



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра геоэкологии, природопользования и экологической безопасности

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(бакалаврская работа)

На тему Оценка эмиссии диоксида углерода и закиси азота из пастбища
Корзинской низины

Исполнитель Юркова Арина Анатольевна
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель кандидат биологических наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)

Рижия Елена Яновна
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой

(подпись)

кандидат географических наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)

Дроздов Владимир Владимирович
(фамилия, имя, отчество)

«__» _____ 2024 г.

Санкт-Петербург
2024

Содержание

Список сокращений.....	4
Введение	5
ГЛАВА 1 Роль парниковых газов в глобальном изменении климата	7
1.1 Основные антропогенные источники парниковых газов.....	8
1.2 Вклад сельскохозяйственного сектора в эмиссию парниковых газов.....	9
1.1.1 Вклад пахотных почв в эмиссию ПГ	9
1.1.2 Вклад лугов и пастбищ в эмиссию ПГ	10
1.2 Роль диоксида углерода в глобальном потеплении климата. Круговорот углерода в биосфере	12
1.3 Роль закиси азота в глобальном потеплении климата. Круговорот азота в биосфере.	13
ГЛАВА 2 Объекты и методы.....	15
2.1 Объекты	15
2.2 Методы.....	18
2.2.1 Физические	18
2.2.2 Химические	19
2.2.3 Отбор образцов почвенного воздуха методом закрытых камер	20
Глава 3 Результаты и их обсуждение	24
3.1. Температура почвы.....	24
3.2. Влажность почвы	26
3.3 Плотность сложения.....	28
3.4 Основные химические свойства почв исследуемых участков	29
3.4.1 Кислотность.....	30
3.4.2 Содержание общего азота.	31
3.4.3 Содержание общего углерода.....	32
3.4.4 Содержание минерального азота.....	32
3.5 Эмиссия диоксида углерода и закиси азота из почв пастбища.....	35
3.5.1 Эмиссия диоксида углерода.....	35

3.5.2 Эмиссия закиси азота	37
Заключение.....	40
ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ЛИТЕРАТУРНЫЕ ИСТОЧНИКИ.....	43
Приложение А Исходные данные.....	46

Список сокращений

АПК	Агропромышленный комплекс
ГМС	Гранулометрический состав
ДТП	Детектор теплопроводности
ДЭЗ	Детектор электронного захвата
КРС	Крупнорогатый скот
ПГ	Парниковые газы
ПДК	Предельно допустимая концентрация
А	Мел. канава
В	Вход на пастбище
С	25 метров от входа на пастбище
CO ₂	Диоксид углерода
CO ₂ -С	Суточная эмиссия диоксида углерода
D	100 метров от входа на пастбище
Е	Центр пастбища
H ₂ O	Вода
N ₂ O	Закись азота
N ₂ O-N	Суточная эмиссия закиси азота
N-NH ₄	Аммонийный азот
N-NO ₃	Нитратный азот
pH	Водородный показатель
SO ₂	Оксид серы

Введение

В течение последних трех десятилетий особо острым вопросом остается вопрос глобального изменения климата, который, в основной степени, связывают с увеличением выбросов парниковых газов из антропогенных источников. К их числу относится и сельское хозяйство, а в особенности животноводство. Поэтому все почвы, входящие в АПК (агропромышленный комплекс) любой страны, требуют детального изучения по образованию и регулированию поступающих в атмосферу парниковых газов [3].

Доля сельского хозяйства в глобальной антропогенной эмиссии ПГ (41 млрд. т в год в эквиваленте CO₂, при ежегодном приросте - 1 млрд. т) составляет примерно 32% [13].

Необходимым условием разработки и реализации в Российской Федерации эффективной государственной политики и мер, направленных на сокращение объема антропогенных выбросов в атмосферу ПГ и смягчение климатических изменений является создание развитой национальной системы учета (мониторинга, отчетности и проверки) объемов антропогенных выбросов парниковых газов, позволяющей исполнительным органам государственной власти, инвесторам, другим заинтересованным лицам получать актуальные и достоверные сведения об объемах выбросов парниковых газов организациями, осуществляющими хозяйственную и иную деятельности на территории Российской Федерации [18]. Все значимые объемы выбросов ПГ подлежат мониторингу, должны быть измерены, рассчитаны и сопоставимы между собой. Анализ и обобщение этих данных позволяют определить долгосрочные цели по ограничению и сокращению объемов выбросов парниковых газов в Российской Федерации на перспективу.

С увеличением численности населения возросла потребность в продуктах питания, в том числе и в продуктах животного происхождения (мясе, яйцах, молоке и др), что привело к росту животноводческой деятельности. На текущий момент установлено, что производство любой

сельскохозяйственной продукции, в том числе животноводческой, сопровождается выделением четырёх по-разному вредных для окружающей среды газов. К ним относятся аммиак и три парниковых газа: двуокись углерода, метан и закись азота.

В результате жизнедеятельности скота происходят выбросы различных газов, таких как диоксид углерода (CO_2) и закись азота (NO_2). И чем больше их выбросы, тем дольше они удерживают тепло в атмосфере, что вызывает парниковый эффект. По мнению ряда ученых это негативно влияет на окружающую среду, выводит из строя экосистемы и приводит к изменению климата.

Почвенный покров является неотъемлемой частью животноводческих ферм и чем больше их масштабы, тем больше эмиссия парниковых газов из почв, используемых под животноводство. Поэтому изучение и мониторинг эмиссии основных парниковых газов из пастбищных почв относится к числу актуальнейших экологических задач современности.

Цель работы - оценить влияние выпаса КРС на прямую эмиссию CO_2 и N_2O из почв пастбищ Корзинской низины.

Задачи:

1. Провести анализ современного состояния мониторинга парниковых газов из сельскохозяйственного сектора
2. Изучить основные физические и химические свойства почвенного покрова почв, используемых под пастбище в Корзинской низине
3. Исследовать эмиссию CO_2 и N_2O из почв пастбища Корзинской низины
4. Предоставить рекомендации по снижению эмиссии парниковых газов из почв пастбища.

ГЛАВА 1 Роль парниковых газов в глобальном изменении климата

Парниковые газы – химические соединения атмосферы естественного и антропогенного происхождения, которые поглощают и излучают радиацию в том же инфракрасном диапазоне, что и поверхность земли, атмосфера и облака [18].

Изменение климата — это наблюдаемые и прогнозируемые долгосрочные трансформации средних климатических показателей, к которым можно отнести такие аномалии, как засухи, сильные штормы и масштабные наводнения [12].

Парниковый эффект является естественным процессом, протекающим на нашей планете. Благодаря этому процессу тепло сохраняется в приземных слоях атмосферы, что позволяет нам комфортно существовать.

Поступающая на планету солнечная радиация нагревает Землю. А после планета отдает инфракрасное излучение, парниковые газы для сохранения тепла частично не пропускают лучи обратно. Таким образом, чем больше парниковых газов, тем больше тепла сохраняется на планете. К парниковым газам относятся: водяной пар, диоксид углерода, метан, озон, закись азота. Впервые о теории парникового эффекта высказался в 1827 году французский ученый Жозеф Фурье [19].

Но в последние десятилетия из-за роста человеческих потребностей стало увеличиваться количество парниковых газов антропогенного происхождения, что привело к изменению климата.

Одними из основных парниковых газов антропогенного происхождения являются диоксид углерода, метан и закись азота. В настоящее время вклад диоксида углерода в усиление парникового эффекта составляет около 80 %, метана – 18–19 %, оставшиеся 1–2 % приходятся на закись азота, некоторые другие газы и озон [21].

1.1 Основные антропогенные источники парниковых газов

Эмиссия парниковых газов происхождения составляет около 350 млн тонн в год. Основными источниками являются: энергетика, промышленность, сельское хозяйство, транспорт и отходы.

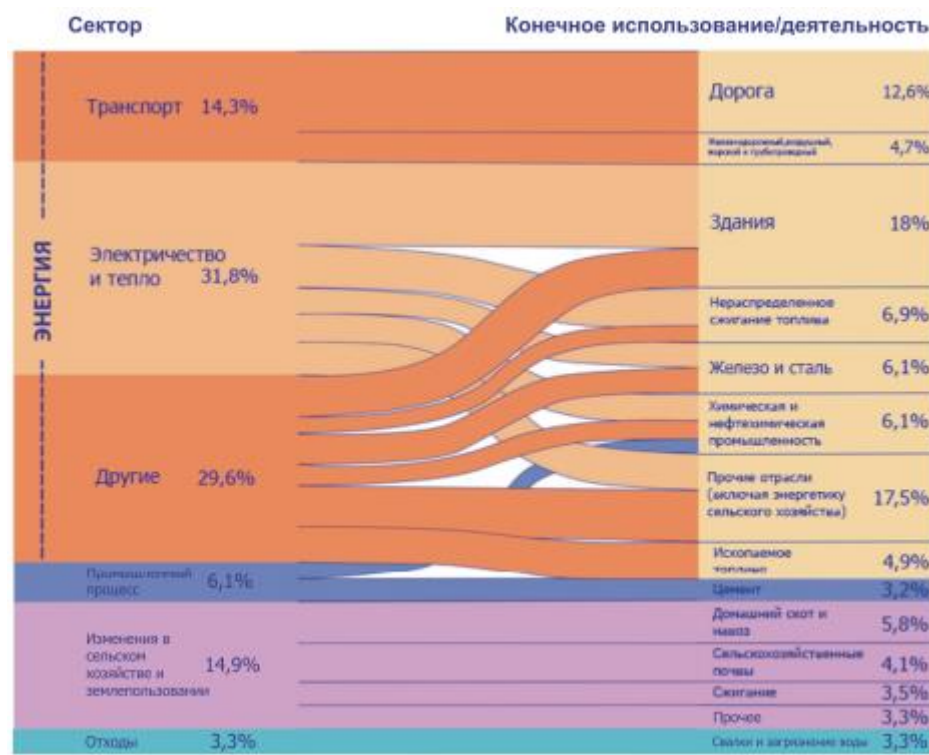


Рисунок 1 – Мировые выбросы парниковых газов в 2019 г [10]

Последние исследования говорят о том, что главным производителем парниковых газов является сфера энергетики. Большая часть выбросов в данной отрасли происходит при сжигании топлива на теплоэлектростанциях.

На втором месте сельское хозяйство, не рациональное использование ресурсов в сельскохозяйственных целях ведет к увеличению выбросов парниковых газов. Основным источником является продукт жизнедеятельности скота.

Промышленность и отходы вносят меньший вклад, но не стоит преуменьшать их негативное влияние.

1.2 Вклад сельскохозяйственного сектора в эмиссию парниковых газов

Сельское хозяйство — отрасль материального производства, использующая биологические процессы для создания растительных и животноводческих продуктов [6].

Нерациональное использование почвенных ресурсов может пагубно влиять как на сами почвы, так и на эмиссию парниковых газов. Одним из крупнейших пользователей почв является сельское хозяйство. Почвы используются в растениеводстве для выращивания продовольствия, а также для выпаса скота на них и хранения отходов сельского хозяйства, в первую очередь компост и навоз.

Использование земель в сельскохозяйственных нуждах, прежде всего, сокращает продукционную часть баланса экосистем, что приводит к нетто-эмиссии CO_2 . Внесение азотных удобрений увеличивает количество минерального азота и, следовательно, эмиссию N_2O [17].

Необходимость количественной оценки антропогенных потоков парниковых газов при землепользовании вызвана условиями рамочной конвенции ООН об изменении климата (РКИК ООН) и Киотским протоколом [27]. Все страны, подписавшие данный документ, обязаны публиковать ежегодную отчетность об антропогенных выбросах парниковых газов, в том числе и Россия.

1.1.1 Вклад пахотных почв в эмиссию ПГ

Почва — самостоятельное естественно-историческое органоминеральное природное тело, возникшее на поверхности земли. Для того, чтобы она сформировалась, потребовалось длительное воздействие изначально биотических и абиотических, а далее и антропогенных. Рассматривая состав

почв, установлено, что они представлены твердыми минеральными и органическими частицами, водой и воздухом, а также имеющее специфические генетико-морфологические признаки, создающие для роста и развития растений соответствующие оптимальные условия [9].

В связи с динамикой народонаселения на нашей планете, с каждым годом площадь пахотных земель только увеличивается. Для этого, наоборот, уменьшается территория леса, основного поглотителя парниковых газов и другие площади [15]. Антропогенное преобразование наземных экосистем в сельскохозяйственные территории существенно изменяет их углеродный цикл. Вырубка лесов, осушение торфяников и распашка земель в разных частях мира приводит к интенсивному разложению органического вещества почвы и дополнительному поступлению парниковых газов в атмосферу [23].

Для того, чтобы превратить целинные почвы в пахотные, требуется использование техники, которая работает на углеводородных источниках, и, проходя через двигатели, образует огромное количество загрязняющих веществ. Кроме того, для выращивания культур, требуется их окультуривание, которое осуществляется через внесение органических и минеральных удобрений, а данная технология относится к числу важнейших антропогенных факторов, влияющих на увеличение парниковых газов из пахотных почв. Так, например внесение в почвы азотных удобрений приводит к росту содержания минерального азота в почве, и впоследствии к эмиссии N_2O [14].

Часть бывших пахотных земель, оставленных на естественное зарастание, используются в качестве сенокосных и пастбищных угодий. Скорость и величина изменения запасов почвенного углерода таких земель зависят от климатических параметров, типа растительности, физических и химических свойств почв [18].

1.1.2 Вклад лугов и пастбищ в эмиссию ПГ

Сельскохозяйственную деятельность следует развивать с учетом превентивных подходов, направленных на предотвращение или снижение негативного воздействия на физико-химические и биологические свойства почв и истощение запасов питательных веществ почвы. Сельскохозяйственные угодья в составе земель сельскохозяйственного назначения имеют приоритет в использовании и подлежат особой охране. В настоящее время особую актуальность приобретает изучение состояния земель лугов и пастбищ. Вследствие экономических преобразований в аграрном секторе страны наблюдается прекращение возделывания и перевод значительных площадей пахотных почв именно в земли кормовых угодий. Антропогенная деятельность на землях, занятых травянистой растительностью, сопровождается эмиссией тех же парниковых газов, что и на пахотных землях.

Животноводство – отрасль сельского хозяйства, технология которой основана на разведении сельскохозяйственных животных для производства мяса, молока, шерсти и иных животноводческих продуктов [6].

Животноводство является одной из ортосолей сельского хозяйства, а также землепользователем. Постоянные пастбища покрывают около 31,5% от общей площади земель мира и около 70% от общего объема сельскохозяйственных угодий [20].

Высокий рост населения планеты приводит и потребность людей в продовольствии и приводит к увеличению масштабов сельского хозяйства в том числе и животноводства. Выбросы парниковых газов в животноводстве связаны с процессами дыхания, производством кормов, производственными процессами при переработке продуктов животного происхождения, переработкой и транспортировкой охлажденных продуктов [1].

Соответственно, животноводство оказывает огромное влияние на эмиссию парниковых газов из используемых ими почв.

1.2 Роль диоксида углерода в глобальном потеплении климата. Круговорот углерода в биосфере

Диоксид углерода вносит наибольший вклад в парниковый эффект в сравнении с другими газами, его доля составляет 80% [21]. Сверх нормы эмиссия CO_2 в атмосферу происходит в результате нерациональной деятельности человека.

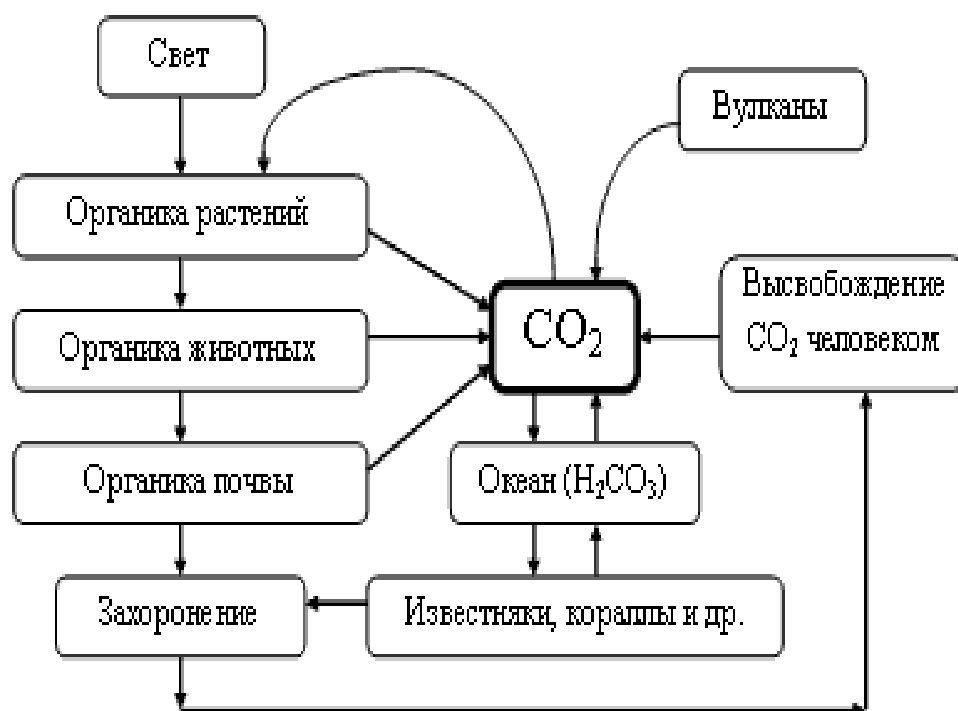


Рисунок 2 – Схема круговорота углерода.

В первую очередь выбросы диоксида углерода в атмосферу происходят в результате использования такого полезного ископаемого как газ. В процессе горения газа происходит огромное количество выбросов CO_2 в атмосферу [2]. А также во время сельскохозяйственной деятельности из почв, являющихся одним из естественных источников диоксида углерода, его эмиссия сильно увеличивается. Все эти антропогенные факторы отрицательно влияют на

экосистемы и приводят к изменению климата в первую очередь по вине человека.

Так как содержание парниковых газов атмосфере с каждым годом только увеличивается требуется их поглощение естественным путем. По последним исследованиям мировой океан поглощает примерно 2,6 млрд т CO_2 , что значительно меньше его поступления в атмосферу. А также, лес является важнейшим возобновляемым фактором поглощения диоксида углерода. Считается, что в среднем 1 га лесов ежегодно выделяет 4 т кислорода и потребляет 5 т CO_2 [22].

1.3 Роль закиси азота в глобальном потеплении климата. Круговорот азота в биосфере.

Закись азота является долго живущим газом и несмотря на то, что его доля составляет всего 1%, переработка N_2O занимает гораздо больше времени в сравнении с другими газами.

Антропогенными источниками закиси азота являются почвенные процессы в результате внесения удобрений и горение органического вещества.

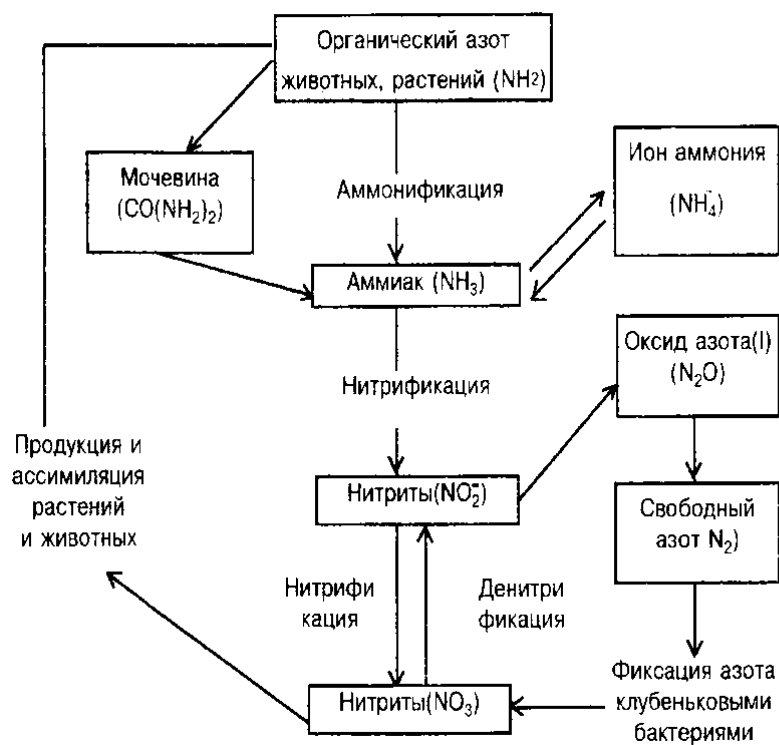


Рисунок 3 – круговорот азота в природе

В отличие от разнообразия источников N₂O, пути ее биологического поглощения весьма ограничены, поскольку она не может быть ассимилирована растениями, грибами и почвенными животными [24].

ГЛАВА 2 Объекты и методы

2.1 Объекты

Изучалась эмиссия ПГ из ранее рекультивируемых торфяников под пастбищные почвы в Республике Карелия. Территория Республики входит в число регионов с рискованным земледелием, и вовлечение в оборот земель сельскохозяйственного назначения для нее остается одной из приоритетных задач в сфере земельных отношений.

В перечень наиболее востребованных видов использования земельных участков сельскохозяйственного назначения входят: деятельность крестьянско-фермерских хозяйств и личное подсобное хозяйство на полевых участках. Второй наиболее используемый блок с/х территорий – сенокошение и выпас сельскохозяйственных животных.

Объект исследования - полигон Корзинского научно-исследовательского стационара Карельского научного центра Института биологии РАН (поселок Эссойла, Пряжинский район). На территории полигона располагаются молочная ферма и пастбища, для сенокоса и выпаса молодняка. Всего в структуру входит 209 га пастбищ и 758 га сенокосов.

Особенностью выращивания КРС на полигоне является, что большая часть дойных коров находится на постоянном стойловом содержании, и лишь незначительное количество нетелей (молодых коров от 1 до 2 лет, не дающих молоко), выпасаются в огороженных забором пастбищных участках.

Исследование эмиссии диоксида углерода и закиси азота проводили на одном из таких огороженных пастбищ, площадью 60 га. Так как начало выпаса в сезоне 2023 года приходилось на 26 мая, то первый отбор газов состоялся за сутки, а в дальнейшем отбирались газы с интервалом в одну неделю.

Другой объект – непосредственно почвы, которые были представлены выработанными низинными торфяниками, добыча которых осуществлялась

до 70-х годов, а далее была проведена рекультивация земель. Поэтому в основном наблюдались так называемые агроземы – гумусовый слой, расположенный на водоупорных ленточных глинах или более правильное название - реплантоземы торфянисто-глинистые окисленно-глеевые.

Осушение территории проведено открытым дренажем. Основной период рекультивации с техническим и биологическим этапом включал укладку грунта из траншей на поверхность спланированной территории, который разравнивался и перепахивался, что привело к более или менее равномерному перемешиванию верхних горизонтов с нижележащими горизонтами.

При биологическом этапе основной упор был сделан на выращивание многолетних трав, что способствовало образованию дернины.

В таблице представлены разрезы в пяти основных точках исследования:

Таблица 1 – Описание почвенных горизонтов

	Разрез 1 - рядом с мелиоративной канавой Ad 0-5, густое переплетение корней, темно-коричневый, влажный, ср. суглинок, среднекомковатый, плотный, переход четкий по цвету и корням, ровный A1Bg (5-28), неоднородно окрашенный, светло коричневым с сизыми пятнами, т. суглинок, глыбистый, плотный, влажный, ед. корни. Переход четкий по цвету, граница слегка волнистая CG (28-51), сизая глина, плотная, влажная.
---	--

Таблица 1 – Описание почвенных горизонтов (продолжение)



Разрез 2 – вход на пастбище

Ad 0-3, густое переплетение корней, темно-коричневый, влажный, ср. суглинок, средне- и крупнокомковатый, плотный, переход четкий по цвету и корням, ровный
 A1Bg(3-21) темно коричневый с сизыми пятнами, т. суглинок, глыбистый, плотный, влажный, ед. корни. Переход четкий по цвету, граница слегка волнистая
 CG (21-31),



Разрез 3 – 25 метров от входа

Ad 0-3, густое переплетение корней, темно-коричневый, влажный, ср. суглинок, средне- и крупнокомковатый, плотный, переход четкий по цвету и корням, ровный
 AtG (3-14), темно-коричневые торфянистые прослойки, основной цвет – сизый, глыбистый, т. суглинок, глыбистый, плотный, влажный, ед. корни. Переход четкий по цвету, граница слегка волнистая
 CG (14-31), сизая глина, плотная, влажная, глыбистая.

Таблица 1 – Описание почвенных горизонтов (продолжение)

	Разрез 4 – 100 метров от входа Ad 0-7, густое переплетение корней, темно-коричневый, влажный, ср. суглинок, средне- и крупнокомковатый, плотный, переход четкий по цвету и корням, ровный AtG (7-21), коричневатые прослойки и сизый цвет, глыбистый, т. суглинок, глыбистый, плотный, влажный, ед. корни. Переход четкий по цвету, граница слегка волнистая CG (21-31), сизая глина, плотная, влажная, глыбистая.
	Разрез 5 150 метров от входа на пастбище (центр) Ad 0-5, густое переплетение корней, темно-коричневый, влажный, ср. суглинок, средне- и крупнокомковатый, плотный, переход четкий по цвету и корням, ровный AfeG (5-14) основной цвет – сизый, в верхней части горизонта – коричневые прослойки, глыбистый, т. суглинок, глыбистый, плотный, влажный, ед. корни. Переход четкий по цвету, граница слегка волнистая CG (14-31), сизая глина, плотная, влажная, глыбистая.

2.2 Методы

2.2.1 Физические

Основные общие физические (цвет, плотность, структура, ГМС), физико-механические (твёрдость) и водные и тепловые свойства, которые влияют на характер почвообразовательного процесса, плодородие почвы и развитие растений изучались по стандартным методикам практического руководства [16].



Рисунок 4 – Отбор почвенных образцов на плотность сложения при помощи цилиндров.

2.2.2 Химические

1. Определение pH по методу ЦИНАО: при соотношении почвы и раствора (хлористого калия) 1:2,5 с использованием стеклянного электрода [8].

2. Определение органического вещества по методу Тюрина в модификации ЦИНАО: окисление органического вещества двуххромовокислым калием в серной кислоте и последующем определении трехвалентного хрома, эквивалентного содержанию органического вещества, на фотоэлектроколориметре [7].

3. Минеральный азот: определение нитратов по методу ЦИНАО (ГОСТ 26488-85): извлечение нитратов из почвы раствором хлористого калия и фотометрическом определении в виде окрашенного диазосоединения. Определение обменного аммония по методу ЦИНАО (ГОСТ 26489-86): извлечение обменного аммония из почвы раствором хлористого калия, получении окрашенного индофенольного соединения и последующем фотометрировании окрашенного раствора.

4. Определение общего азота по методу Кьельдаля: по мокрому озолению органических веществ почвенного образца серной кислотой при нагревании в присутствии катализаторов. В процессе озоления органические вещества окисляются до CO_2 , H_2O , SO_2 , а азот превращается в аммоний, и при реакции с серной кислотой образуется $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Аммиак из сернокислого аммония вытесняется щелочью и отгоняется в титрованную кислоту. По количеству связавшейся с аммиаком кислоты судят о количестве азота.

2.2.3 Отбор образцов почвенного воздуха методом закрытых камер

Изучение прямых эмиссий CO_2 и N_2O осуществлялось методом закрытых камер [4].

Суть метода - измерение массы газа в ограниченном емкостью камеры объеме в течение фиксированного времени [25]. Важно учитывать, что

использование камер нарушают целостность почв и вызывают изменения почвенного микроклимата. Поэтому их использование возможно только на короткий время. В данной работе использовались пластиковые камеры с выходом трехходового крана на поверхности.



Рисунок 5 – Камеры, установленные на почву для накопления воздуха за определенное время

Время экспозиции камеры составляло 60 минут. Отбор проб воздуха из камеры осуществлялся с помощью 60-мл шприцов, которые переносились в герметично закрытые пенициллиновые флаконы.



Рисунок 6 – Вид на газовый хроматограф Кристаллюкс 4000 для определения эмиссии CO_2 и N_2O в образцах воздуха из почв

Анализ концентрации CO_2 и N_2O в образцах воздуха из почв с биоуглем - на газовом хроматографе Кристаллюкс-4000М, оснащенном детектор по теплопроводности (ДТП) и детектором электронного захвата (ДЭЗ). Чувствительность данных детекторов позволяет измерять концентрации изучаемых газов в атмосферном воздухе с ошибкой 1%.

Заключение

В данной работе по оценке влияния выпаса КРС на прямую эмиссию диоксида углерода и закиси азота из почв пастбищ выполнены все поставленные задачи:

1. Проведен анализ современного состояния мониторинга парниковых газов из сельскохозяйственного сектора в различных странах мира и в Российской Федерации. Показано, что лугопастбищные почвы относятся к числу важнейших источников эмиссии парниковых газов в атмосферу и требуют соблюдения технологий, регулирующих снижение эмиссии в атмосферу.

2. Изучены основные физические и химические свойства почвенного покрова почв, используемых под пастбище в Корзинской низине. Почвы характеризовались тяжелым глинистым гранулометрическим составом. В течение вегетационного периода из-за выпаса скота увеличивалась плотность почвы от 1,3 до 1,8 г/см³. Вегетационный период отличался пониженной влажностью исследуемых почв из-за низкого количества осадков (всего 105 мм при среднем количестве около 500 мм). Все варианты исследования отличались слабокислой реакцией почвенной среды (в среднем около 5), высоким содержанием гумуса в верхнем слое почвы, варьировавшего от 2,7 до 20% (торфяной горизонт) и средним количеством общего азота – от 1 до 4%. С глубиной изученные показатели резко снижались.

В целом по общей химической и физической характеристике наилучшие условия складываются в варианте 25 метров от входа на пастбище, наихудшие – в 100 метрах от входа.

3. Суточная эмиссия CO₂ в исследуемых вариантах эксперимента варьировала от 0,1 до 93 г CO₂-C/га/сутки и достигала максимальных значений на участке входа на пастбище, а минимальной – 100 метров от входа.

Кумулятивная эмиссия за 95 дней эксперимента была наибольшей в вариантах у входа и 25 метров от входа (2,7 и 2,5 кг/га, соответственно), и наименьшей – на участке у мелиоративной канавы перед входом.

Эмиссия закиси азота варьировала в течение эксперимента от 0,72 мг N₂O-N/га/сутки и была максимальной на протяжении всего периода наблюдений в варианте 25 метров от входа на пастбище. Минимальные выбросы данного газа отмечались в варианте – центр пастбища. Кумулятивная эмиссия в варианте 25 метров от входа существенно превышала эмиссии других вариантов достигала значений 2,7 кг N₂O-N/га. Минимальной кумулятивной эмиссия была в центре пастбища.

4. По общему анализу эмиссии диоксида углерода и закиси азота все изученные варианты можно расположить в следующий убывающий ряд: 25 метров от входа > вход на пастбище > 50 метров от входа > 100 метров от входа > центр пастбища.

5. Предложены рекомендации по снижению эмиссии парниковых газов из почв пастбищ

Рекомендации

1. Регулировать частоту и интенсивность выпаса, обращая внимание на то, чтобы КРС не скапливался при входе на пастбище, а выпасался на нескольких участках, желательно к центру пастбища.
2. Последовательно использовать все участки, циклично обновляя на них растительность, а значит и КРС всегда будет получать самый свежий продукт, и его с большей вероятностью хватит на всех.
3. Стимулировать разнообразие трав на пастбищах, которое может способствовать оздоровлению почвы и увеличению ее способности к удержанию углерода.
4. Просвещать работников (фермеров, пастухов) методам устойчивого управления пастбищами и уменьшению выбросов парниковых газов.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ЛИТЕРАТУРНЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Алексеева Н. А. Влияние животноводства на выбросы парниковых газов / Н. А. Алексеева // Молодежь и наука. – 2019. – № 5-6. – С. 26. – EDN QOSMKX.
2. Башкин В. Н., Галиулин Р. В. Эмиссия диоксида углерода на Тазовском полуострове // Жизнь Земли. 2019. №4.
3. Безносова Д.С., Терешин А.Г., Клименко В.В. Антропогенная эмиссия метана и закиси азота на территории России в 1950-2000 гг. // Записки горного института. 2003. №154. С. 48-50.
4. Бучкина Н. П., Балашов Е. В., Рижия Е. Я., Павлик С. В. Мониторинг эмиссии закиси азота из сельскохозяйственных почв: метод. рекомендации. СПб., 2008. 20 с.
5. Бюллетень о текущих тенденциях российской экономики // Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации
6. Горкин А. П. (Гл. Ред.). EdwART. Сельское хозяйство // Краткий географический словарь. — 2008. // География: Современная иллюстрированная энциклопедия. — М.: Росмэн, 2006. — 624 с.
7. ГОСТ. 26213-91. Почвы. Методы определения органического вещества
8. ГОСТ 26483-58 – ГОСТ 26490-85. Почвы. Определение рН солевой вытежкой, обменной кислотности, обменных катионов, содержания нитратов, обменного аммония и подвижной серы метдами ЦИНАО
9. ГОСТ 27593-88. Почвы. Термины и определения
10. Гурина Е. В. Источники парниковых газов, оказывающие наибольшее влияние на глобальное потепление / Е. В. Гурина // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. – 2023. – № 4(52). – С. 22-31. – DOI 10.15593/2409-5125/2023.04.03. – EDN OKWFNN.

11. Данилова Т. А., Сеницына С. М. Развитие пастбищного хозяйства нечерноземной зоны. Информационный бюллетень АПК Ярославской области. 2012. №1. С. 34-35.
12. Иванкин А. Н., Состояние парниковых газов и их ассимиляция в природе. Обзор // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. 2022. №6.
13. Иванов Ю., Миронов В. Экологическое животноводство, проблемы и вызовы // ИАЭП. 2015. №87. С. 35-47.
14. Кудеяров, В. Н. Эмиссия закиси азота из почв в условиях применения удобрений (аналитический обзор) / В. Н. Кудеяров // Почвоведение. – 2020. – № 10. – С. 1192-1205. – DOI 10.31857/S0032180X2010010X. – EDN DFLHXO.
15. ОЭСР, Мониторинг и оценка сельскохозяйственной политики 2018, Издательство ОЭСР, Париж
16. Растворова О. Г., Физика почв: (практическое руководство) / Ленинградский государственный университет им. А. А. Жданова. - Ленинград: Изд-во ЛГУ, 1983. - 193 с
17. Романовская А. А., Коротков В. Н., Смирнов Н. С. [и др.] / Оценка вклада землепользования в антропогенную эмиссию парниковых газов на территории России в течение 2000-2011 гг // Метеорология и гидрология. – 2014. – № 3. – С. 5-18. – EDN RWOSZX.
18. Федоров Ю.А., Сухоруков В.В., Трубник Р.Г. Аналитический обзор: эмиссия и поглощение парниковых газов почвами. Экологические проблемы // Антропогенная трансформация природной среды. 2021. Т7, №1. С. 6–34.
19. Хайдаров А.Г., Саблин Р. Парниковый эффект в атмосфере
20. Bahn, M., Reichstein, M., Davidson, E. A., Grünzweig, J., Jung, M., Carbone M. S., Epron, D., Misson, L., Nouvellon, Y., Rouspard, O., Savage, K., Trumbore S. E., Gimeno, C., Curiel, Y. J., Tang, J., Vargas, R., Janssens, I. A. (2010) Soil respiration at mean annual temperature predicts annual total across vegetation types and biomes. Biogeo science. Vol. 7. Pp. 2147–2157.

21. Dalal R.C., Allen D.E. Greenhouse gas fluxes from natural ecosystems. Turner review // Australian. J. 2008. N 18. Pp. 369–407
22. Farquhar G.D., O’Leary M.H., Berry J.A. On the relationship between carbon isotope discrimination and the intercellular carbon dioxide concentration in leaves // Australian J. of Plant Physiology, 1982, v. 9, pp. 121–137. DOI: 10.1071/PP9820121
23. Houghton R.A., House J.I., Pongratz J., van der Werf G.R., DeFries R.S., Hansen M.C. Carbon emissions from land use and land-cover change // Biogeosciences. 2012. V. 9. P. 5125-5142.
24. Minko, O. I. (1996) Generation of hydrocarbon gas by the soil cover of the planet. Geokhimiya. No. 3 P. 14.
25. Rapson T.D., Dacres H. Analytical techniques for measuring nitrous oxide. Trends in Analytical Chemistry 54 (2013) 65-74.
26. Rochette, P. (2011) Towards a standard nonsteady-state chamber methodology formeasuring soil N₂O emissions. Anim. Feed Sci. Tech. Pp. 141–146. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2011.04.063.
27. UNFCCC. United Nation Framework Convention on Climate Change. — UNEP/IUC, 1992, 29 p.

