

УДК 630*228.7

**ИЗУЧЕНИЕ ДИНАМИКИ НАКОПЛЕНИЯ И ПОГЛОЩЕНИЯ
УГЛЕРОДА ЛЕСНЫМИ ЭКОСИСТЕМАМИ**

Букреева В.Д. студент гр. ГБб-241 2курс

Игнатова Алла Юрьевна., доцент, (к.н.)

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф.Горбачева
г. Кемерово

Современное человечество сталкивается с комплексной глобальной проблемой – изменением климата, которое выражается в увеличении среднегодовой температуры планеты и повышении уровня Мирового океана. Ключевым фактором, обуславливающим глобальное потепление, являются антропогенные выбросы парниковых газов. Среди них доминирует углекислый газ (CO_2) с долей в глобальной эмиссии 76%, за которым следуют метан (CH_4) – 16%, оксид азота (I) – приблизительно 6,2%, и прочие газы – 1,8%. В связи с этим, актуализируется задача снижения углеродного следа как меры по смягчению негативных последствий климатических изменений. Наземные и морские экосистемы обладают естественной способностью к поглощению части парниковой эмиссии, и для достижения углеродного баланса необходимо оптимизировать управление их углерод-поглощающей функцией. [1]

Для эмпирического исследования эффективности углеродного поглощения экосистемами применяются карбоновые полигоны – специализированные испытательно-исследовательские площадки, предназначенные для изучения технологий контроля выбросов и поглощения парниковых газов в природных системах. Карбоновый полигон представляет собой репрезентативный участок земной поверхности, характеризующийся типичным для данной территории рельефом, структурой растительного и почвенного покрова, и служит объектом для изучения динамики выделения и поглощения диоксида углерода (CO_2) и других парниковых газов, таких как метан и закись азота.

Цель данных исследований – провести изучение депонирования углерода лесными экосистемами карбонового полигона «Кузбасс».

Исследования проведены на пилотном участке №1 – территория ООО «Санаторий «Танай».

ООО «Санаторий «Танай» обладает развитой инфраструктурой для обеспечения комфортного и длительного пребывания большого количества людей. К участку ведет шоссе сообщением Ленинск-Кузнецкий - Новосибирск с асфальтированным покрытием. На территорию санатория ООО «Танай» также ведет хорошая дорога, имеется линия электропередач, скважинное водоснабжение и водоотведение, вышка сотовой связи, здания пансионата в зимний период отапливаются от котельной, канатно-кресельный подъемник функционирует круглогодично.

Географически пилотный участок расположен в межгорной Кузнецкой

котловине на границе с низкогорной системой «Салаирский кряж». Рельеф равнинно-увалистый. Четвертичные поверхностные отложения представлены мощной толщей лессовидного карбонатного суглинка, очень гомогенного по составу. Согласно геоботаническому районированию Кемеровской области (Куминова, 1950) пилотный участок работ относится к Инско-Томскому лесостепному району. Основной тип растительности темнохвойные пихтовые леса, сосновые леса, лесные луга, залежи.

Тип растительности лесная, вторично луговая. Лесные массивы представлены в основном пихтово-осиновой черневой тайгой, значительные участки заняты вторичными лесами – березово-осиновым мелколесьем на зарастающих вырубках и гарях. Флора Салаирского кряжа включает 682 вида высших сосудистых растений и 36 видов мохообразных. Основными древесными породами являются пихта, осина и береза. Подлесок представлен рябиной, черемухой, желтой акацией, красной и черной смородиной, малиной, ивой, шиповником и другими кустарниками. Травянистая формация лесов представлена лесным высокотравьем – борщевик, папоротник-орляк, лабазник, акониты и другие [2]. В весеннее время формируется цветущий ковер из эфемероидов, характерный для черневой тайги – кандык сибирский, фиалки одноцветковой, медуницы, ветреницы голубой и ветреницы алтайской, лютиком однолистным. Залежи располагаются на бывших пахотных почвах. Возраст залежей от 3 до 10 лет. Растительный покров залежей представлен в основном многолетними корневищными растениями, которые образуют отдельные пятна. Доминируют злаки: пырей ползучий, костер безостый, тимopheевка луговая, вейник наземный, а также разнотравье: горошек обыкновенный, бодяк щетинистый, бодяк обыкновенный, осот луговой, василек шероховатый.

Почвенный покров представлены серыми лесными и бурыми лесными почвами с мощностью профиля от 50-60 до 160 см.

На первом этапе исследований стояла задача наблюдений за потоками углерода в лесных экосистемах – эталонных пихтовых лесах юга Западной Сибири.

Были проведены полевые геоботанические исследования на пяти пробных площадях размером 100 м² (10 x 10 м).

Проведено описание фитоценоза, ассоциаций, ярусности, видового состава, оценка обилия по шкале Друде (с дополнениями А.А. Уранова), сомкнутости крон, высоты деревьев, диаметра стволов, далее провели лабораторный анализ образцов лесной подстилки на содержание углерода методом элементного анализа с использованием CHNS-O анализатора ECS 4024 (табл. 1-3).

Таблица 1.

Сравнение методов элементного анализа

Метод	Преимущества	Недостатки	Область применения
Тюрина (мокрое сжигание)	Не требует сложного оборудования, дешево	Длительно, токсичные реактивы, неполное окисление для некоторых углей	Почвы, донные отложения
Сухое сжигание (Анстеттер)	Точно, подходит для карбонатных пород	Трудоемко, нужна печь и поглотительные трубки	Геология, почвы с карбонатами
Гравиметрия (ППП)	Очень просто	Низкая точность, влияет потеря связанной воды и разложение глин	Ориентировочная оценка
Инструментальные (ВТКО)	Быстро, точно, автоматизация	Дорогое оборудование	Экология, контроль качества, любые пробы

Таблица 2.

Сравнение методов геоботанического анализа

Аспект	Название	Краткое описание
Эффективные	Разнообразие методов	Пробные площадки, профили и маршруты дают комплексное представление о фитоценозах
	Четкие критерии	Видовой состав, покрытие, обилие, обеспечивают системный подход к описанию
	Использование оборудования	Рулетки, высометры и гербарные папки повышают точность замеров
	Обработка данных	Статистика и ординация помогают глубже анализировать данные и находить закономерности
Неэффективные	Ограниченность проб	Размеры площадок могут не отражать все биоразнообразие в неоднородных ландшафтах
	Субъективность оценки	Жизненность растений и характер размещения зависят от мнения исследователя
	Оборудование	Нужда в спецоборудовании затрудняет исследование в удаленных местах
	Затраты времени и ресурсов	Полевые работы требуют много времени и ресурсов, что ограничивает их

Таблица 3.

Результаты геоботанических и химических исследований

Но- мер Ц/П	Название РС	N яру- сов	Почва	Повре- ждения	Нср. м	Мох- лищ. %	Обилие ц/р	Содержа- ние С, %	Содержание г. С/га
1.	Пихтово-смешанный лес с подлеском <u>за- леномошный</u>	4	Темно- серая лес- ная	Нет	25°	100	<u>сос</u> пих- та	34,47±4,7	±1,05
3	Пихтовый лес с при- месью осины подлес- ок не выражен раз- нотравно- <u>чемерицевый</u>	3	Темно- серая лес- ная	Нет	28	80	<u>Сор3</u> пихта	35,17±2,86	±1,23
3	Березово-пихтовый захлампенный лес с <u>густым</u> низкорослым подлесок <u>мосочково- разнотравный</u>	3	Темно- серая лес- ная	Сильный <u>ветропо- вал</u>	28	80	<u>Сор3</u> пихта	40,23±4,46	±1,5
4	Пихтовый лес с при- месью осины и сос- ны с подлеском раз- нотравно- папоротниково- <u>хвощевый</u>	3	Темно- серая лес- ная	Нет	30	10	<u>sp.</u> Пих- та	39,63±3,63	±1,6
5	Пихтовый лес с гу- стым подлеском осочково- папоротниково- разнотравный	3	Темно- серая лес- ная	Нет	30	90	<u>Сор3</u> пихта	37,35±3,94	±1,52

В дальнейших исследованиях планируется отработка и применение методов и технологий мониторинга стока и выделения потоков углерода, создание системы сбора мультимодальных данных в режиме текущего времени с помощью газоанализаторов на базе БПЛА, их анализ и обработка [3].

Список литературы:

1. Валяев С.В. Геоэкологическая характеристика и проект мониторинга территории участка Шурапский Кедровско-Крохалевского каменно-угольного месторождения ОАО «Шахта Южная» (Кемеровская область). – [Электронный ресурс]: <https://earchive.tpu.ru/handle/11683/28182> (дата обращения 21.02.2026).
2. Ганиева И.А. Карбоновый полигон как инструмент реализации стратегии развития региона / И.А. Ганиева, Н.А. Петрик, С.В. Ремизов // Сборник научных статей и материалов конференции «Теория и практика стратегирования». – 17-19.10.2022 г. – Кемерово-Новокузнецк-Мариинск-Москва. - С. 212- 217. - [Электронный ресурс]: <http://lib.kemsu.ru/userfiles/file/PP/039.pdf> (дата обращения 22.02.2026).
3. Карбоновые полигоны Российской Федерации. – [Электронный ресурс]: <https://carbon-polygons.ru/about/> (дата обращения 22.02.2026).