

АТМОСФЕРНЫЙ СИГНАЛ

Институтом леса имени В. Н. Сукачева СО РАН ведутся длительные мониторинговые наблюдения за состоянием и функционированием экосистем Средней Сибири, пространственно-временной динамикой растительности и процессами экогенеза в регионе. В этом материале мы подробнее остановимся на теме трансформации среднесибирских экосистем в условиях глобальных климатических изменений.

Динамика концентрации парниковых газов в атмосфере Сибири за 15 лет:

- диоксид углерода – прирост $2,4 \pm 0,9$ ppm/год
- метан – прирост $9,5 \pm 8,3$ ppb/год



лизируют содержательную гидро-климатическую информацию из доступных источников и результаты натурных исследований обсерваторий, научных стационаров и сети мониторинга обменных потоков парниковых газов, расположенных на всем протяжении «енисейского меридиана», от гор Южной Сибири до арктического побережья.

ПЛОДЫ ВОЗМОЖНОСТЕЙ

Уже на протяжении 15 лет идут непрерывные измерения в континентальной обсерватории ZOTTO. На текущий момент обсерватория дала возможность зафиксировать устойчивый рост концентрации парниковых газов в атмосфере Сибири. В 2019 году благодаря открытию океанической обсерватории DIAMIS удалось субмеридиально расширить зону охвата измерений обсерватории ZOTTO. Наличие такой обсерватории открывает для ученых возможность диагностики переноса парниковых газов в системе океан-атмосфера и позволяет оценивать вклад разрушения газогидратов шельфа и эмиссии в атмосферу метана.

Сотрудниками лабораторий биогеохимических циклов в лесных экосистемах и экспериментальной и прикладной экологии ведутся сезонные наблюдения за концентрацией парниковых газов. На основе анализа их данных и посредством прямых измерений методом микровихревых пульсаций выявлены особенности сезонной динамики чистого экосистемного обмена основных биомов криолитозоны Средней Сибири. К сожалению, в силу отсутствия технических возможностей в ряде случаев не представляется возможным обеспечить круглогодичные непрерывные наблюдения, позволяющие оценивать тренды чистого экосистемного обмена для основных биомов Средней Сибири, в том числе для экосистем юга средней Сибири, обладающих значительным потенциалом управляемого депонирования атмосферного углерода.

На всех станциях инструментальных измерений потоков углерода организован круглогодичный мониторинг динамики состава руслового стока водотоков, дренирующих бассейны. Для оценки стока растворенного углерода в Северный Ледовитый океан с 2015 года

его концентрация измеряется в нижнем течении р. Енисей (г. Игарка).

КОНКРЕТИКА НАБЛЮДЕНИЙ

Результаты исследований сибирских ученых заставляют насторожиться. В частности, уже становится ясно, что изменения климата вызвали в Сибири активацию насекомых-вредителей, рост динамики горимости лесов, снижение стока рек и ряд других проблем.

В период с 2014 по 2018 год катастрофическая вспышка сибирского шелкопряда охватила более 1 млн га темнохвойных лесов. Потепление

В настоящее время возгорания наблюдаются на арктическом побережье Восточной Сибири

способствовало продвижению потенциальной границы вспышек массового размножения сибирского шелкопряда на 150–300 км в северном направлении. А ослабленные периодическими засухами пихтовые древостои подверглись уже атакам уссурийского полиграфа (*Polygraphus proximus*) – вида, ранее неизвестного в Сибири. Вспышка массового размножения этого жука-короеда повлекла усыхание пихтарников на площади более 800 тыс. га.

В целях обеспечения полноценного мониторинга экосистем Средней Сибири в институте создан «Региональный евразийский центр мониторинга пожаров». Соответствующее соглашение было подписано в марте 2017 года между Институтом леса и Центром глобального мониторинга пожаров (Фрайбург, Германия). Зона ответственности центра распространяется от Урала до Дальнего Востока, включая весь Сибирский федеральный округ и Якутию.

Данный центр проводит исследования по ряду направлений: динамика горимости на уровне субрегионов Сибири, прогностические сценарии горимости и пожарных режимов в условиях климатических изменений; разработка методов инструментальной оценки прямых пожарных эмиссий углерода в оперативном режиме; мониторинг, моделирование и валидация послепожарных эффектов – послепожарное состояние лесов, степень нарушенности.

Результаты деятельности центра показывают, что потепление климата в сочетании с «волнами тепла» способствовали как возрастанию частоты и площади лесных пожаров, так и продвижению границы горимости в северном направлении – в лесотундру и тундру.

Большое внимание на фоне глобальных изменений климата уделяется водным ресурсам, нехватка которых в ряде регионов серьезно беспокоит мировое сообщество. Анализ динамики годового стока ряда рек Средней Сибири выявил специфику изменения их годового стока в связи с лесистостью водосборов.

Установлено, что в южных широтах повышение лесистости водосборов сопровождается снижением стока рек, поскольку продуктивные

леса расходуют большое количество влаги на испарение, тем самым уменьшая суммарный сток. В северных широтах повышение лесистости сопровождается увеличением стока, что связано в основном со спецификой баланса снеговой влаги. На безлесных территориях тундровой зоны снег активно испаряется во время метелей, тогда как в редкостойных лиственничниках формируется мощный снежный покров, при таянии способствующий увеличению стока рек. Поэтому с увеличением лесистости водосборов северных рек сток возрастает.

Кроме того, глобальные климатические изменения вызывают деградацию вечной мерзлоты (солюфлюксия, усиление микробной декомпозиции органики, формирование термокарста) которая сопровождается выделением парниковых газов. Объективная оценка такого рода эмиссий необходима для составления полного бюджета парниковых газов в экосистемах региона, а также для глобальных оценок. Надежным способом получения таких оценок могут служить данные полевых инкубационных экспериментов с погребенной органикой, которые проводятся на о. Самойловский в дельте р. Лена. Результаты инкубационных экспериментов свидетельствуют о том, что открытая экспозиция погребенной почвы (имитация береговой эрозии) «производит» меньше CO₂, чем закрытая экспозиция (имитация криотурбационных процессов), тогда как эмиссии метана при разрушении береговой линии превышают таковые в случае криотурбации.

Считается, что одним из путей адаптации к климатическим изменениям и смягчению их негативных последствий может служить формирование карбоновых полигонов, поглощающих атмосферный CO₂. Результаты исследований сибирских ученых свидетельствуют о том, что при должном уходе в лучших лесорастительных условиях возможно кратное увеличение продуктивности древостоев и соответствующее повышение депонирования запасов углерода в биомассе.

С 2022 года Институт леса является участником проекта «РИТМ углерода» (www.ritm-c.ru), который осуществляется в рамках реализации важнейшего инновационного проекта государственного значения (ВИП ГЗ), направленного на создание единой национальной системы мониторинга климатически активных веществ. Задачи Института в данном проекте – оценка запасов углерода и пространствен-

К числу наиболее слабых звеньев изученности углеродного баланса экосистем относятся оценка выноса углерода в гидрографическую сеть и последующее его депонирование в донных осадках арктических морей, а также оценка эмиссионных потоков парниковых газов с водной поверхности водотоков.

но-временной изменчивости баланса парниковых газов на основе результатов наблюдений в экосистемах на территории Средней Сибири; информационное и модельное обеспечение мониторинга продуктивности лесов России с целью оценки бюджетов основных климатически активных веществ и разработки программ адаптации и смягчения нежелательных последствий изменения климата на территории России.

На сегодня на основе климатических моделей, почвенных карт и геоморфологических параметров разработана и апробирована технология выделения оптимальных лесорастительных условий для интенсивного лесовыращивания и формирования карбоновых полигонов.

Такие технологии успешно разрабатываются в Институте леса имени В. Н. Сукачева СО РАН, обеспечивая усиление углероддепонирующей функции управляемых лесов. Наиболее контрастно увеличение прироста древесины по сравнению с контролем проявляется в средневозрастных и спелых насаждениях.

Материал подготовлен на основе доклада научных исследований ИЛ СО РАН по изучению динамики лесных экосистем Сибири, климатических изменений (А. А. Онугин, И. М. Данилин, 2021 г.) За предоставленные материалы редакция выражает благодарность Институту леса имени В. Н. Сукачева СО РАН

mitex™

2023

Международная выставка инструмента

Moscow International Tool Expo

МОСКВА,
ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»

EXPOCENTRE
FAIRGROUNDS,
MOSCOW

7-10
НОЯБРЯ
NOVEMBER
2023

ОРГАНИЗАТОР / ORGANIZER

МОСКВА, РОССИЯ **ЕВРОЭКСПО** VIENNA, AUSTRIA **EUROEXPO**

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ПАРТНЕРЫ / INFORMATION SPONSORS

ПОТРЕБИТЕЛЬ www.master-forum.ru **ММР ПОРЮЖЕТО ИНСТРУМЕНТА**

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ СПОНСОР ВЫСТАВКИ / GENERAL SPONSOR

CAIMAN ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ТЕХНИКА

ИНТЕРНЕТ-ПАРТНЕР / INTERNET-PARTNER

МАСТЕР-FORUM.RU

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ / SUPPORTED BY

ЭКСПОЦЕНТР **РСНП** **ПАТЭ**

12+ РЕКЛАМА ООО «ЕВРОЭКСПО»

СТРАТЕГИЧЕСКИЙ ПАРТНЕР / STRATEGIC PARTNER

Ассоциация Торговых компаний и производителей электрострументов и средств малой механизации **ПАТЭ**

WWW.MITEXPO.RU