лиственничных моховых или мохово-лишайниковых лесов с массивами комплексных плоско- и крупнобугристых, а также грядово-мочажинных болот. На северных вырубках и гарях вместо елово-лиственничных лесов развиваются вторичные березовые леса и ерниковые тундры с лишайниковым покровом.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что на территории ЯНАО преобладают торфяные и тундрово-глеевые почвы. Среди растительности наибольшее распространение имеют мхи, лишайники и карликовые деревья и кустарничковые.

1.3 Особенности педогенеза ЯНАО: глеевое и неглеевое почвообразование

На территории Ямало-Ненецкого АО преобладает глеевое почвообразование. Процессу оглеения посвящено множество работ у Вергинина П.В., Высоцкого Г.Н. и др. Под оглеением понимается биохимический процесс в почвах при котором происходит редукция железа и прочих элементов под воздействием органического вещества и биоты.

Важно отметить, что по поводу определения масштабов проявления глеевого процесса на территориях крайнего севера носит дискуссионный характер. В одном случае, считается, что оглеение имеет широкое распространение на таких территориях и проявляется в тундрово-глеевых почвах (глееземов). Данной точки зрения придерживаются такие авторы, как Караваева Н.А., Тетерина Л.В., Еловская Л.Г. и др. В другом случае, считается что, для данной местности оглеение протекает слабо, присутствие в почвенном покрове суглинистых неглеевых почв, происхождение которых объясняют разными причинами, среди которых: криогенез, низкие температуры почв, подавленные биологические процессы и пр. Приверженцы данного мнения – Соколов И.А., Наумов В.Д., Мажитова Г.Г., Губин С.В. и др. Если же в описании морфологии оглеения большинство авторов сходятся в одном мнении (холодные тона окраски - серый, сизый, зеленоватый), то в трактовке процессов мнения сильно разнятся.

К сожалению, на сегодняшний день, существующие в современной классификации (Классификация и диагностика почв России, 2004) типы криоземов и глееземов недостаточно полно описывают все разнообразие криогидроморфных почв, формирующихся на мерзлых суглинистых породах. В случаях, когда оглеение почвы выражено не явно (сочетание в профиле глеевого (G) и неглеевого (CR или B) или глееватого (CRg(Bg)) горизонтов) их нельзя отнести к какому-то конкретному одному типу. В соответствии с

той же классификации почв, признаки оглеения в криоземах могут быть выражены только глееватыми горизонтами, тогда как в глееземах, не может быть глееватых/неглееватых горизонтов.

Редукции железа (процессу оглеения) способствуют многие факторы, один из них это рельеф. В термокарстовых котловинах (аласов) преобладают органогенные почвы, в случае их осушения –минеральными- глееземами торфянистыми. Для претундровых редколесий в долинах водотоков характерны глееземы торфянистые, которые формируются возле злаковой, ивовой и моховой растительностью. В верхней и центральной частей водораздела формируются криоземы. Здесь преобладает лиственничная растительность в сочетании со злаковыми, кустарничковыми и лишайнико-моховыми ассоциациями. В нижних частях склона торфяно-криоземы глеевые. В сочетании со злаковой, моховой и лишайниковой растительностью. Таким образом, видно, что на формирование оглеения в почвах важную роль играет рельеф, поскольку именно в понижениях, пусть и не значительных, легче формироваться переувлажнению местности, а это один из решающих факторов данного почвообразования.³

В пределах тундры и претундровых редколесий распространены неглеевые почвы (криоземы). Отличительной способностью данных почв является их автономность, гидроморфизм и отсутствие оглеения. Они развиты в местах постоянного или временного переувлажнения, этому способствует многолетняя мерзлота или же близость водораздельных пространств. Вопрос отсутствия процессов оглеения в почвах данного типа до сих пор является открытым.⁴ Горизонты почв представлены на рисунке 4.

³Веригина К.В. К характеристике процессов оглеения почв // Труды Почвенного института АН СССР. М., 1953. Т.41. с. 198-252.

⁴Соколов И.А. Гидроморфное неглеевое почвообразование // Почвоведение. 1980а. № 1.с.21-32.

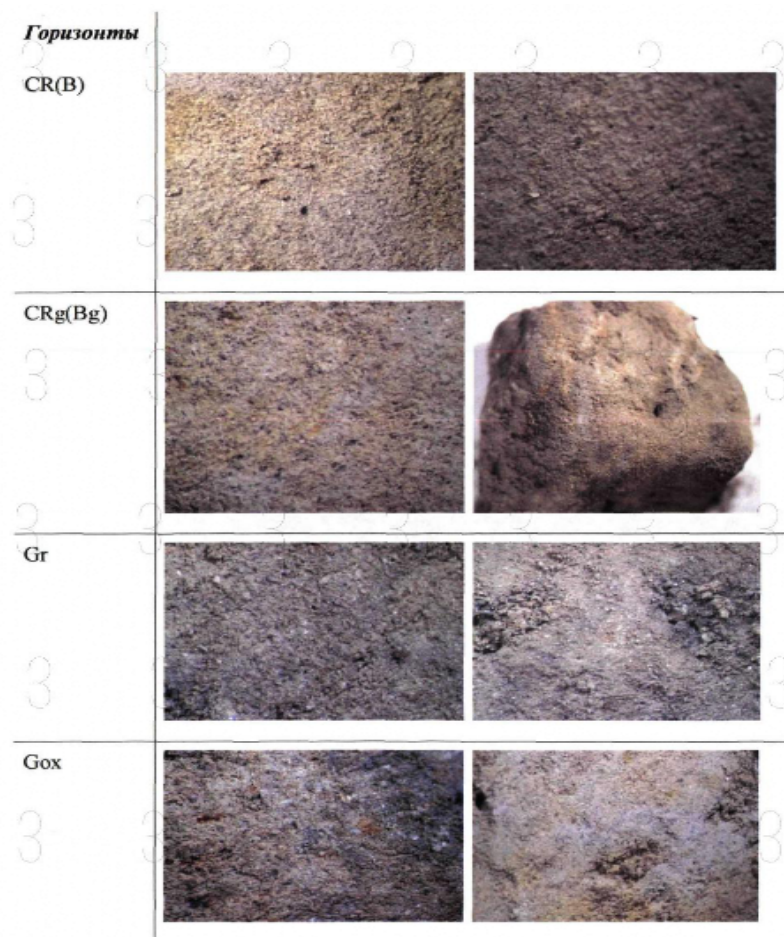


Рисунок 4 - Мезоморфология глеевых и неглеевых почв, где горизонт CR(B)-неглеевый; CRg(Bg) - глееватый; Gr -глеевый; Gox - горизонт редуцированного глея⁵

Таким образом, можно сделать выводы о том, что на территории Ямало-Ненецкого АО преобладает процесс глеевого почвообразования, что способствует редукации железа и других элементов под воздействием органического вещества и биоты.

Таким образом, на территории Ямало-Ненецкого АО преобладает глеевое почвообразование. Это связано с высокой переувлажнённостью территории.

⁵Мергелов Н.С. Почвообразование, почвенный покров и запасы углерода в колымских тундрах и редколесьях. Д.,2007.

2 ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА И ЗАПАСОВ ПОЧВЕННОГО УГЛЕРОДА В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

Район исследования почв - расположен на территории севера Западной Сибири, на территории Ямало-Ненецкого АО, на участке близ г. Новый Уренгой, в бассейне реки Пур и Евояха близ автомагистрали Новый Уренгой-Сургут.

Для расчетов запаса углерода использовались литературные данные, материалы, предоставленные с производственной практики, прямые расчеты содержания органического углерода. Запасы углерода в почвенном выделе рассчитывались на глубину сезонного протаивания. Для оценки постпирогенной динамики запасов Сорг расчет производился в минеральных горизонтах – для слоя мощностью 50 см, а в органогенных горизонтах – на их фактическую мощность. Запасы органического углерода оценивались отдельно для каждого компонента комплекса (почвы бугорка, пятна, ложбины), а позже усреднялись для всего комплекса.

Учет пирогенного воздействия территории осуществлялся с помощью анализа литературных источников, статистических данных и карты пожаров ЯНАО.

2.1. Почвенный покров и пространственные закономерности распределения запасов почвенного углерода

В связи с развитием нефтегазового комплекса в последнее время стало появляться множество исследований, касающихся углеродных соединений, в частности в почвах.

На основании проанализированных литературных источников видно, что большинство запасов Сорг в почвах сконцентрированы в торфяно-глеевых мерзлотных и в торфяных мерзлотных почвах, там, где воздействие многолетней мерзлоты снижает степень минерализации.

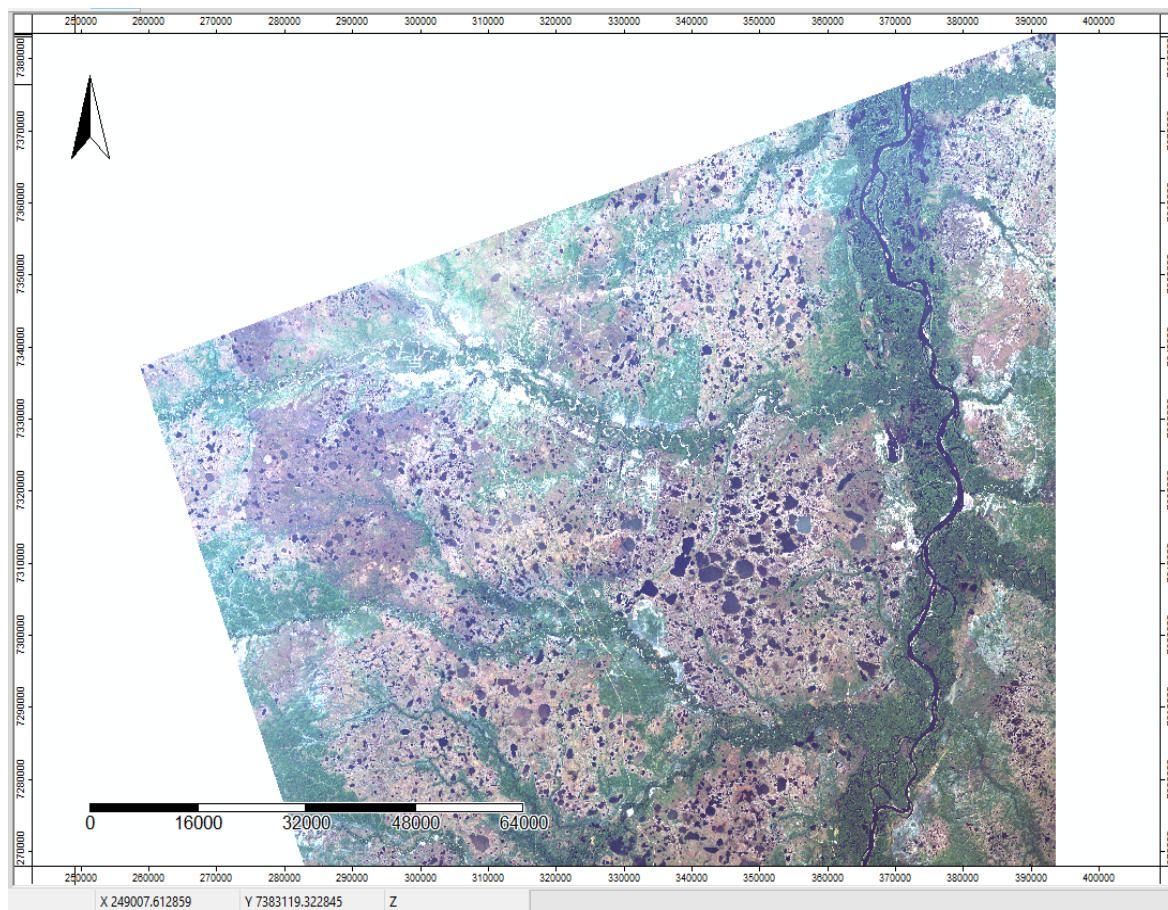
Согласно зарубежным исследованиям Tarnocai C., Canadell J.G., Schuur E.A.G., Kuhry P., а также российским - Мажитова Г.Г., Зимов С.А., Пастухов А.В., Каверин Д.А., запасы Соргв почвах в пределах первых трех метров в районах распространения многолетней мерзлоты составляют 1024 млрд т, из них 278 млрд т приходится на глеевые и торфяно-глеевые мерзлые почвы, 634 млрд т приходится на торфяные мерзлотные почвы.

Учитывая последние прогностические тенденции, касающиеся климатического сценария будущего, большинство из них сводится к тому, что к концу XXI века возможно повышение среднегодовой температуры на 4 – 7 °С, а также увеличение количества зимних осадков. Здесь важно учитывать, что территории крайнего севера весьма чувствительны к температурным изменениям.

Согласно исследованиям Мажитовой Г.Г. и Каверина Д.А. последние 20 лет на северных территориях глубина деятельного (сезонно-талого) слоя постоянно возрастала, при этом увеличение глубины сезонно-талого слоя на площадках CALM (программа Циркумполярного мониторинга деятельного слоя) в регионе значимо на 90-процентном уровне вероятности коррелировало с изменением индекса протаивания.

Учитывая все возможные прогностические сценарии изменения углеродного баланса в почвах на территориях крайнего севера, важно учесть, что при реализации подобных изменений (речь идет в первую очередь о климатических) это затронет не только масштабы региона, но и более широкие границы территорий

К возможным изменениям можно отнести сдвиг границы леса в сторону севера, за счет чего изменится углеродный сток и альbedo поверхности; таяние многолетней мерзлоты, увеличение эмиссии парниковых газов, оподзоливание и речной вынос органического вещества (рисунок 5).



Рис

унок 5 - Карта участка исследования, масштаб 1:700000

Известно, что запасы Соргов почвах на территориях крайнего севера, где господствует многолетняя мерзлота, очень значительны. Также есть участки, где находится углерод под мерзлой толщи, который в случае оттаивания легко минерализуется в почве. Намного меньше известно об углероде в компонентах различных экосистем и природных зон.

Для почв различных типов (рисунок 6) в границах исследуемой территории были рассчитаны запасы Сорг деятельного слоя, по отдельности дана оценка запасов органического углерода органогенных и минеральных горизонтов. Полученные данные представлены в виде самостоятельных картографических слоев по мощности деятельного слоя, запасам Сорг в минеральных и органогенных горизонтах. В таблице 2 представлена сводная информация по базе данных.

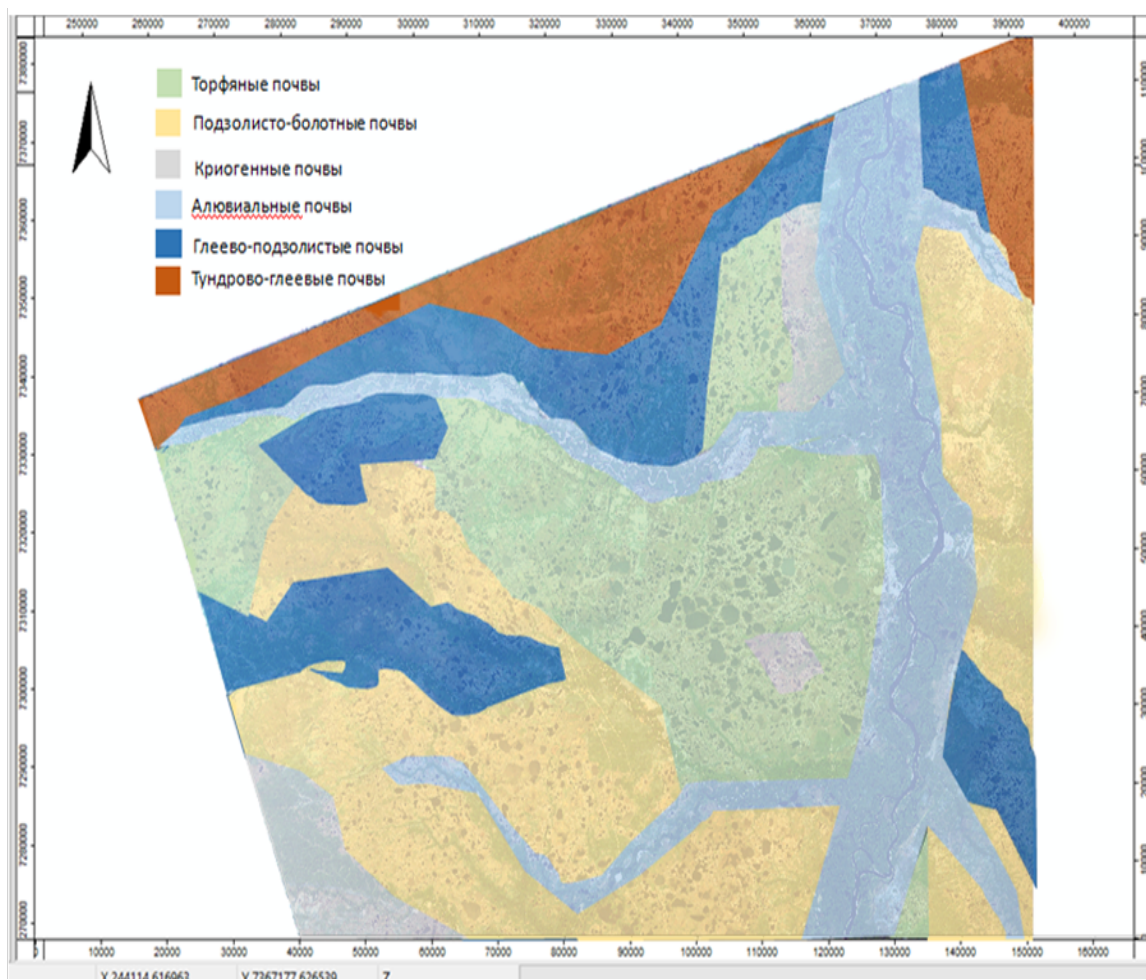


Рисунок 6 - Карта почв в районе исследования, масштаб 1:700000

Карта почв была составлена в программном обеспечении SAGAGIS версии 7.2

Таблица 2- Содержание Сорг в почвенных горизонтах

Типы почв	Описание ландшафта	Растительность	Мощность СТС, см	Общие запасы Сорг, кг/м ²	Запасы Сорг в органических горизонтах, кг/м ²	Запасы Сорг в минеральных горизонтах, кг/м ²	Запасы Сорг минеральных горизонтов, в % от общих запасов в СТС

Тундрово-глеевые	Подзона южной тундры	березка карликовая, ольховник, ивы, кустарничковые (подбел, арктическая толокнянка, дриада и др.), различные травы и мхи.	68	11,9	2,6	9,3	78
Глеево-подзолистые	Ландшафты редколесий с участками тундры	Кустарниковые растения, лиственничники, лишайниково-моховые ассоциации	50	30,1	8,2	21,9	73
Подзолисто-болотные	Полигонально-ложбинные образования	Лишайниково-моховые ассоциации, ольховник, кустарниковый ерник	41	24,3	12,7	11,6	48
Торфяные	Полигонально-валиковые болота пойме	Осочково-пушицево-моховые и мохово-кустарничковые ассоциации	45	18	11	7	39
Криогенные	Водоразделы	Сомкнутый лиственничник, горелый	57	14,5	5,6	8,9	61
Аллювиальные	Прирусловые валы, лайды	Моховые сообщества вейниковые, хвощовые	90	34,7	8,9	25,8	74

На основе имеющихся данных видно, что около 62% запаса органического углерода деятельного слоя приходится на минеральные горизонты. Наибольшее количество углерода содержится в глеево-подзолистых (30,1 кг/м²) и в аллювиальных (34,7 кг/м²) почвах, занимающих в ландшафте аккумулятивные позиции и имеющие большую мощность органогенных горизонтов. Запасы Сорг в минеральных горизонтах почвы в большинстве случаев превышает запасы углерода в поверхностном горизонте. Исключение составили болотные почвы (подзолисто-болотные и

торфяные), развивающиеся преимущественно в аккумулятивных позициях.

На основании расчетных данных была создана карта содержания Сорг в почвах для района исследования, которая приведена ниже (Рисунок 7).

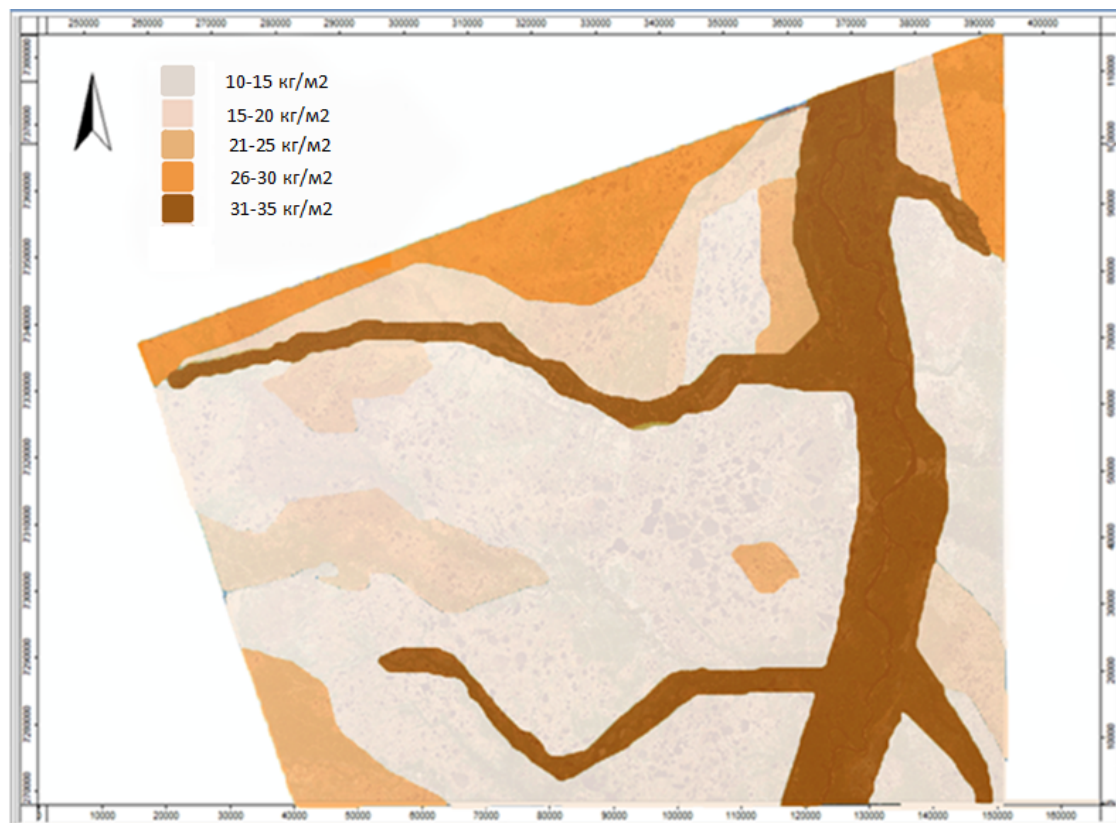


Рисунок 7 - Карта содержание Сорг в почвах района исследования, масштаб 1:700000

Также для наглядности была создана карта, где показано мощность деятельного слоя на территории района исследования (рисунок 8).

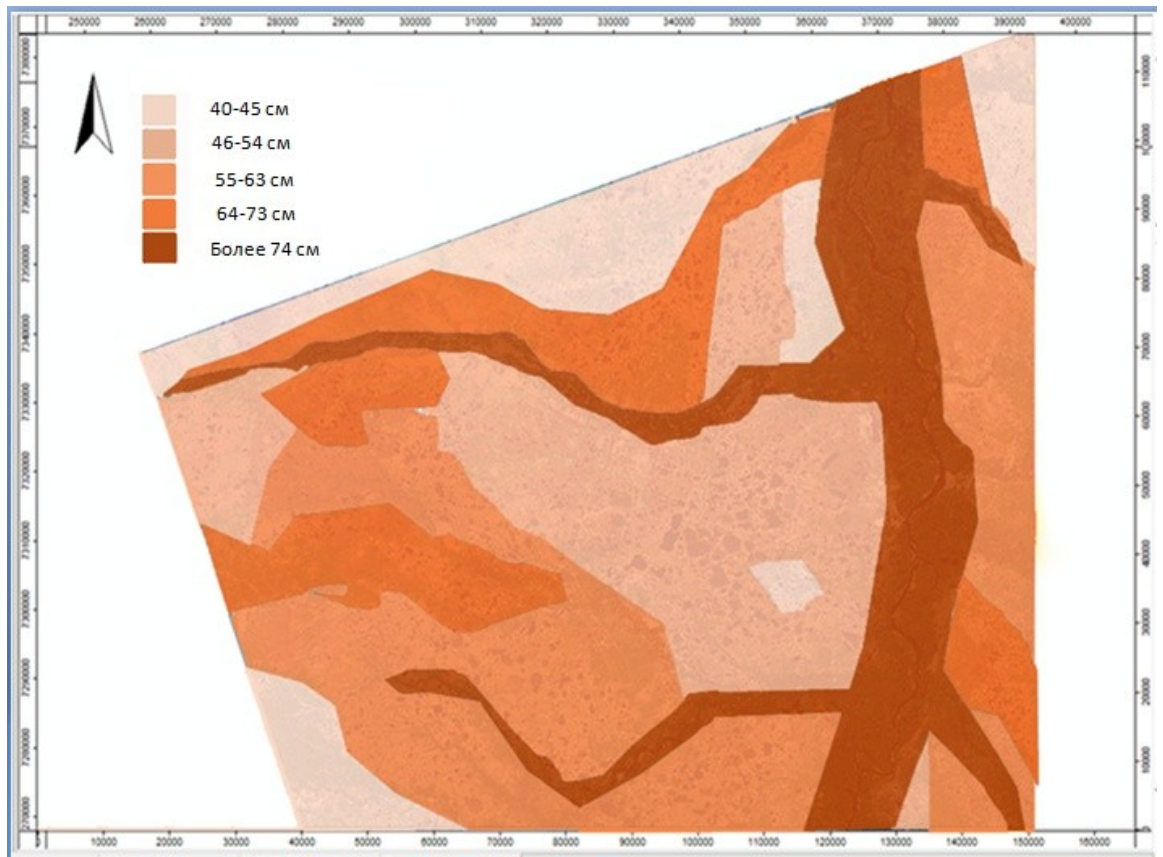
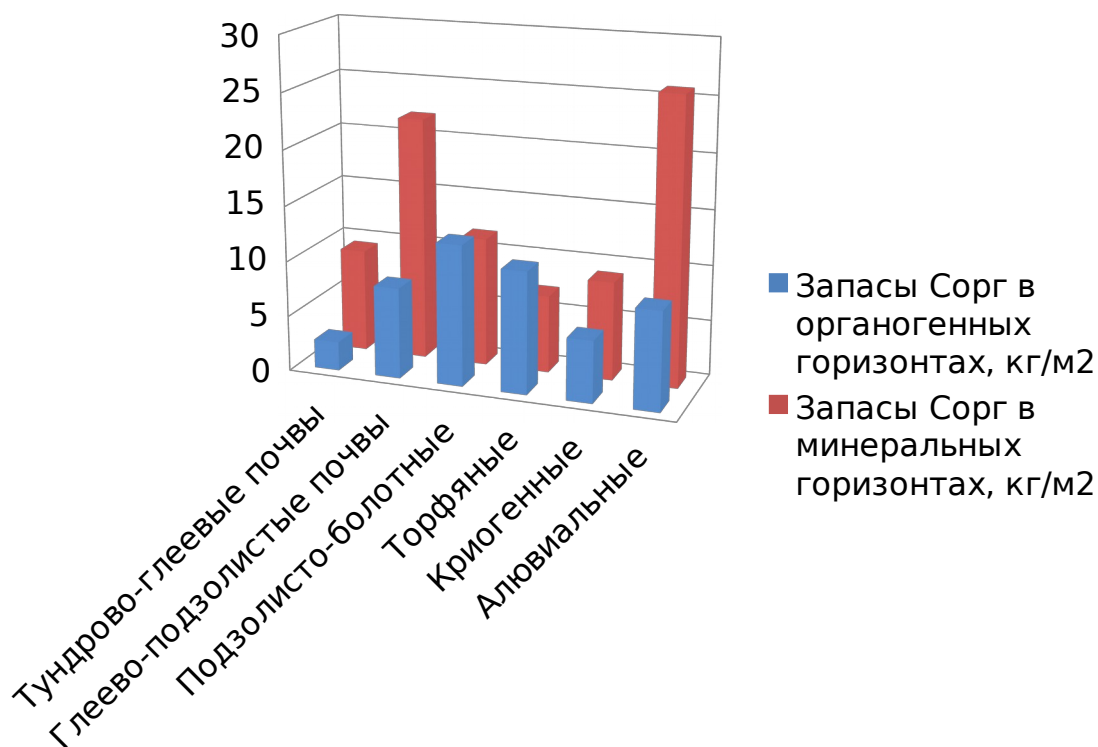


Рисунок 8 - Карта мощности деятельного слоя почв, масштаб 1:700000

Таким образом, из представленных выше данных видно, что наибольшие запасы органического углерода в минеральных горизонтах содержатся в аллювиальных и глеево-подзолистых почвах, а наименьшее в торфяных почвах (рисунок 9).



Рисун

ок 9 - Запасы Сорг в минеральных и органических горизонтах

Но распределение Сорг в органических горизонтах имеет совсем другую статистику. Наибольшее количество сосредоточено в торфяных, подзолисто-болотных и аллювиальных почвах. На такое распределение углерода может играть рельеф местности, количество влаги т. е. аккумулятивные участки. Запасы Сорг в минеральных горизонтах почвы в большинстве случаев превышает запасы углерода в поверхностном горизонте.

В случае реализации климатических прогнозов при оттаивании мерзлоты Сорг легко минерализуется в почве. Его вынос на поверхность может отрицательно сказаться на пирогенном факторе среды. Подробнее этот вопрос рассмотрен в главе 2.3.

2.2. Влияние нефтегазового техногенеза на почвенно-растительный покров экосистем ЯНАО

Территория автономного округа характеризуется существованием достаточно крупных по площади зон воздействия на окружающую природную среду.

Экстремальность экологической ситуации усугубляется спецификой природно-климатических, инженерно-геологических, геокриологических, гидрологических условий районов распространения многолетнемерзлых грунтов, а также повышенной уязвимостью арктических и субарктических экосистем.

По оценке, произведенной на основе инженерно-экологических изысканий государственного казенного учреждения "Ресурсы Ямала", 3,5% общей площади автономного округа относятся к критической зоне очень высокой техногенной нагрузки, 5% - к кризисной зоне высокой техногенной нагрузки, 3,5% - к напряженной зоне высокой нагрузки на олени пастбища, еще 5% - к относительно удовлетворительной зоне слабой техногенной нагрузки. Преобладает же в автономном округе (80% общей площади) удовлетворительная зона очень слабой техногенной нагрузки (таблица 3).

Таблица 3 - Характеристика экологической ситуации ЯНАО

Экологическая ситуация	Санитарно-гигиенические проблемы	Проблемы, истощения и утраты природных ресурсов	Доля в общей площади автономного округа (%)	Требования к использованию территории
1	2	3	4	5
Критическая. Зона очень	загрязнение атмосферного воздуха,	истощение поверхностных вод, нарушение почвенно-	3,5	не допускается размещение новых экологически опасных

высокой техногенной нагрузки	поверхностных вод; химическое загрязнение почв и подземных вод, неудовлетворительное качество питьевой воды	растительного покрова, деградация растительности, снижение биоразнообразия, активизация мерзлотных процессов		производств. Обязательное проведение рекультивационных работ санитарно-гигиенического и природоохранного направления
Кризисная. Зона высокой техногенной нагрузки	химическое загрязнение поверхностных и подземных вод, почв, неудовлетворительное качество питьевой воды	высокий уровень деградация естественных кормовых угодий и лесной растительности, истощение рыбных ресурсов	5	ограничения по размещению техногенных объектов. Реабилитационные мероприятия на нарушенных территориях
Напряженная. Зона высокой нагрузки на оленьи пастбища		истощение оленьих пастбищ в результате традиционной хозяйственной деятельности	3,5	сокращение нагрузки на оленьи пастбища. Проведение сельскохозяйственной рекультивации
Относительно удовлетворительная. Зона слабой техногенной нагрузки	низкое качество питьевой воды	деградация лесной растительности, сокращение площади лесов	5	хозяйственное освоение территории с учетом природоохранных ограничений. Развитие транспортной инфраструктуры. Проведение лесовосстановительных работ
Удовлетворительная. Зона очень слабой техногенной нагрузки		локальные нарушения в зонах влияния инфраструктурных объектов	80	сохранение естественных экосистем, традиционных видов хозяйственной деятельности коренного населения, организация ООПТ, размещение объектов туристской инфраструктуры

Новоуренгойский газохимический комплекс (НГХК) строится в 30 км от г. Новый Уренгой Ямало-Ненецкого автономного округа Тюменской области (рисунок 10).



Рисунок 10 - Местоположение НГХК и ближайшего населенного пункта

Производственная площадка комплекса расположена на территории Надым-Пуртазовского региона, где в настоящее время добывается до 90% российского голубого топлива. В непосредственной близости от комплекса располагается Уренгойское нефтегазоконденсатное месторождение. В соответствии с разрабатываемой Генеральной схемой развития газовой отрасли на период до 2030 г. проект направлен на повышение эффективности использования природных ресурсов, основан на международных принципах проектного финансирования. ОАО «Газпром» прогнозирует к 2020 г. прирост добычи природного газа с высоким содержанием этана, пропана, бутана с 90 до 160 млрд. куб. м.

Попутные нефтяные газы и легкие углеводородные газы (этан и частично пропан), образующиеся при подготовке газового конденсата к транспортировке и являющиеся уникальным сырьем для производства полиолефинов, а также развитая инфраструктура региона делают Новый Уренгой естественным и преимущественным местом для размещения газохимического комплекса.

Необходимый объем электрической и часть тепловой энергии планируется вырабатывать на газотурбинной электростанции (ГТЭС) мощностью 120 МВ, расположенной на производственной площадке. Тепло вырабатывается котельным комплексом (паровой и водогрейной котельными), собственные артезианские скважины будут обеспечивать потребности в воде. ⁶

Инфраструктура комплекса представляет собой систему, способную полностью оснастить производственную площадку НГХК водо-, тепло- и энергоресурсами. Первоочередные объекты уже введены в эксплуатацию.

Пожарное депо, расположенное непосредственно на территории производственной площадки, обеспечивает комплексное противопожарное сопровождение объектов НГХК (рисунок 11).

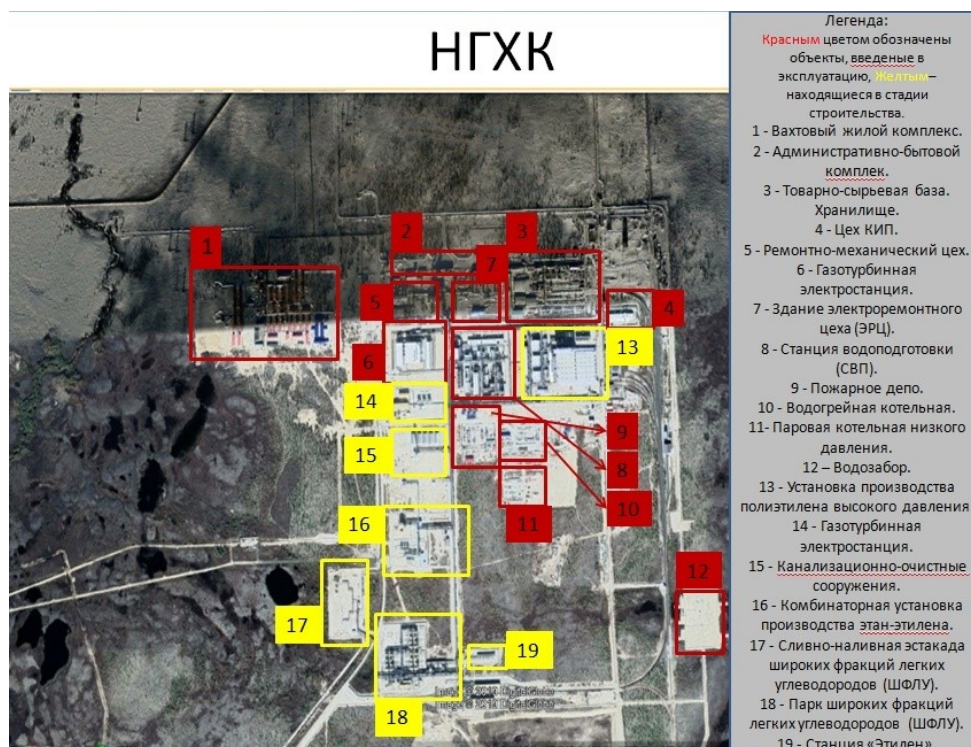


Рисунок 11 - Расположение объектов на территории НГХК

Кроме того, производственная инфраструктура комплекса включает в себя хранилища сжиженных газов, парк ШФЛУ, парк пропана, факельные

⁶<http://nghk.gazprom.ru/>

установки, склады реагентов, базу хранения оборудования, цех контрольно-измерительных приборов, установку компримирования и осушки воздуха с азотно-кислородной станцией, канализационно-очистные сооружения, комплекс утилизации отходов, объекты внешней инфраструктуры.

Строительство объектов основного производства находится на стадии монтажа оборудования, поставка которого уже осуществлена в полном объеме.

Доставка готовой продукции непосредственно до потребителя или же до ближайших речных и морских портов планируется в основном посредством железнодорожного сообщения со станции «Этилен», расположенной на территории комплекса. Наличие в непосредственной близости автотранспортной магистрали позволяет отгружать гранулированный полиэтилен автомобильным транспортом, а речной порт Ямбурга и расположенный в 40 км от комплекса порт «Коротчаево» дают возможность перевозить его по водному пути.

Особенностью комплекса является сокращенный технологический цикл, позволяющий получать этилен с концентрацией 99,9% непосредственно из этана и включающий следующие стадии:

- извлечение этана из сырьевого газа;
- получение этилена посредством высокотемпературного пиролиза этана с последующей очисткой газов пиролиза от примесей;
- низкотемпературное разделение газов пиролиза по фракциям с выделением этилена;
- получение полиэтилена на трех технологических линиях полимеризацией этилена в трубчатом реакторе под высоким давлением в присутствии в качестве инициатора процесса — кислорода.

Воздействие техногенных загрязнителей на почвы может привести к засолению, осолонцеванию и ощелачиванию почв, битуминизации, изменению минералогического и химического состава субстратов.

Механические воздействия (работа тяжелой техники) приводят к

формированию новых техногенных форм рельефа: положительных, представленных валами, насыпями, отвалами разнообразных грунтов, и отрицательных, связанных с земляными амбарами, карьерами, траншеями и т.д. Техногенная перестройка рельефа сопровождается дезинтеграцией грунтовых масс и изменением условий стока. Активизация и изменение рельефообразующих процессов могут сопровождаться возникновением вторичных форм рельефа - промоин, просадок, оползней, оврагов.

Встраивание технических объектов в природную среду приводит к изменениям:

- геофизических параметров из-за отепляющего/охлаждающего воздействия трубопроводных систем, факелов высокого давления, продувки скважин и т.д.;

- гидрологического режима из-за подтопления/осушения ландшафтов.

Специфическим для условий криолитозоны является тепловое воздействие эксплуатируемых объектов на ММП. Основными источниками теплового воздействия могут быть кусты скважин, трубопроводы, технологические здания.

Эти процессы, накладываясь друг на друга, формируют очень сложные поликомплексные изменения земной поверхности и свойств почв территории месторождений. Новообразованные почвы практически во всех случаях характеризуются неустойчивостью свойств, склонностью к дальнейшей деградации и разрушению. Установленные техногенные нарушения почвы следует рассматривать как пусковые механизмы мощных вторичных эволюционных процессов преобразования природной среды.

Таким образом, строительство НГХК сопровождается деградацией земель в результате изъятия их для размещения промышленных и жилищно-гражданских объектов, а также из-за нарушения, загрязнения, затопления, подтопления и эрозии почв. И следовательно, угрозу земельным ресурсам представляют безвозвратные потери ценных земель (в случае рассматриваемой территории – это площади оленьих пастбищ),

продолжающееся истощение почв, снижение их устойчивости к негативным антропогенным воздействиям, загрязнение земель токсикантами, развитие эрозии и вторичного засоления почв, подтопление и опустынивание под воздействием антропогенных факторов.

Практически любые вещества, входящие в состав формирующихся на ГХК техногенных потоков, являются геохимически активными, часто токсичными и достаточно опасными для почв.

Атмосферное загрязнение, являющееся следствием сжигания углеводородного сырья на факелах и запальных свечах, также оказывает интенсивное отрицательное воздействие на окружающие почвы и ландшафты в целом.

В таблице 4 приведены выявленные на территории НГХК первичные и вторичные признаки изменения земной поверхности и почв, возникшие как следствие механогенеза. Специфика ландшафтно-геохимических характеристик территории НГХК выражается в:

- а) низкой энергообеспеченности почвенно-геохимических процессов;
- б) интенсивном глеегенезе с комплексом разнообразных восстановительных процессов;
- в) высокой сорбционной емкости поверхностных субстратов (торфа разного состава и степени разложения), определяющей повышенную устойчивость битуминозных компонентов в экосистемах территории.

Таблица 4 -Характеристика механических воздействий на земную поверхность и почвы НГХК

Виды техногенных нагрузок	Характер воздействия	
	Первичные процессы, виды нарушений	Вторичные процессы, интенсивность и длительность

Трубопроводы	Увеличение глубины сезонного протаивания-промерзания; изменение условий снегонакопления, теплообмена и тепловыделения, наледи	Мощность талой зоны вокруг “теплых” трубопроводов возрастает в 2-3 раза. Возникают мерзлые ядра вокруг “холодных” трубопроводов
	Термокарст и термоэрозия (промоины, овраги)	Тепловая осадка грунта возможна и в зимнее время. Максимальные протаивания происходят в местах пересечения трассы уступов рельефа; протяженность новообразованных линейных форм может составлять десятки (реже сотни) метров
	Изменение гидрологического режима (нарушение поверхностного и подземного стока)	Подтопление, заболачивание, разрушение обваловок, провисание труб, перестройка морфологических и химических свойств почвы и структуры почвенного покрова
Гусеничная техника и другой автотранспорт (вне дорог с твердым покрытием)	Уничтожение растительного покрова: на равнинной поверхности - просадки, их обводнение; на пологих склонах возможна солифлюкция	Заболачивание, образование озер. Реконструктивная стадия преобразования рельефа начинается через 5-6 лет; цикл переформирования рельефа составляет 5-7 лет. Следы даже однократного прохода тяжелой техники не исчезают много лет
Не зарегулированный сброс вод от различных источников	Механическая суффозия, усадка торфов и разрушение торфяных массивов. При сбросе минерализованных вод происходит засоление почв. Эрозия и термоэрозия (оврагообразование)	Иссушение или заболачивание, изменение физико-химических и химических свойств почв. Скорость образования эрозионных форм рельефа до 300-400 м/год

Вместе с углеводородным загрязнением почв одновременно возможно их загрязнение другими геохимически активными соединениями. Значительную экологическую опасность представляют водорастворимые соединения, присутствующие практически во всех типах техногенных потоков. Распространенными причинами загрязнения почв и грунтов

являются также утечки из земляных амбаров, отстойников, мест захоронения буровых растворов.

Аварийные выбросы неосушенных газов также вызывают засоление почв. При этом содержания солей, как правило, не очень высоки, но в отдельных горизонтах все же могут составлять десятые доли процента (до 0,9 %). При таком загрязнении могут формироваться высоко- и средnezасоленные почвы.

К постепенному накоплению в почвах водорастворимых солей и образованию солевых ореолов загрязнения приводят процессы сжигания газа на факелах.

Специфика и глубина вторичных физико-химических изменений обусловлены составом и объемами сброшенных в почвы техногенных компонентов. В то же время, существуют общие для любых почв и любых загрязнителей закономерности вторичных изменений:

- трансформирование свойств почвенного поглощающего комплекса;
- изменение щелочно-кислотных характеристик почв и циркулирующих в них почвенно-грунтовых вод;
- изменение окислительно-восстановительных условий;
- перестройка профиля органического углерода;
- изменение свойств гумуса.

Практически во всех случаях новообразованные почвы характеризуются неустойчивостью свойств, склонностью к дальнейшей деградации и разрушению, что определяет необходимость мониторинга почв и их защиты - стабилизации нарушенных процессов (как геохимических, так и геофизических).

Невысокая энергообеспеченность почв и ландшафтов определяет низкие величины продуктивности почвенных экосистем и скорости естественного разложения органического вещества, в том числе техногенного.

Возможности самовосстановления почв рассматриваемой территории в

большинстве случаев проблематичны. Дальнейшее состояние этих почв будет зависеть в основном от реализации соответствующих природоохранных мероприятий.

Длительность процессов деструкции разных групп углеводородов и других компонентов нефти в значительной степени определяются энергетическим потенциалом территории, влажностью, механическим составом субстратов. Так, например, для разложения нефти требуются температуры не ниже 6-10 °С, оптимально 24-30 °С. Поэтому нефть в холодных экосистемах очень устойчива и ее деградация может длиться десятилетиями. Наиболее медленно процессы посттехногенной деструкции нефти протекают в гидроморфных ландшафтах с анаэробной средой.

Специфика ландшафтно-геохимических характеристик рассматриваемой территории, выражающаяся в низкой энергообеспеченности почвенно-геохимических процессов, интенсивном глеегенезе с комплексом разнообразных восстановительных процессов, высокой сорбционной емкости поверхностных субстратов (торфа разного состава и степени разложения), определяет повышенную устойчивость битуминозных компонентов в экосистемах территории.

Типы местности в районе НГХК приведены в таблице 5. Выполненная классификация ландшафтов в районе НГХК может рассматриваться как базовая ландшафтно-информационная система. На основании выявленных закономерностей структуры естественных природно-территориальных комплексов (ПТК) была проведена оценка их потенциальной устойчивости к техногенным, в частности механическим, нарушениям. Так, к неустойчивым и слабоустойчивым отнесены геосистемы криоморфного цикла развития, ряд урочищ северотаежной (лесной) серии, лесные урочища склоновой серии. Большинство же ПТК на территории ГХК отнесено к среднеустойчивым – это урочища торфяников и значительная доля тундровых урочищ.

Таблица 5 - Типы местности в районе НГХК

Цикл развития геосистем	Серия развития геосистем, тип местности
<p>I. Цикл развития геосистем зонально-криосферного и зонально-литосферного взаимодействия водораздельных пространств</p>	<p>Плоскоместный северо-таежный тип местности Холмисто-волнистый северо-таежный тип местности Бугристо-ложбинный северо-таежный тип местности <u>Тундровая дренированная серия</u> Плоскоместный тундровый тип местности Пологоволнистый тундровый тип местности Холмисто-волнистый (увалистый) тундровый тип местности Бугристо-котловинный тундровый тип местности</p>
<p>II. Криоморфный цикл развития геосистем бугров и гряд пучения гетерогенных местоположений</p>	<p><u>Мерзлотно-грядовая тундрово-болотно-лесная серия</u> Тип местности мерзлотных бугров и гряд пучения Тип местности грядово-холмистых тундрово-лесных равнин Грядово-гривистый тундрово-лесной тип местности</p>
<p>III. Цикл развития интразональных остаточного-гидроморфных и гидроморфных геосистем недренированных водоразделов</p>	<p><u>Серия геосистем древней органической аккумуляции</u> Тип местности плоских ровных заозеренных торфяников Тип местности валиково-полигональных заозеренных торфяников Тип местности мелкобугристых заозеренных торфяников Тип местности крупнобугристых заозеренных торфяников <u>Серия геосистем современного гидроморфизма</u> Плоско-кочковатый болотный тип местности Грядово-мочажинный тип местности заозеренных тундровых равнин Валиково-полигональный болотный тип местности</p>
<p>IV. Цикл развития геосистем озерно-криолитосферного взаимодействия</p>	<p><u>Постозерная болотно-тундровая серия</u> Хасырейный тип местности <u>Межхасырейная тундровая серия</u> Бугристо-котловинный тип местности</p>
<p>V. Долинно-придолинный цикл развития геосистем</p>	<p><u>Склоновая плакатная серия</u> Водораздельно-склоновый тип местности Долинно-склоновый тип местности <u>Приречная серия</u> Террасовый тип местности Пойменный тип местности <u>Мелкодолинная серия</u> Долинный тип местности Реликтивно-долинный тип местности</p>

Отвод земель под объекты обустройства НГХК был произведен в

середине девяностых годов. Отведенные земли относятся к государственному запасу Пуровского района Тюменской области и включают земли сельскохозяйственного назначения, используемые преимущественно как оленьи пастбища. В связи с этим, по мере окончания строительства, земли временного пользования должны возвращаться первичному землевладельцу, которым является оленеводческий совхоз. К настоящему времени из земель временного пользования большая часть возвращена землевладельцу.

Сейчас площадь фактически используемых земель составляет около 60 % постоянного отвода.

В процессе обустройства ГХК, главным образом строительства, на отведенной территории и за ее пределами образовались нарушенные земли, то есть земли, утратившие свою хозяйственную ценность. Нарушенные земли могут являться источником отрицательного воздействия на окружающую среду в связи с нарушением почвенного и растительного покрова, гидрологического режима и образованием техногенного рельефа в результате производственной деятельности. Общая площадь таких земель составляет около 20 %.

Из вышесказанного следует вывод, что в результате строительства НГХК в почвенном покрове рассматриваемой территории получено широкое распространение в разной степени засоленных почв. Динамичность водорастворимых солей в условиях гумидного климата приводит к активному выходу солевых компонентов за пределы контура первичного поражения.

Миграция солей в почвах сопровождается трансформацией состава техногенных потоков из-за их взаимодействия с почвенной массой. Соответственно со временем меняется и состав водорастворимых соединений в различных генетических горизонтах почв.

Сброс загрязняющих веществ в почвы (вне зависимости от типа загрязнителя) приводит к резкому изменению всех характеристик почвенных экосистем: химических свойств, морфологического строения, биогеохимической активности, продуктивности, структуры почвенного

биоценоза и т.д. Практически во всех случаях новообразованные почвы характеризуются неустойчивостью свойств, склонностью к дальнейшей деградации и разрушению, что определяет необходимость их защиты, т.е. рекультивации. Поскольку возможности самовосстановления почв рассматриваемой территории в большинстве случаев проблематичны, а отдаленные последствия их загрязнения не всегда ясны, то дальнейшее состояние этих почв будет зависеть в основном от реализации соответствующих природоохранных мероприятий. Нерациональное природопользование при производстве строительных работ, формальное отношение к мероприятиям по охране и рациональному использованию почв и земельных ресурсов обусловили развитие процессов деградации земель. Около 50 % нарушенных земель рассматриваемой территории – песчаные карьеры, остальные нарушения связаны преимущественно с уничтожением растительного покрова. Состояние рекультивационных работ за период 2011-2015 гг. приведено в таблице 6. В районах строительства каменные материалы отсутствуют. Местные строительные материалы представлены песками и торфом. На строительство одного километра автомобильной дороги потребное количество строительного песка в среднем составляет 30,311 тыс. м³, торфа – 0,831 тыс. м³.

Таблица 6 - Состояние земель и рекультивационных работ в ООО «Уренгойгазпром», га

Наименование показателя	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.
Наличие нарушенных земель на					
начало года	4 10,7	1 099,3	1 190,5	2 984,7	2 6702,5
В течение года:					
- нарушено земель	7 63,6	2 03,3	1 821,9	2 4054,7	5 93,7
- отработано нарушенных земель	4 61,9	3 0,6	5 87,3	1 090,4	6 3,9
-рекультивировано земель	7 5,0	1 12,1	2 7,8	3 36,9	6 91,6

Растительность. При строительстве НГХК произошло интенсивное отчуждение территорий под производственные объекты, которые кроме непосредственного изъятия площадей из почвенно-растительного покрова оказывают и косвенное воздействие на растительный покров.

Интенсивная техногенная нагрузка, выражающаяся в загрязнении атмосферного воздуха, вод и почв, приводит к биогеохимической трансформации растительности. Растения захватывают большое количество микроэлементов, таких как Ba, Sr, Zn, Mg, в меньших количествах в золе растений присутствуют тяжелые металлы - Pb, Mo, Co, Cd, V, Ni, Cu. Все они угнетающе воздействуют на растительные сообщества. Таким образом, в результате эксплуатации НГХК происходит устойчивое загрязнение растений токсичными микроэлементами, поскольку период полуудаления из почвы у них составляет достаточно продолжительное время (от 13 лет у Cd до 5900 лет у Pb).

Непосредственная угроза здоровью человека в результате накопления загрязнений в растениях не выявлена. Потенциально опасной может быть употребляемая в пищу морошка, в которой обнаружено повышенное содержание кадмия, являющегося кумулятивным ядом, и стронция, избыток которого вреден для человека и животных.

Комплексность атмосферных загрязнений тяжелыми металлами отражается в составе накапливающихся в растениях химических элементов. Аномальное содержание микроэлементов, зарегистрированное в нарушенных и ненарушенных ландшафтах, свидетельствует не о локальном, а о региональном аккумуляровании загрязнителей вследствие трансграничного переноса. Это объясняет накопление в растениях веществ, не свойственных технологическому процессу разработки месторождений - Sr, Ni и ряда других химических элементов.

Для обустройства предусмотренных проектом объектов будут изъяты участки различной площади из земель СПК «Пуровский» Пуровского района и ЗАО «Надинское» Надымского района ЯНАО. Последствием изъятия и нарушения земель будет сокращение площади оленьих пастбищ, так как изымаемые участки содержат в своем растительном покрове мхи и лишайники.

Источниками загрязнения почвенно-растительного покрова в период эксплуатации НГХК могут являться промплощадки, трубопроводы, транспорт. Максимальной опасности при возможном загрязнении подвержены осоково-гипновые, пушицево-сфагновые сообщества, пушицево-осоково-гипновые и пушицево-сфагновые серии хасыреев.

За контролем состояния растительного покрова можно применять дистанционные технологии, например индекс NDVI (рисунок 12). Это стандартизированный индекс, показывающий наличие и состояние растительности (относительную биомассу). Этот индекс использует контраст характеристик двух каналов из набора мультиспектральных растровых данных— поглощения пигментом хлорофилла в красном канале и высокой отражательной способности растительного сырья в инфракрасном канале (NIR). Вычисляется он по следующей формуле (1):

$$NDVI = ((NIR - Red)/(NIR + Red)), \quad (1)$$

Где NIR = значения пикселей из ближнего инфракрасного диапазона;

Red = значения пикселей из красного канала.

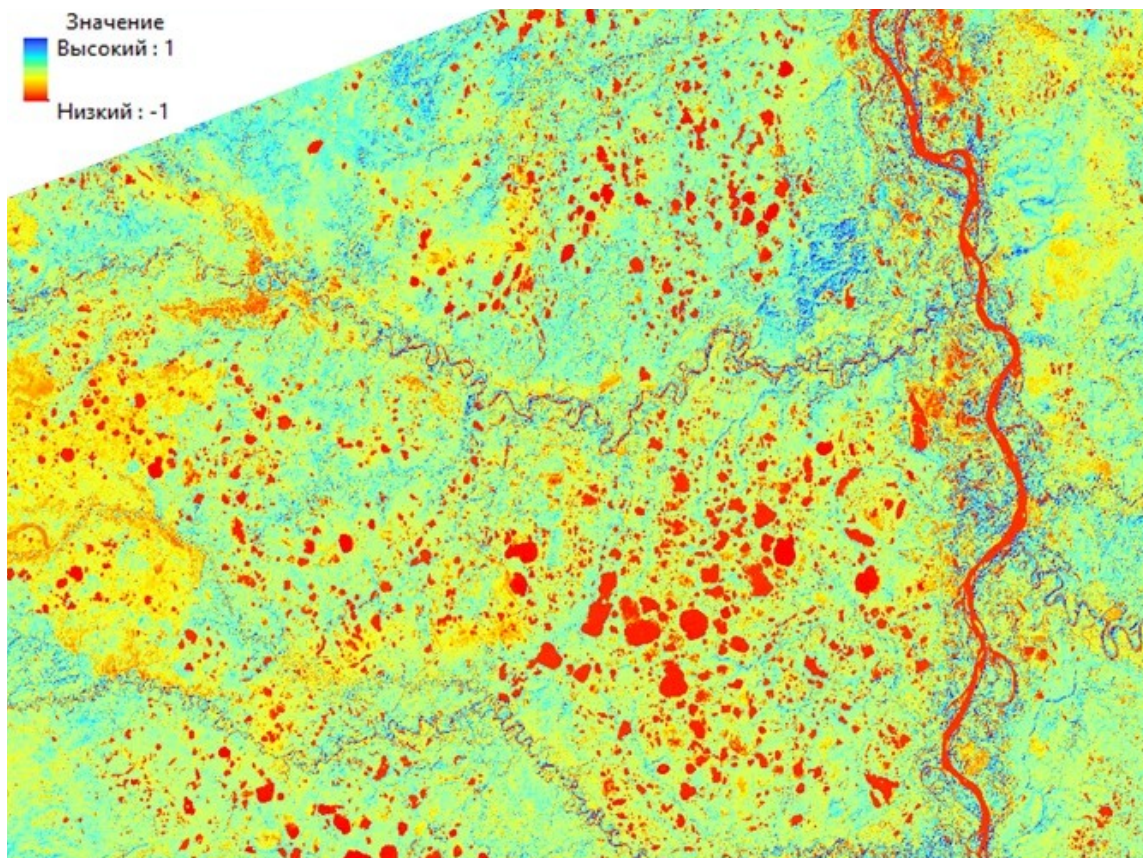


Рисунок 12 - Карта территории исследования с применением индекса NDVI, июнь 2017 года. Масштаб 1:500000

Здоровая растительность обычно показывает лучшее отражение в ближнем инфракрасном диапазоне, чем в красной области видимого спектра. Если листья имеют дефицит влаги, увядающие или мертвые, они становятся более желтыми (салатовые оттенки) и отражают значительно меньше в ближнем инфракрасном диапазоне. Инфракрасный диапазон поглощается облаками, водой и снегом, и отражается камнями и голой почвой почти так же, как диапазон красной области видимого спектра. Отрицательные значения представляют облака, воду и снег, а значения, близкие к нулю, представляют скалы и голую почву. Видно, что на местности присутствуют обширные территории, у которых, несмотря на высокую влажность территории, растения имеют дефицит влаги или же увядшее состояние. Расчет индекса NDVI был произведен в программном обеспечении ArcGis

версии 10.4.1.

В площади нарушенных территорий 50% составляют лиственничные редколесья и часть тундровых сообществ, произрастающих на легких песчаных и супесчаных отложениях. Именно они являются наиболее уязвимыми с точки зрения восстановительной способности. Восстановление растительного покрова, в особенности древесного яруса растительных группировок идет очень медленно – близкая к первоначальной структура восстанавливается только через 100 лет. Климатические или коренные сообщества редколесий и редкостойных лесов восстанавливаются через сотни лет.

Образование растительного покрова на нарушенных территориях начинается с поселения травянистых растений и формирования ими первичных сообществ, представляющих собой однотипные растительные группировки. В сообществах первых стадий либо совсем отсутствуют, либо очень мало мхов, лишайников, кустарничков и кустарников. Антропогенное воздействие, увеличивая роль травянистых растений в растительном покрове, сокращает площадь зональных тундровых сообществ. Ускорение зарастания нарушенных земель возможно путем их рекультивации.

Таким образом, выяснено, что НГХК представляет потенциальную опасность на площади близлежащих территорий т.к. изъятия и нарушения земель повлекут сокращение площади оленьих пастбищ, так как изымаемые участки содержат в своем растительном покрове мхи и лишайники. Были выделены источники загрязнения почвенно-растительного покрова в период эксплуатации НГХК, а также перечислены наиболее уязвимые виды растительности.

2.3 Динамика запасов углерода в почвах тундровых сообществ в условиях пирогенной трансформации

В последние десятилетия происходит рост частоты возникновения пожаров в тундре, при этом площади возгорания с каждым годом возрастают. Это говорит о необходимости учета пирогенного фактора в функционировании этих экосистем, в особенности при строительстве потенциального пожароопасного объекта.

Зона многолетней мерзлоты занимает около 1/4 наземной территории северного полушария. В разрезе мерзлота похожа на многослойный торт. В глубине, у основания «торта» – несколько сотен метров многолетнемерзлой породы. У поверхности – слой замороженной почвы, поверх которого лежит активный, ежегодно оттаивающий почвенный слой и мох. Украшение всей конструкции, что-то вроде «вишенки на торте», это деревья. Наиболее распространенный вид деревьев в зоне вечной мерзлоты – лиственница (рисунок 13).

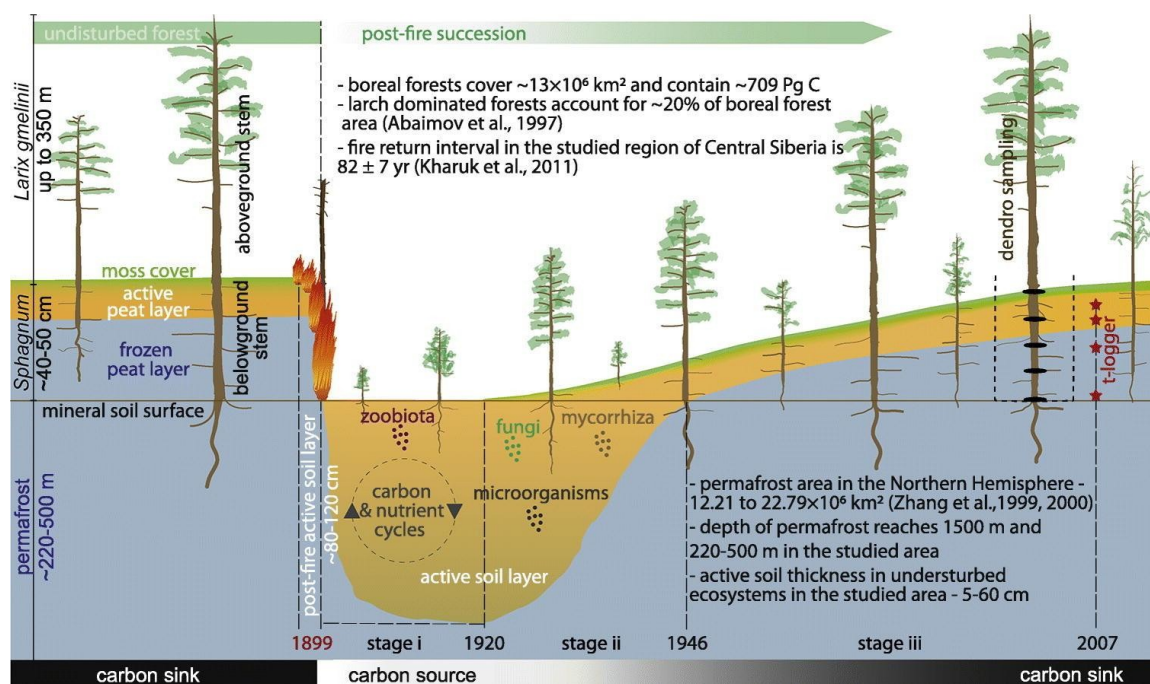


Рисунок 13 - Изменение толщины оттаивания многолетней мерзлоты (по А. С. Печкину)

Для роста и развития растений в местных широтах есть короткий промежуток времени с конца мая по начало сентября. Жизнь здесь зависит от многих факторов, и один из важных – пожары. Известно, что в южной части пояса вечной мерзлоты большие пожары случаются каждые 70–80 лет. Чем ближе к северной границе произрастания деревьев, тем они реже. (Хотя по прогнозам, изменение климата приведет к увеличению числа пожаров.)

После пожара мерзлота, лишенная защитного слоя лесной растительности, оттаивает глубже. С восстановлением экосистемы глубина активного слоя уменьшается. Однако до недавнего времени о том, как быстро восстанавливается мерзлота и что именно при этом происходит, было известно не очень много.

Пирогенное воздействие имеет весомое влияние на региональный и глобальный цикл углерода, поскольку изменяет его выделяемое количество. Поскольку в тундре достаточно низкие запасы надземной фитомассы в этих экосистемах наибольшее воздействие от пожара приходится на органогенные почвенные горизонты, накапливая органический углерод в течение долгого времени. При пожаре в кустарничковых экосистемах тундры может происходить потеря от 1/3 до 1/2 запасов Сорг в почве. Согласно исследованиям годовых колец лиственниц в зоне вечной мерзлоты для выяснения постпирогенной реакции у лесных экосистем, было выяснено, что в течение первых десяти лет после пожара восстановится около половины деревьев. Но почва, первое время, лишенная защиты в виде мха и других низко стелющихся растений, ежегодно может оттаивать до 2х метров. При таких условиях благодаря бактериям, экосистема активно начнет наращивать углерод. Этот период может идти до 30 лет. Затем весь слой почвы покрывается мхом, за счет чего уменьшится глубина оттаивания. Деревья и мох продолжают расти, а образовавшееся органическое вещество начнет накапливаться. В результате нарастает прежний слой замороженного торфа. Весь процесс восстановления длится чуть больше ста лет (рисунок 14).



Рисунок 14 - Схема последовательности событий, которые происходят в тундре после пожара

Под воздействием пожара происходят изменения запасов Сорг, трансформация его потоков, которая влияет на скорость эмиссии и поглощения CO_2 . В первое время, после пожара в тундре происходит сильная эмиссия CO_2 в почвах, затем она снижается, но с небольшой скоростью. Позже, экосистема начинает восстанавливаться от пирогенного воздействия, но время восстановления имеет продолжительный период, у которого точные цифры предсказать нельзя. Однако известно, что баланс Сорг в тундровых экосистемах постпирогенной сукцессии неустойчив до тех пор, пока продуктивность пострадавшей территории не достигнет пика своего восстановления.

Важно учитывать, что рост концентрации CO_2 в атмосфере приводит к увеличению длительных и сухих периодов, которые способствуют росту площади и интенсивности пожаров и существенному увеличению эмиссий парниковых газов. Рост углеродных эмиссий приводит к дестабилизации климатической системы, что провоцирует усиление угрозы пожаров.

Пирогенный фактор оказывает воздействие на процессы круговорота азота в тундровых почвах. Известно, что после пирогенного воздействия

происходит повышение доступности N в почве. Азот может накапливаться в почвах по-разному. Согласно Маслову М.Н.: «Это приводит к росту скорости минерализации рН почвы, высвобождение дополнительных количеств азота из отмерших корней и ранее недоступных форм, а также снижение скорости нетто-иммобилизации микроорганизмами из-за потери части доступного углерода почвами. Повышение скорости нитрификации связано как с увеличением концентрации аммонийного азота, так и со снижением потребления азота растениями и микроорганизмами. Нарушение круговорота С и N под воздействием пожара связано с изменением в структуре микробных комплексов почв. Пирогенный фактор оказывает негативное воздействие на микробные комплексы почв (снижение численности и биомассы, обеднение качественного состава)» [14, с 1].

В районе исследования было выделено несколько экосистем, которые представлены схематично в рисунке 15 и в таблице 7. Наиболее зрелая из них это старовозрастной лиственничник (200 лет). Широкое распространение имеют экосистемы сомкнутого лиственничника (от 30 до 60 лет), редкостойного лиственничника (около 60 лет). Направленность постпирогенной сукцессии зависит от характера (низовый, верховой) и интенсивности пожара. При условии достаточного количества жизнеспособных семян в первые годы после пожара сукцессия может пойти по пути формирования чрезвычайно плотного лиственничника, который позже саморазреживается.⁷

⁷Мергелов Н.С. Почвообразование, почвенный покров и запасы углерода в колымских тундрах и редколесьях. Д.,2007.



Рисунок 15 - Последовательность смены постпирогенных сукцессий

Таблица 7 - Постпирогенный состав растительного покрова

Постпирогенные этапы возобновления растительности	Время, прошедшее с момента последнего пожара, годы	Преобладающие виды растений
Старовозрастной лиственничник	200	Лиственница Каяндера, березка тощая, ива сизая, голубика, брусника, ива красивая, багульник стелющийся
Сомкнутый лиственничник	60	Лиственница Каяндера, березка Миддендорффа, ива сизая, голубика, брусника
Редкостойный лиственничник	60	Лиственница Каяндера, березка Миддендорффа, ива сизая, голубика, брусника, багульник стелющийся, зубровка альпийская, вейникнезамечаемый
Гарь без древесной растительности	30	Хвоц полевой, иван-чай узколистый и широколистый, ива аляскинская, ива сизая, голубика, березка тощая, брусника, вейник пурпурный, щавель сибирский
Гарь без древесной растительности	2	Хвоц луговой, иван-чай узколисты, брусника, крестовник скученный, щавель сибирский
Гарь без древесной растительности	1	Хвоц луговой

Поскольку постпирогенные почвенно-растительные сукцессии цикличны, при стабильных условиях среды можно оценить динамику почвенных свойств, включая и запасы Сорг. Запасы Сорг в минеральных горизонтах

были рассчитаны для слоя мощностью в 50 см. Запасы Сорг рассчитывались на их фактическую мощность. После полученных результатов видно, что изменение запаса Сорг зависит от давности пожара (рисунок 16).

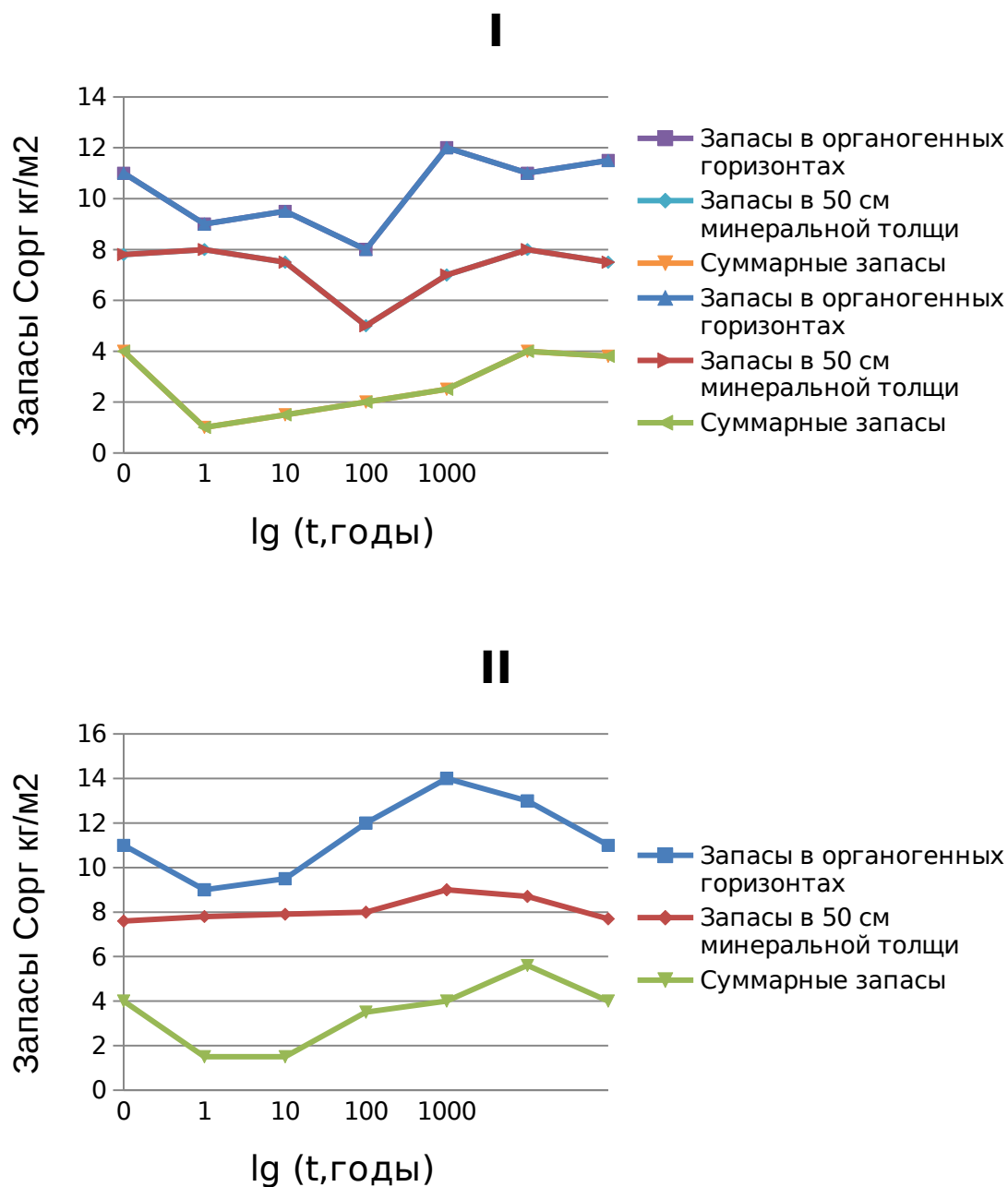


Рисунок 16 - Изменение запасов Сорг в горизонтах почв в зависимости от давности пожара и/или от типа постпирогенной сукцессии, где I- последовательное постпирогенное развитие редкостойного лиственничника; II- развитие через стадию сомкнутого лиственничника.

Постпирогенное уменьшение запасов Сорг в наибольшей степени наблюдается в органогенном горизонте почвы. После пожара запасы Сорг в этом горизонте снижаются, а затем к 60 годам происходит резкий рост значений. Изменение запасов Сорг в минеральных горизонтах выглядит иначе. Для I типа сукцессии после 10 лет происходит резкое сокращение углерода, а затем происходит резкий рост ближе к 60 годам. Возможно это связано с уменьшением глубины протаивания. Поскольку органогенный слой уже восстановлен к этому времени, а кровля мерзлоты начинает подступать к нему, происходит обогащение минеральной толщи органическим веществом. Похожее развитие наблюдается и у II типа сукцессии. Таким образом воздействие пожаров на почвенный углерод не однозначно.

Согласно данным «Пожары СКАНЭКС» с ресурса kosmosnimki.ru видно, что на территории Ямало-Ненецкого АО районы подверженные наиболее частым пожарам это Пуровский, Красноселькупский и Надымский районы. Именно на территории Пуровского района наиболее часто происходят пожары, это наглядно можно проследить на диаграмме представленной ниже (рисунок 17). На территории Пуровского района как раз и расположен объект моего исследования – НГХК. Следовательно, можно сделать вывод о том, что для данного района, и региона в целом, важно учитывать пирогенную динамику, поскольку это влияет на восстановление растительного покрова региона, глубину протаивания вечной мерзлоты, на почвенные компоненты, речь идет о Сорг, N, CO₂ и пр. Учитывая, что теплый период на территории ЯНАО длится недолго (апрель-октябрь), то и восстановление после пожара будет происходить медленнее, нежели в более южных регионах.

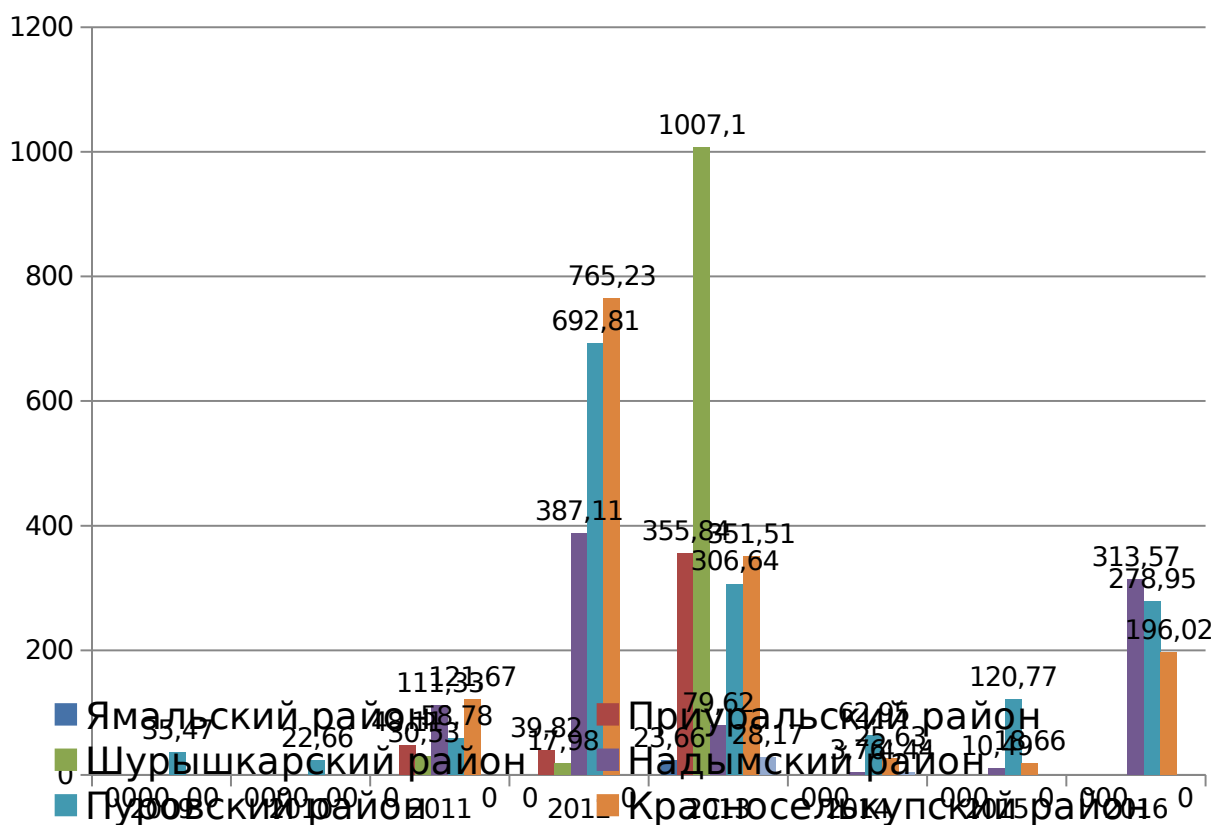


Рисунок 17 - Площадь территории охваченной пожаром на разных районах Ямало-Ненецкого автономного округа с 2009 по 2016 г.г., км²

Если учесть, что НГХК расположен в районе, который, согласно статистическим данным, является наиболее пожароопасным в ЯНАО, то следует это учитывать как во время строительных работ (которые еще продолжаются) так и во время эксплуатации данного комплекса, поскольку его можно отнести к пожароопасному объекту.

Если посмотреть на карту почв района исследования (рисунок 6) то видно, что НГХК расположен на территории распространения торфяников. Торфяной пожар Может возникать на торфяных болотах (осушенных или естественных). Характерной особенностью является беспламенное горение торфа с накоплением большого количества тепла. Над горящими торфяниками возможно образование «столбчатых завихрений» - горячей золы и горячей торфяной пыли, которые при сильном ветре могут переноситься на большие расстояния и вызывать очаги пожаров. Данный вид пожара опасен

тем, что во время горения образуются глубокие воронки и подземные огненные пустоты, в которые могут провалиться люди и техника. При условии сильного ветра переносимый пожар будет угрожать листовичным породам деревьев, поскольку для данной территории низовый пожар то довольно характерное явление. Он опасен тем, что распространяется по земле и по нижнему ярусу леса. Горит напочвенный покров, подлесок и нижние части стволов деревьев. Высота пламени может достигать до двух метров, а скорость распространения обычно не превышает 3 метров в минуту. Температура огня в зоне пожара составляет 400-900°С.

Воздействие пожаров на Сорг в почвах впервые годы восстановления имеет низкое содержание углерода в почвах, но позднее происходит его избыточное наращивание, что в свою очередь влияет на дальнейшую реакцию почвенной среды на пирогенный фактор.

Сегодня, для выявления участков подвергшихся пирогенной трансформации можно прибегнуть к дистанционным технологиям, например, использовать ландшафтный индекс ВАІ, который использует значения отражения в красной и ближней инфракрасной области спектра для идентификации областей поверхности, подвергшихся огню (рисунок 16). Индекс ВАІ вычисляется по формуле (2):

$$BAI = 1 / ((0.1 - RED)^2 + (0.06 - NIR)^2), \quad (2)$$

Где Red = значения пикселей из красного канала;
NIR = значения пикселей из ближнего инфракрасного канала.⁸
Расчет индекса ВАІ был произведен в программном обеспечении ArcGis.

⁸Chuvieco, E., M. Pilar Martin, and A. Palacios. "Assessment of Different Spectral Indices in the Red-Near-Infrared Spectral Domain for Burned Land Discrimination." *Remote Sensing of Environment* 112 (2002): 2381-2396.

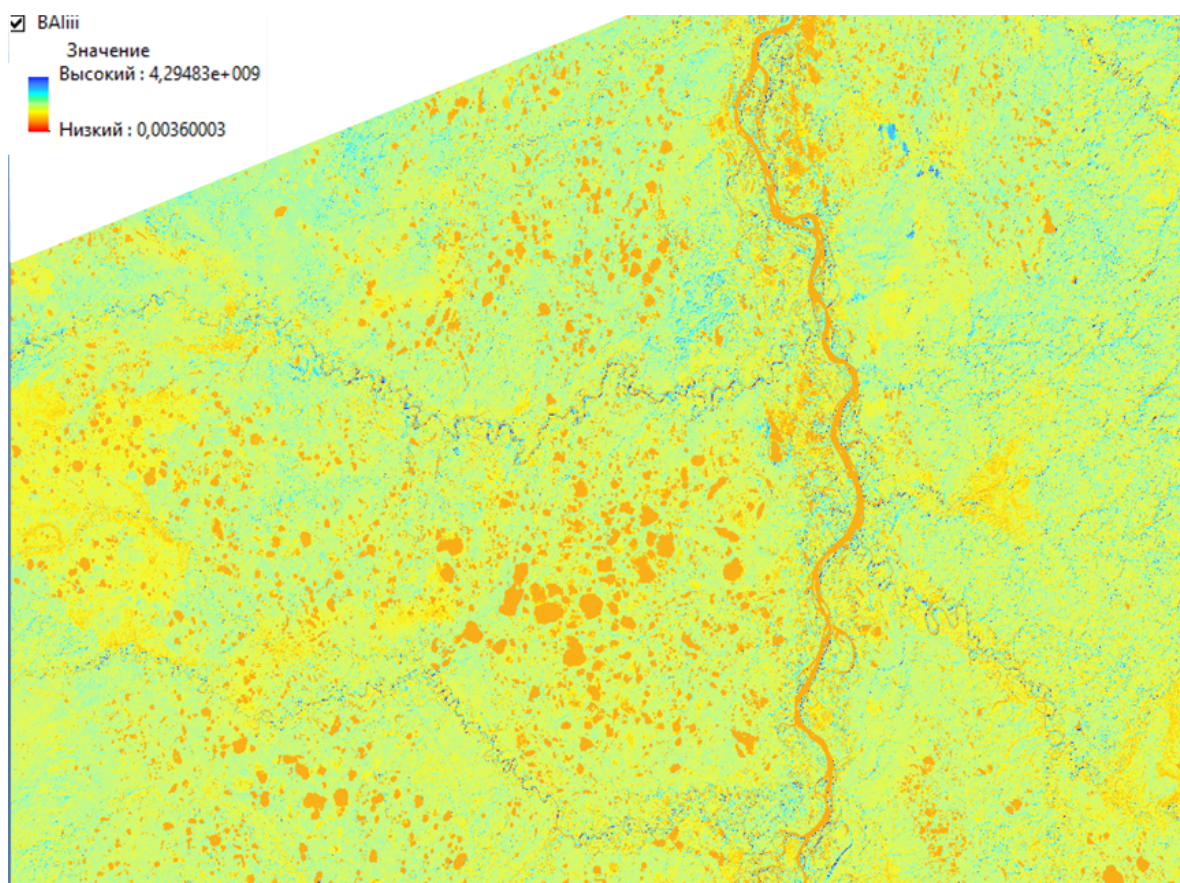


Рисунок 16 - Карта территории исследования с применением

индекса ВАІ, июнь 2017 года. Масштаб 1:500000

Значения близкие к 1 (синий цвет) обозначают сгоревшую растительность, которая не успела восстановиться. Оранжевым цветом обозначены водные объекты. Желтым цветом обозначена редкая растительность или же голая почва, эти участки подвергались пожарам, но уже начали свое восстановление. Зеленым цветом обозначена кустарничковая растительность.

Таким образом, одним из факторов определяющих формирование растительного и почвенного покрова на территории ЯНАО является пирогенез. От силы и давности пожара зависит тип сукцессий, глубина протаивания мерзлоты, степень оглеенности, запасы Сорг в почвах и пр. Именно поэтому важно учитывать данный фактор во время мониторинга территории, где расположен НГХК.

2.4. Концептуальные основы создания системы геоэкологического мониторинга с целью РПП

Анализ современной природно-охранной деятельности выявил тенденцию перехода от санитарно-гигиенического нормирования, направленного на охрану здоровья человека к экологическому, что обеспечивает сохранение качества окружающей природной среды в целом. Экологические нормативы предельно допустимых воздействий на ОС регулируют: загрязнения ОС, изъятия природных ресурсов, антропогенную трансформацию ландшафтов. Они являются базовыми элементами для разработки мероприятий в области регулирования природоохранной деятельности.

Основным инструментом планирования работы предприятия на современном этапе является ориентированное управление и оценка его экологичности для окружающей среды.

Имеющаяся система экологических стандартов подразумевает установление единых и обязательных норм и требований в условиях управления предприятием. В основе установления стандартов лежит концепция экологического нормирования. По своему назначению экологическое нормирование является инструментом управления деятельностью предприятия и поддержания качества ОС. Программа экологичности производства прописана в документе «Экологическая политика организации». Экологическая политика НГХК представлена в таблице 8. В ней же приведены рекомендации по улучшению ряда обязательств, проводимых «ПАО Газпром».

Таблица 8- Экологическая политика ООО «НГХК» и рекомендации по ее
улучшению⁹

Экологическая политика ООО «НГХК»	
Обязательства ООО «НГХК»	Рекомендации
Соблюдать приоритетность планируемых и реализуемых действий и мер, связанных с предупреждением воздействия на окружающую среду.	1)Необходимо подробнее осветить порядок действий и мер для предупреждения воздействия на ОС.
Добиваться последовательного непрерывного улучшения характеристик и показателей воздействия осуществляемой и планируемой деятельности, продукции и услуг на окружающую среду, а также потребления природных ресурсов в соответствии с современным уровнем развития науки и техники.	1)Усиление внутри регионального контроля за деятельностью предприятия со стороны «ПАО Газпром», и органами местного самоуправления. 2)Снижение негативного воздействия и потребления природных ресурсов за счет сокращенного технологических схем, которые должны быть направлены на формирование замкнутых ресурсных циклов.
Внедрять передовые научные разработки и технологии с целью поэтапного сокращения удельного потребления природных ресурсов, материалов и энергии при максимально возможном выпуске продукции.	1)Внедрение наилучших доступных технологий, обеспечивающих эффективность использования ресурсов и ООС. 2)Использование новейших технологий для переработки отходов, в частности использование их в качестве вторичных ресурсов. 3)Обеспечить безопасное хранение образовавшихся отходов и, по возможности, снизить показатели от выбросов и сбросов от них.
Обеспечивать соблюдение требований законодательства Российской Федерации, а также требования международных соглашений, отраслевых и корпоративных	1)Адаптировать законы и правовые акты в области ООС и ресурсопотребления к региональным условиям. 2)Усовершенствование системы

⁹<http://nghk.gazprom.ru/ecology/>

нормативных актов, регламентирующих обеспечение экологической безопасности, предупреждения и ликвидации ЧС.	экологического нормирования. 3)Разработать систему экологических стандартов в ресурсопользовании и ООС.
Проводить оценку воздействия планируемых видов хозяйственной деятельности, продукции и услуг на здоровье людей, окружающую среду на ранних этапах намечаемой деятельности, включая дополнительную оценку рисков при планировании работ в особо чувствительных экологических зонах.	1)Совершенствование систем геоэкологического мониторинга с учетом особенностей ландшафта территории исследования и его элементов: фации, подурочища, урочища, а также увеличение площади территории для применения фациального анализа. 2)Внедрение оперативных методов учета негативного воздействия на ОС. 3)Использование новейшего ПО для мониторинга территории.
Планировать и осуществлять комплекс мер по сохранению биологического разнообразия.	1)Улучшение системы экологического планирования территории – формирование ее экологического каркаса. 2)Сохранение биологического и ландшафтного разнообразия за счет совершенствование сети ООПТ.

Развитие региональной экологической политики имеет важное значение, а поскольку она является самостоятельной и необходимой основой развития экологии региона, от реализации которой зависит не только будущее региона, но и страны в целом, важно уделять ей особое внимание. Предпосылками ее развития будут играть особенности территории, ресурсный потенциал, экономика, социальный, этнический аспекты и пр. На сегодняшний день экологическая политика ЯНАО носит обобщенный характер, и многие вещи остаются за пределами внимания государства, поскольку приоритетность Ямала по-прежнему остается в освоении ресурсов, а не экологическая стабильность региона.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе подробно освещены физико-географические особенности региона, включая его геологию, особенности почвенно-растительного покрова и особенности педогенеза почв, а именно глеевое и неглеевое почвообразование.

Установлены и картографически отражены особенности распределения запасов Сорг в почвенном покрове на территории ЯНАО. Выяснено, что большая часть углерода в почвах располагается в минеральной толщине профиля. Выделены потенциально опасные объекты на территории НГХК, их возможное влияние на окружающую среду и предложены меры по снижению антропогенной нагрузки территории.

Описаны особенности растительного покрова и его реакция на антропогенное воздействие, в частности речь идет об объектах НГХК, строительных работах и пирогенного фактора.

Были предложены рекомендации по улучшению адресной экологической политики для исследуемого объекта.

Таким образом, было выяснено что, в условиях развития вечной мерзлоты преобладает процесс глеевого почвообразования. Большая часть углерода в почвах располагается в минеральной толщине профиля. Количество почвенного углерода растет в условиях пирогенеза. В непосредственной близости от НГХК располагаются торфяные и алювиальные почвы. В них большое содержание Сорг в органогенном слое, что способствует усилению возгорания при пожаре.

Именно поэтому при строительстве НГХК, как потенциально пожароопасного объекта, необходимо учитывать множество факторов, влияющих на ОС территории, особенно на пирогенный, поскольку он является одним из факторов определяющих формирование растительного и

почвенного покрова на территории. От силы и давности пожара зависит тип сукцессий, глубина протаивания мерзлоты, степень оглеенности, запасы Сорг в почвах и пр. Воздействие пожаров на Сорг в почвах впервые годы восстановления имеет низкое содержание Сорг в почвах, а позднее происходит его избыточное наращивание, что в свою очередь влияет на дальнейшую реакцию почвенной среды на пирогенный фактор. Именно поэтому важно учитывать данный фактор во время мониторинга территории, где расположен НГХК.

ИСТОЧНИКИ

1. Аковецкий В.Г. Цикл лекций по курсу: «Дистанционные технологии в геоэкологических исследованиях», 2019 г.
2. Александрова В.Д. Геоботаническое районирование Арктики и Антарктики. Д., 1977.188 с.
3. Андреев Ю.Ф. Многолетняя мерзлота и ее значение для поисков структур на севере Западной Сибири//Тр. ВНИГРИ.-Л., 1960, Вып. 158. С. 191-218.
4. Антонов-Дружинин В.П. Физико-географические предпосылки оптимизации геотехнических систем Севера (на примере газотранспортной системы Уренгойского месторождения): Автореф. канд. дис. // АН СССР. М., 1991. - 29 с.
5. Барина И.Л., Боброва Т.Н., Камышев А.П. и др. Экологическая оценка территории газовых месторождений северного района Западной Сибири при проектировании мероприятий по рекультивации земель. М.: ВНИИЭ газпром, 1992. - 33 с.
6. Белопухова Е.Б., Тихомирова Н.А., Сухов А.Г. Мерзлотные условия Надым-Пуровского междуречья и долины р. Пур // Геокриологические условия и прогноз их изменения в районах первоочередного освоения Севера. — М., 1984. С. 157-178.
7. Быкова О.Ю. Антропогенная трансформация ландшафтов и анализ

- экологических ситуаций Ямало Ненецкого автономного округа: Автореф. канд. дис. // РАН. Институт географии. - М., 1995. - 24 с.
8. Васильевская В.Д. Почвообразование в тундрах Средней Сибири. М.: Наука, 1980. 235 с.
 9. Васильевская В. Д., Иванов В. В., Богатырев Л.Г. Почвы Севера Западной Сибири. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1986. 227 с.
 10. Вейсман Л. И. Заболачивание // Геокриологические условия Западно-Сибирской газоносной провинции. Новосибирск: Наука, 1983,- С. 180 - 181.
 11. Веригина К.В. К характеристике процессов оглеения почв /Труды Почвенного института АН СССР. М., 1953. Т.41. с. 198-252.
 12. Водяницкий Ю.Н. Химия, минералогия и цвет оглеенных почв. М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 2006. 170 с.
 13. Губин С. В. Почвенные образования заключительного этапа формирования лёссово-ледовых отложений /Итоги фундаментальных исследований криосферы Земли в Арктике и Субарктике. Наука. Сиб. отд-ние, 1997. С. 19-24.
 14. Заболоцкая Ю.Н. Оценка состояния ландшафтов криолитозоны Западной Сибири: реф. деп. ст. //Вестн. МГУ. Сер. 5. География, 1995, № 3. С. 90.
 15. Зайдельман Ф.Р. Естественное и антропогенное переувлажнение почв. С-Пб.: Гидрометеиздат. 1992. 285 с.
 16. Иванова Е.Н. Некоторые закономерности строения почвенного покрова в тундре и лесотундре побережья Обской губы // О почвах Урала, Западной и Центральной Сибири. М.Т Изд-во АН СССР, 1962. С.116.
 17. Иванова Е.Н., Караваева Н.А., Забоева И.В., Таргульян В.О. Основные подтипы тундровых глеевых почв. Коми кн. изд-во, 1970. с. 94-99.
 18. Исаченко А.Г. Существует ли необходимость в ревизии фундаментальных понятий ландшафтоведения? // Изв. РГО, 2002, Т. 134, Вып. 1, С. 37-41.

19. Кауричев И.С., Орлов Д.С. Окислительно-восстановительные процессы и их роль в генезисе и плодородии почв. М.: Колос, 1982. 246 с.
20. Кобак К. И. Биотические компоненты углеродного цикла. JL: Гидрометеоиздт, 1988. 246 с.
21. Кудеяров В.Н. Современные оценки углеродного цикла в глобальном масштабе и на территории России /Эмиссия и сток парниковых газов на территории Северной Евразии. Под. ред. Н.П. Лаверова. 2004. с. 17
22. Лебедева И.И., Шишов Л.Л., Тонконогов В.Д., Герасимова М.И.. Классификация и диагностика почв России Почв, 2004. 341 с.
23. Ливеровский Ю.Ф., Ливеровская И.Т. Почвы Западно-Сибирской тундровой области, мерзлотные и инженерно-геологические условия Западной Сибири. Под ред. А.И. Попова- М.: изд-во МГУ, 1980. С. 185.
24. Маслов М.Н., Пирогенная трансформация тундровых почв. Вестник МГУ, сер. 17, почвоведение 2017 выпуск № 3.
25. Мергелов Н.С. Почвообразование, почвенный покров и запасы углерода в колымских тундрах и редколесьях. Д., 2007.
26. Орлов Д.С., Бирюкова О.Н. Запасы углерода органических соединений в почвах российской Федерации /Почвоведение. 1995. №1.
27. Соколов И.А. Гидроморфное неглеевое почвообразование/Почвоведение. 1980а. № 1. с. 21-32.
28. Фоминых Л.А., Золотарева Б.Н. Экологические особенности глееземов Российской Арктики // Почвоведение, 2004. № 2. с. 147-157.
29. Честных О.В., Замолотчиков Д.Г., Карелин Д.Г. Запасы органического углерода в почвах тундровых и лесотундровых экосистем России // Экология, 1999, №6. с. 426-432.
30. Региональная экологическая политика: обзор экологических проблем 30 регионов России и путей их решения: серия брошюр РОДП «ЯБЛОКО» (rus-green.ru/biblioteka).
31. Chuviesco, E., M. Pilar Martin, and A. Palacios. "Assessment of Different Spectral Indices in the Red-Near-Infrared Spectral Domain for Burned Land

- Discrimination." Remote Sensing of Environment 112 (2002): 2381-2396.
32. Kelley J.J., Weaver D.F., Smith B.P. The variation of carbon dioxide under the snow in Arctic // Ecology. 1968. V. 49. № 2. P. 358-361.
33. Mazhitova G.G. Classification of Cryosols in Russia // Cryosols. 2004.
34. Zimov S.A., Davydov S.P., Voropayev Yu. V., Prosiannikov S.F., Semiletova I. V. et al. Winter biotic activity and production of CO₂ in Siberian soils: A factor in the greenhouse effect. J. Geophys. Res., 1993.98.
35. <http://ngkh.gazprom.ru/ecology/>