

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

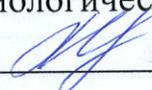
ИНСТИТУТ НАУК О ЗЕМЛЕ

Кафедра геоэкологии и природопользования

РЕКОМЕНДОВАНО К ЗАЩИТЕ В ГЭК

Заведующий кафедрой

доктор биологических наук, доцент

 А.В. Синдирева

4 июля 2022 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

магистерская диссертация

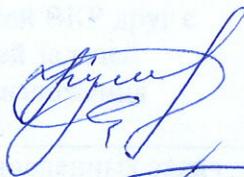
ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОТОКОВ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА
ПОСТПИРОГЕННЫХ ГЕОСИСТЕМ НА СЕВЕРЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

05.04.06. Экология и природопользование

Магистерская программа «Геоэкология нефтегазодобывающих регионов»

Выполнили работу
(групповой проект)

студенты 2 курса
очной формы обучения



Куликова Мария Андреевна



Хохлин Владимир Александрович

Научный руководитель
д.б.н., доцент



Соромотин Андрей Владимирович

Рецензент
к.б.н., главный специалист
по экологии ООО «Пургеоком»



Лоботросова Светлана Айратовна

Тюмень

2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	7
1.1. БИОГЕННЫЙ ЦИКЛ УГЛЕРОДА И ЕГО СОСТАВЛЯЮЩИЕ.....	7
1.2. ВОЗДЕЙСТВИЕ ПИРОГЕННОГО ФАКТОРА НА БИОГЕННЫЙ ЦИКЛ УГЛЕРОДА В ТУНДРЕ.....	10
ГЛАВА 2. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ.....	17
2.1. КЛИМАТ.....	17
2.2. ПОЧВЫ И ГЕОКРИОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ.....	21
2.3. ЛАНДШАФТЫ И РАСТИТЕЛЬНОСТЬ.....	22
ГЛАВА 3. МЕТОДЫ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	24
3.1. ПОЛЕВЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ.....	26
3.2. РАБОТА С ИНСТРУМЕНТАМИ ГИС.....	30
3.2.1. РАСЧЕТ ВЕГЕТАЦИОННОГО ИНДЕКСА NDVI.....	31
3.2.2. ПРОСТРАНСТВЕННАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ.....	33
ГЛАВА 4. ОЦЕНКА ПОТОКОВ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА ПОСТПИРОГЕННЫХ ГЕОСИСТЕМ НА СЕВЕРЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ.....	39
4.1. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОТОКОВ CO ₂ ГАРЕЙ И НЕНАРУШЕННЫХ УЧАСТКОВ.....	39
4.2. СУТОЧНАЯ ДИНАМИКА ПОТОКОВ.....	42
4.3. РАСЧЕТ ЭМИССИИ CO ₂ НА ПРИЛЕГАЮЩЕЙ ТЕРРИТОРИИ.....	46
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	49
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	52

ВВЕДЕНИЕ

По последним оценкам экспертов [IPCC AR6], наблюдаемое в 2011-2020 гг. глобальное повышение температуры приземного воздуха составило $0,95-1,20^{\circ}\text{C}$ относительно уровня второй половины XIX столетия. По оценкам Росгидромета, аномалия среднегодовой температуры воздуха (отклонение от климатической нормы за 1961-1990 гг.) для России в 2021 году составила $+1,35\pm 0,76^{\circ}\text{C}$. Скорость роста осредненной по стране среднегодовой температуры по состоянию на конец 2021 года составляет $+0,49^{\circ}\text{C}$ за десятилетие, для Западной Сибири этот показатель составил $+0,39^{\circ}\text{C}/10$ лет [Доклад..., 2022].

Нагревание атмосферы происходит главным образом за счет увеличения в ней концентрации парниковых газов, к числу которых относится CO_2 [IPCC AR6]. Возрастающее содержание в атмосфере парниковых газов и модификации процессов их обмена диктуют необходимость определения их текущего баланса и прогнозирования их изменений на ближайшие десятилетия.

Состав атмосферы в основном определяется активностью наземной растительности и почвенной микробиоты [Christensen, с.9]. В качестве основного источника диоксида углерода для атмосферы выступает почва. Около 90% углекислого газа в атмосфере имеет почвенное происхождение [Dalal, Allen, с.369]. В зоне вечной мерзлоты северного полушария содержится примерно половина общемирового пула почвенного органического углерода или $1\ 307\pm 170$ млрд. тонн [Hugelius, с.6582].

Эмиссия углерода в атмосферу в форме CO_2 может ускориться по причине повышения температуры и деградации вечной мерзлоты [Schuur, с.556]. В то же время прогнозируемые изменения состава и продуктивности растительности может частично компенсировать потери углерода, по крайней мере в краткосрочной перспективе [Qian, с.653].

На углеродный баланс существенное влияние также оказывают пожары, как во время горения при физико-химическом выделении соединений углерода за счет сгорания органического вещества, так и после в процессе биологической деструкции органического вещества на протяжении нескольких лет или десятилетий. Известно, что восстановление экосистемы лишайниковых тундр после пожара занимает период не менее 45 лет [Московченко, 2018, с.7].

Метеорологические условия в северных широтах могут стать более благоприятными для возникновения пожаров в ближайшие десятилетия [Rocha, с.2]. В теплые засушливые периоды происходит увеличение пожароопасности за счет интенсивного высушивания горючих материалов - опада мхов и лишайников, напочвенной подстилки и торфа. Частота и интенсивность пожаров также возрастает по мере увеличения антропогенного воздействия, в частности в районах активного освоения нефтяных и газовых месторождений [Sizov, с.1]. Так, суммарная площадь территорий, подвергшихся воздействию пожаров за период 1985–2018 гг., оценивается в 8 939,5 км² или 10,5% от общей площади лесотундры Западной Сибири [Московченко, 2020, с.248].

Таким образом, **актуальность исследования** обусловлена необходимостью сравнительной оценки CO₂-газообмена северных экосистем, в том числе подвергшихся воздействию пирогенного фактора. Количественная оценка потоков CO₂ на границе «почва-растительность-приземный слой атмосферы» с учетом ландшафтного разнообразия позволяет дать характеристику одной из важнейших сторон биогенного круговорота углерода и спрогнозировать его динамику в свете происходящих климатических изменений.

Целью исследования выступает сравнительная характеристика CO₂-газообмена гарей и ненарушенных пожаром экосистем севера Западной Сибири.

Для достижения поставленной цели был сформулирован ряд **задач**:

1. Изучить актуальный уровень исследованности проблемы путем анализа последних научных публикаций;

2. Провести полевые измерения потоков диоксида углерода гарей и ненарушенных экосистем севера Западной Сибири;
3. Дать сравнительную оценку измеренным потокам углекислого газа;
4. Провести пространственную экстраполяцию результатов измерений методами ГИС.

Объектами исследования являются гары и фоновые (контрольные) участки на севере Западной Сибири в пределах Надымского и Тазовского муниципальных районов Ямало-Ненецкого автономного округа Тюменской области.

Предметом исследования служат потоки двуоксида углерода гарей и фоновых (контрольных) участков севера Западной Сибири в пределах Надымского и Тазовского муниципальных районов ЯНАО.

Область исследования – глобальные геосферные жизнеобеспечивающие циклы. Изучение роли геосферных оболочек Земли (биосферы) в глобальных циклах переноса углерода.

В работе использовались эмпирические (наблюдение, эксперимент, сравнение), теоретические (анализ и синтез, аналогия, системный подход), а также математические (статистические) и ГИС **методы**. Для проведения полевых измерений был выбран метод закрытых (статических) камер (англ. chamber measurement) ввиду простоты исполнения и низкой себестоимости в сравнении с единственным широко используемым аналогом – методом микровихревых пульсаций (англ. eddy covariance method).

Источниками данных послужили научные публикации по теме исследования, полученные результаты полевых измерений потоков углекислого газа, данные дистанционного зондирования Земли (мультиспектральные изображения, полученные со спутника семейства Sentinel-2).

Защищаемые положения:

1. Воздействие пирогенного фактора на потоки углекислого газа может сохраняться в течение нескольких лет после пожара;

2. Исследованные экосистемы за период наблюдений выступали в качестве источника углерода и в среднем теряли 69,21 т С/ч (или 0,038 т С/ч на 1 км²) и 66,56 т С/ч (или 0,024 т С/ч на 1 км²) на прилегающих к первому и второму участкам наблюдений территориях соответственно.

Методологической основой нашего исследования является признание ведущей роли растительности в глобальном балансе углерода. Диоксид углерода выделяется из почвы в процессе дыхательной активности корней и микроорганизмов и улавливается растениями в процессе фотосинтеза.

Научная новизна работы заключается в том, что подобные исследования в данном регионе проводятся впервые. Дана сравнительная оценка потоков двуокиси углерода гарей и ненарушенных пожаром экосистем на двух участках с различными природными условиями.

Вклад авторов:

Куликова М.А. – полевые измерения потоков диоксида углерода, камеральная обработка и анализ полученных результатов измерений, подготовка разделов выпускной квалификационной работы магистра;

Хохлин В.А. – полевые измерения потоков диоксида углерода, обработка данных дистанционного зондирования Земли с использованием инструментов ГИС, подготовка разделов выпускной квалификационной работы магистра.