

CO₂ emission during peat defreeze

Влияние процесса оттаивания на эмиссию CO₂ из торфа

Головацкая Евгения Александровна
Дюкарев Егор Анатольевич

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО
РАН, Томск

golovatskaya@imces.ru

- Эмиссия CO_2 с поверхности болотных экосистем в зимний период, а так же в периоды замерзания и оттаивания торфяной залежи слабо изучена.
- Эмиссия CO_2 в холодный период зависит от множества факторов: толщина снежного покрова, тип растительности, и от замерзания–оттаивания торфяной залежи
- Для торфяных почв данных по эмиссии CO_2 с поверхности торфа при оттаивании практически нет. В полевых условиях оценить и зафиксировать особенности процесса выделения углекислого газа с поверхности торфяной залежи при оттаивании торфа весьма затруднительно.

Цель работы

- Оценка эмиссии CO_2 с поверхности торфа в процессе оттаивания
- Изучение зависимости скорости эмиссии от температуры при оттаивании торфа
- Оценка эмиссии CO_2 с поверхности болота в течение весеннего периода
- Оценка суммарного годового потока CO_2

Тимирязевское болото



Осоково-сфагновая топь

Рям – сосново-кустарничково-сфагновый фитоценоз



Методы исследования



- Размер: высота 30см, диаметр 24см
- Температура в центре монолита -5, -8 °С в начале эксперимента
- Температура в помещении +20°С.
- Монолиты помещались в измерительную камеру объемом 38 литров.
- Измерение эмиссии CO₂ проводилось камерным методом (ОПТОГАЗ 500.4)
- Время оттаивания 13 часов
- Два цикла оттаивания
- В монолитах для контроля оттаивания были установлены датчики температуры (термохроны, Dallas Semiconductors Inc., США) на поверхности монолита, на дне, на боковой стенке и в центре монолита.

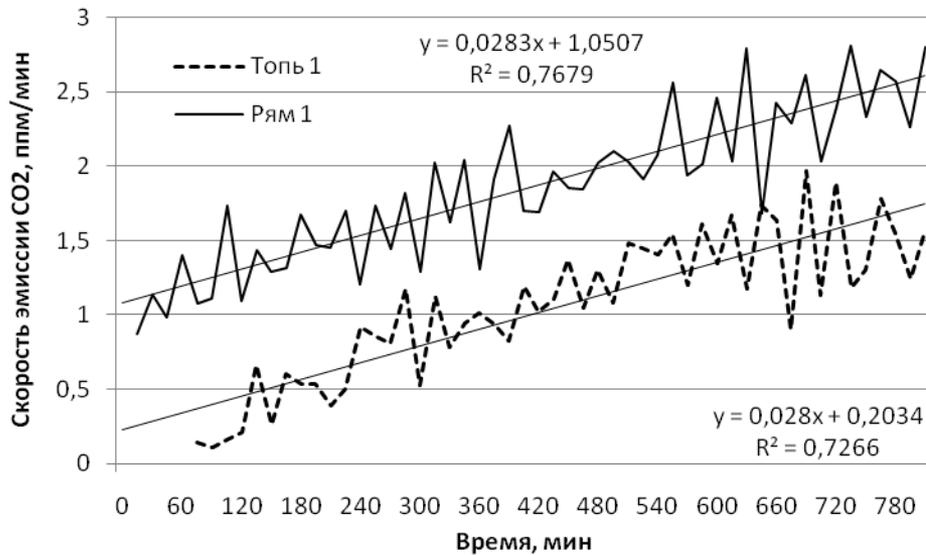
Характеристика верхнего слоя торфяной залежи

Глубина, см	Топь		Рям	
	Плотность, г/см ³	Влажность, %	Плотность, г/см ³	Влажность, %
0-5	0.027	96.8	0.020	92.3
50-10	0.079	92.0	0.016	91.6
10-15	0.087	91.5	0.016	91.3
15-20	0.095	89.5	0.017	90.7
20-25	0.098	87.6	0.014	93.1

Результаты

Средняя скорость эмиссии CO_2 в обоих циклах оттаивания составляет 1.86 и 1.17 ppm/мин для ряма и 1.06 и 0.79 ppm/мин для топи.

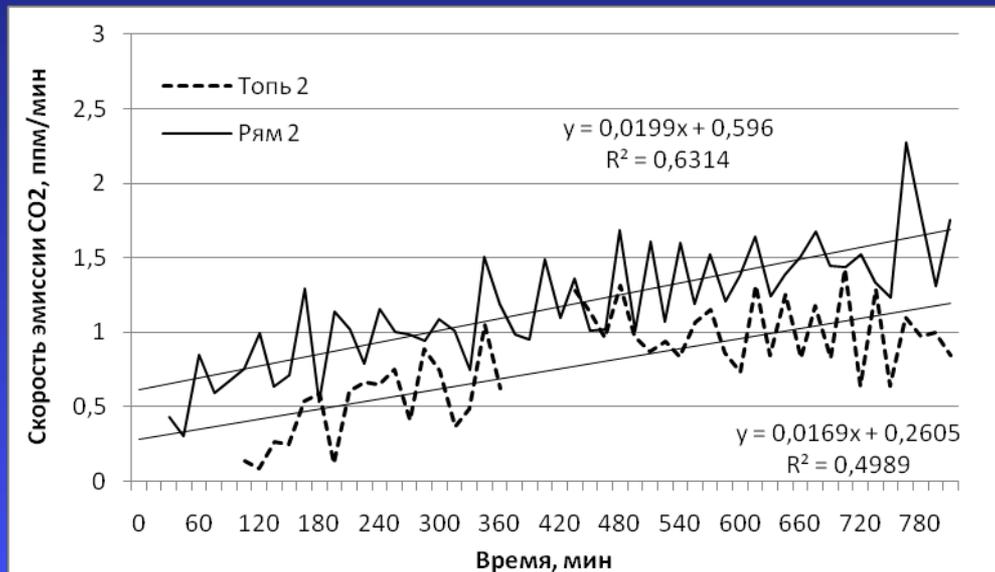
При втором цикле оттаивания скорость выделения CO_2 ниже для топи на 25%, для ряма на 37%.



Скорость выделения CO_2 в процессе оттаивания торфа, ppm/мин, первый цикл

Скорость эмиссии CO_2 зависит от температуры.

Максимальные коэффициенты корреляции получены для скорости эмиссии и температуры поверхности образца ($r = 0.87 - 0.84$).

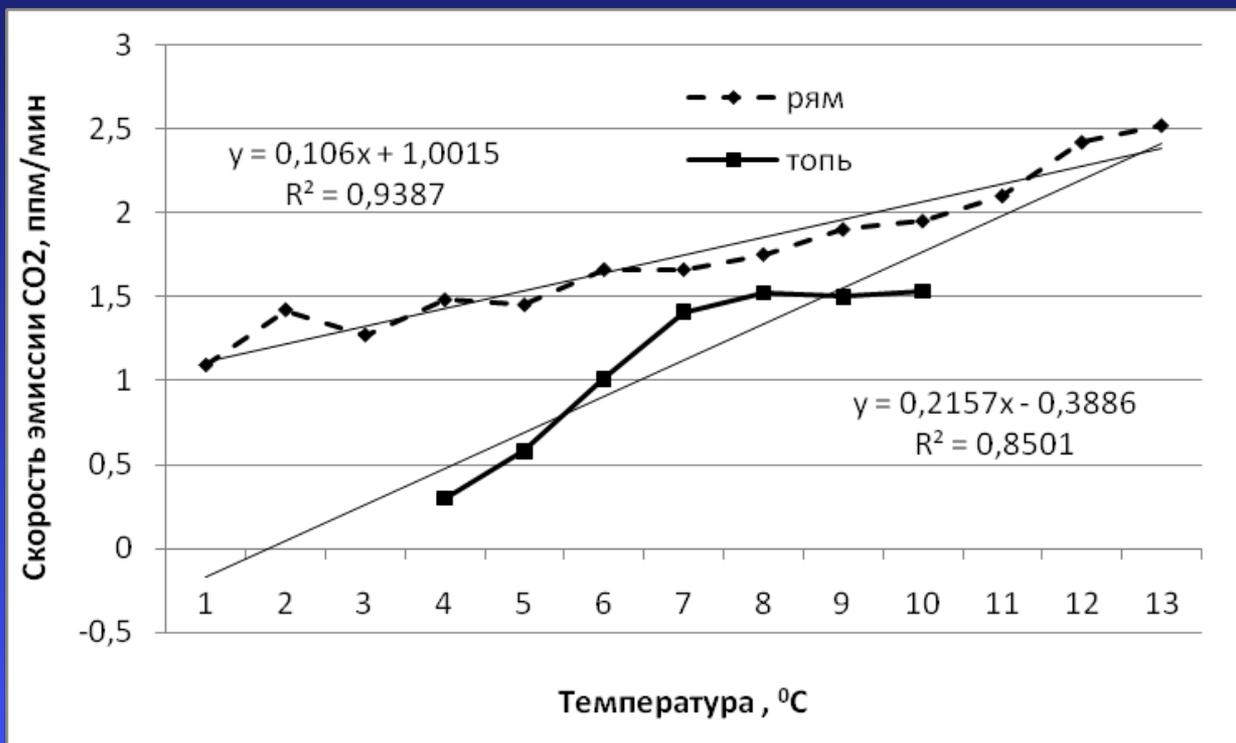


Скорость выделения CO_2 в процессе оттаивания торфа, ppm/мин, второй цикл

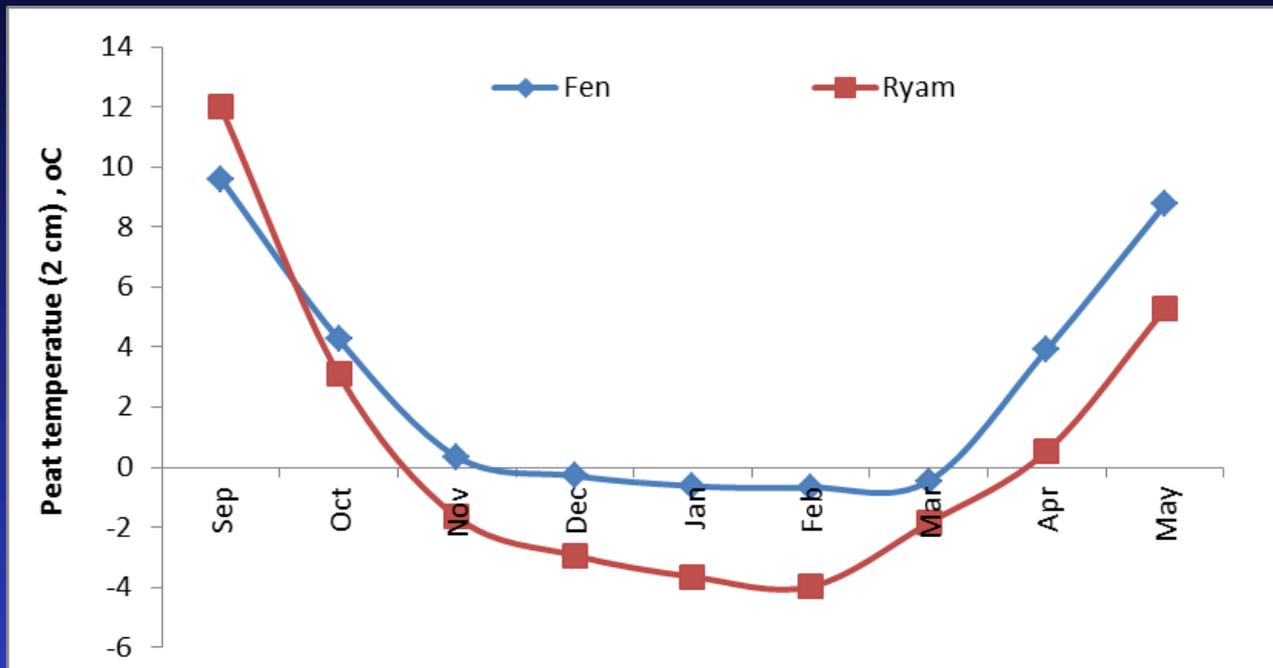
Зависимость эмиссии CO₂ от температуры поверхности

При изменении температуры поверхности на 1 градус в торфе ряма происходит более медленное увеличение скорости выделения CO₂, чем на топи.

Возможно, это связано со свойствами исследуемых торфов, и в первую очередь с их микрофлорой. Более богатые микроорганизмами торфа топи быстрее реагируют на изменение температуры за счет активизации процессов разложения.

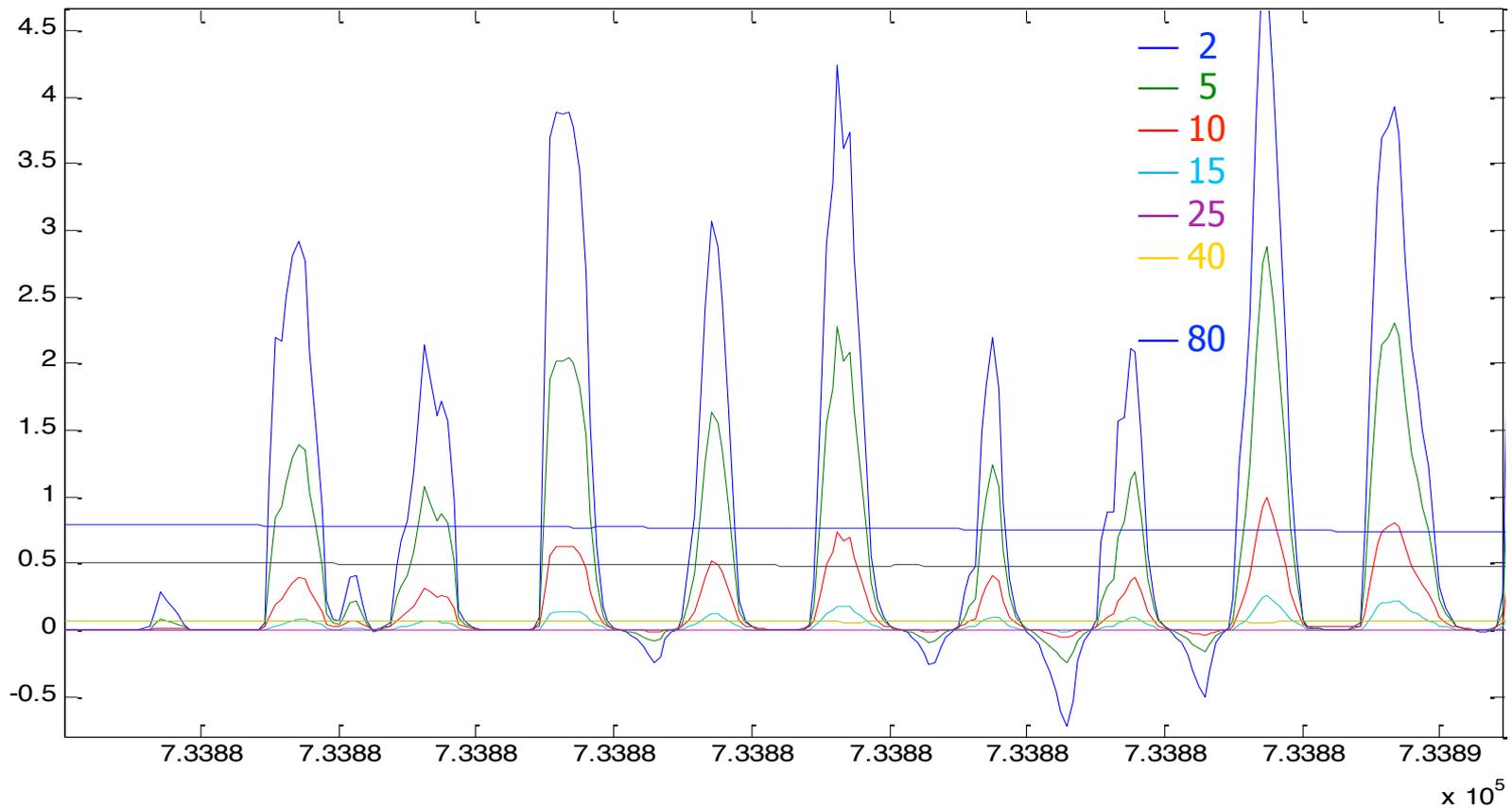


Температура торфа. Глубина 2 см.

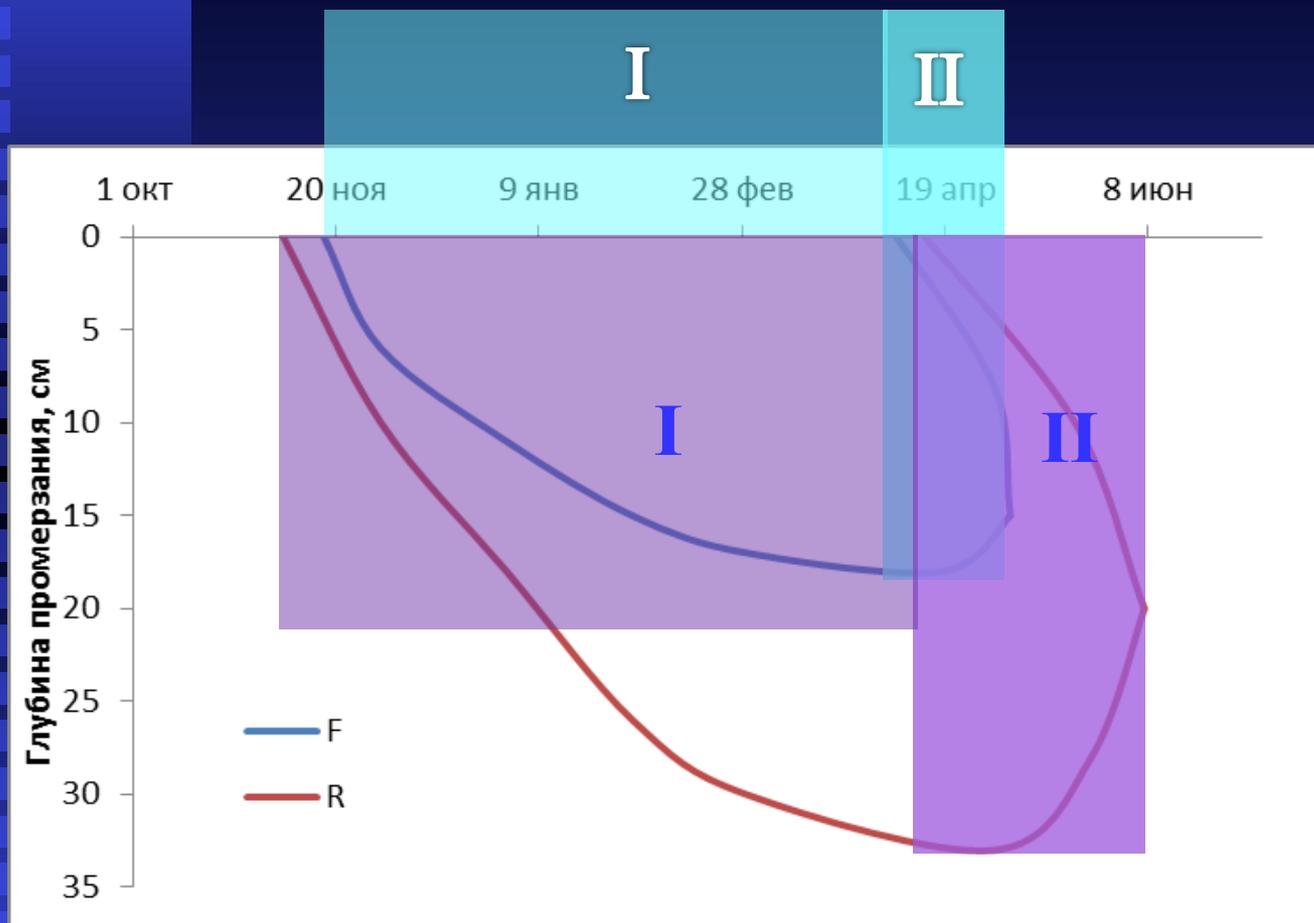


Продолжительность периода с замерзшим слоем почвы определялась из данных измерений температуры почвы на разных глубинах с использованием автономного измерителя АИПТ. Получено, что верхний слой торфа в ряме промерзает гораздо раньше, чем на топи, а оттаивает – позже. Температура торфа на топи в зимнее время выше, чем в ряме.

Циклы замерзания-оттаивания торфа в весенний период



Динамика промерзания и оттаивания торфа



Суммарный поток CO_2 за весенний период:
Рям - $60 \text{ гCO}_2/\text{м}^2$
Топь - $14 \text{ гCO}_2/\text{м}^2$

I – Замерзшая почва

II – Замерзшая почва с протаиванием верхнего слоя торфа

Измерение эмиссии CO₂ в зимний период



	Рям	Топь
CO ₂ , мг/м ² час	24±19	7±3,6
Т поверхности торфа, °С	-1,6	-0,2
Т воздуха °С	-6,0	-6,8
Глубина промерзания, см	25	10
Высота снежного покрова, см	30	20

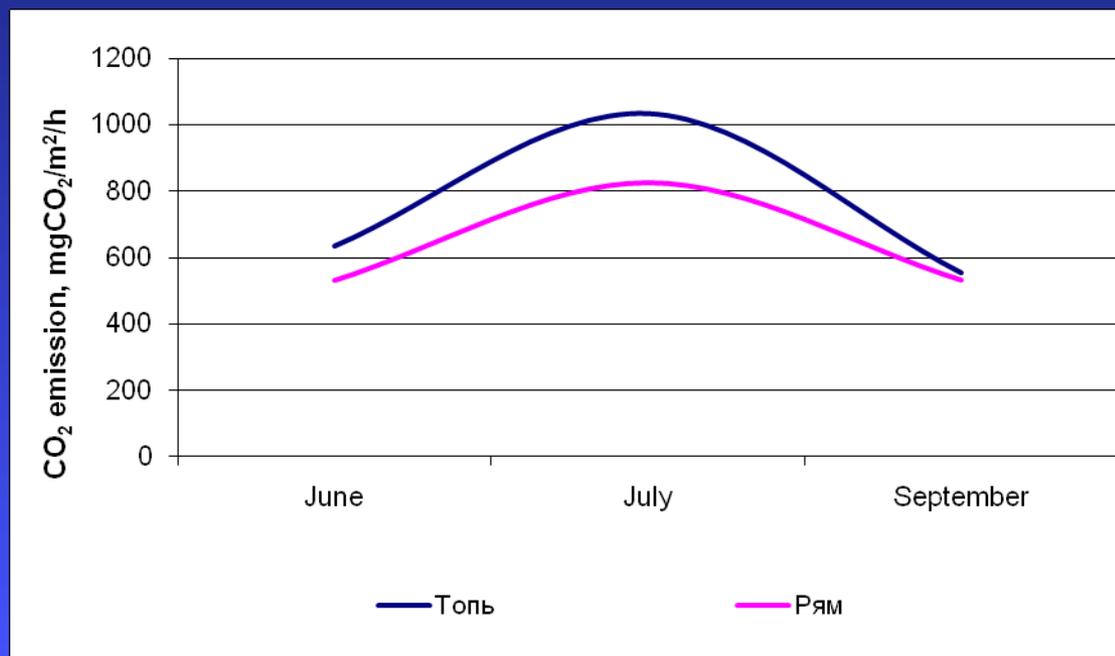
Суммарный поток CO₂
за зимний период
Рям - 91 гCO₂/м²
Топь - 24 гCO₂/м²

Эмиссия CO₂ в теплый период

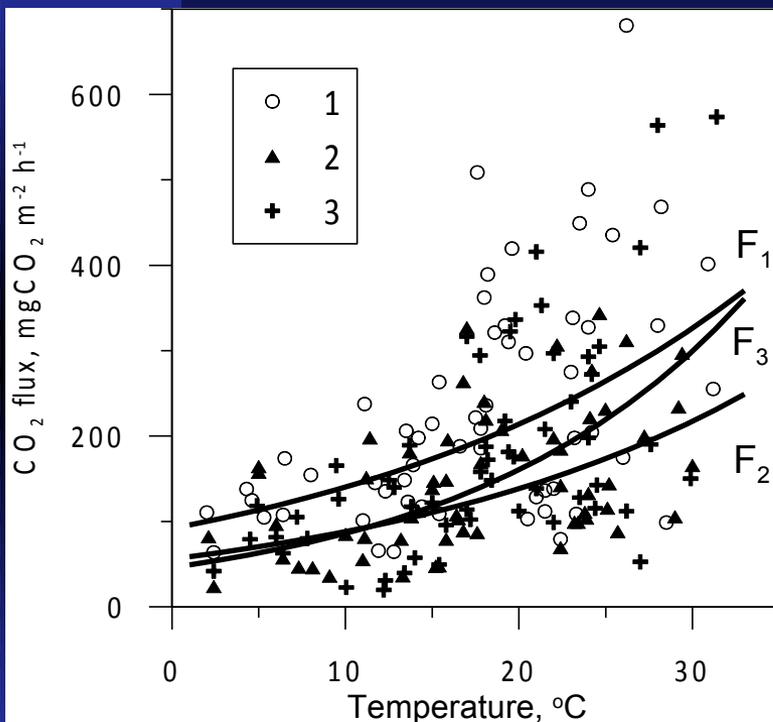
- На исследуемом болоте проводятся измерения эмиссии CO₂ камерным методом с 2008 г.
- Параллельно проводятся измерения температуры воздуха, торфа на разных глубинах, уровня болотных вод.



Общая закономерность эмиссии CO₂ в теплый период заключается в росте интенсивности эмиссии к середине лета и снижении осенью, что определяется гидротермическими условиями.



Зависимость эмиссии CO₂ от температуры воздуха в теплое время года



Среднесуточный поток углекислого газа рассчитывался по формуле

$$F = A \exp(kT),$$

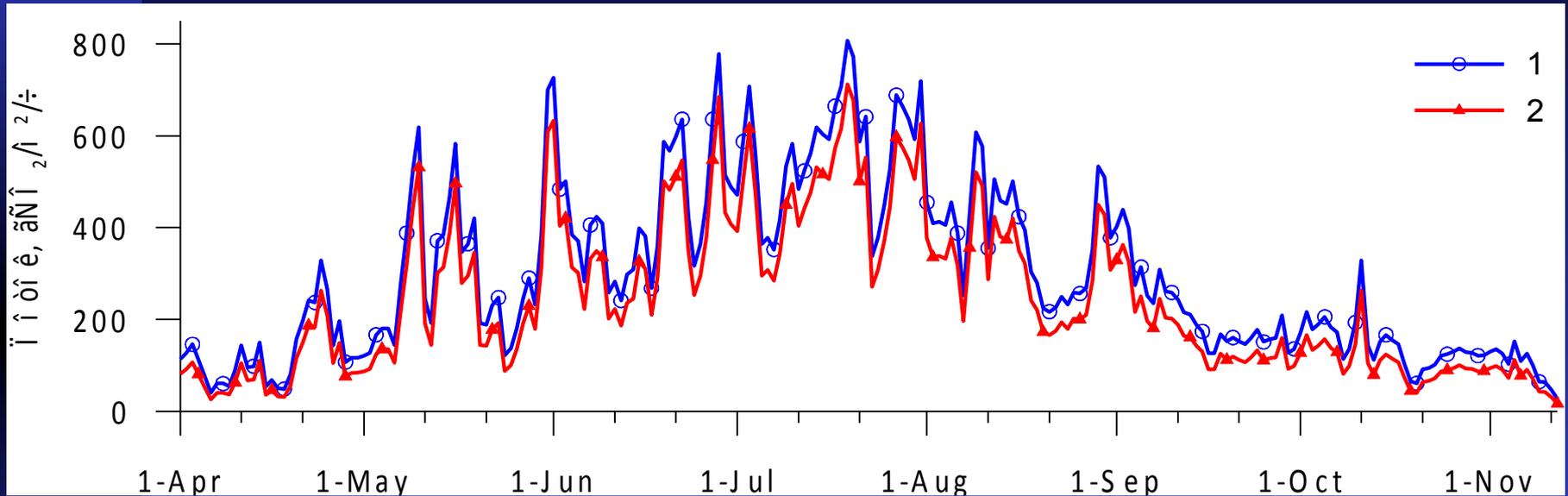
где T – среднесуточная температура воздуха;

k – коэффициент чувствительности эмиссии к температуре;

A – минимальная величина потока при $T = 0$.

Анализ экспоненциальной зависимости эмиссии CO₂ от температуры воздуха показал, что коэффициент чувствительности k варьирует от **0.0882 1/°C** на топи до **0.0933 1/°C** в яме.

Сезонный ход среднесуточных значений потока CO_2 с поверхности торфяной залежи Тимирязевского болота, восстановленный по ходу среднесуточных температур воздуха



1 – Топь

2 – Рям

Суммарный поток CO_2 за теплый период
Рям – 1186 г CO_2 /м²
Топь – 1490 г CO_2 /м²

Суммарный годовой поток CO₂ с поверхности торфяной залежи Тимирязевского болота

	Рям				Топь			
	Продолжи- тельность	Интенсив- ность	Поток	Поток	Продолжи- тельность	Интенсив- ность	Поток	Поток
	<i>дни</i>	<i>мг/м²/ч</i>	<i>г/м²</i>	<i>%</i>	<i>дни</i>	<i>мг/м²/ч</i>	<i>г/м²</i>	<i>%</i>
Зима	158	24	91	6,8	141	7	24	1,6
Весна	54	46	60	4,5	28	21	14	0,9
Лето	153	323	1186	88,7	196	317	1490	97,5
Год			1336	100,0			1527	100,0

A close-up photograph of a plant with long, green, blade-like leaves. Several brown, fibrous, and somewhat tangled seed heads or flower remnants are visible, hanging from the stems. The background is a dense field of similar green leaves, slightly out of focus. The lighting is bright, suggesting a sunny day.

Спасибо за внимание!