



Мониторинг массовой концентрации черного углерода с 2018 по 2025 год в приземном слое воздуха в Центральной Якутии

Мордовской П.Г., Старостин Е.В., Неустроев А.А.

в.н.с., к.т.н. Мордовской Петр Григорьевич
mordovskoipg@yandex.ru

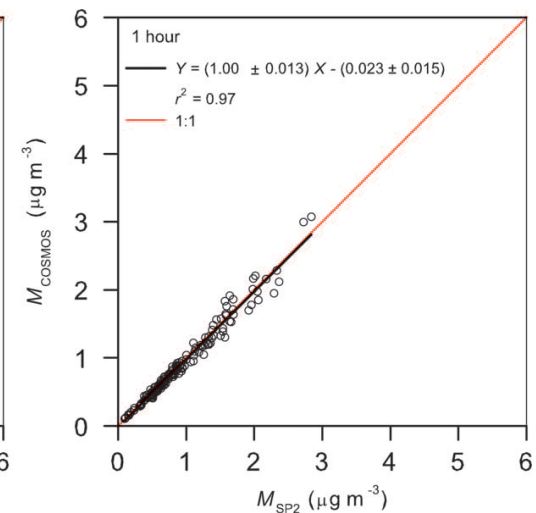
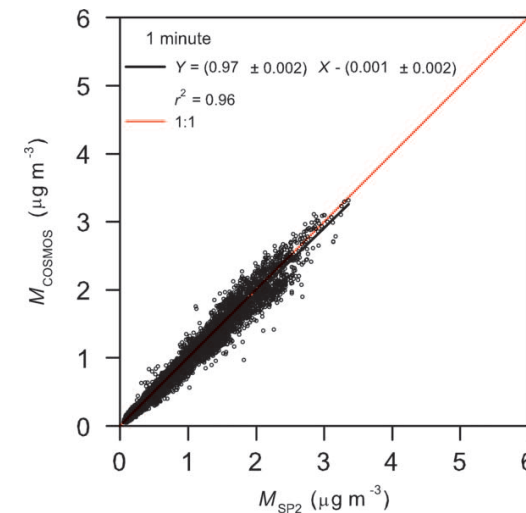
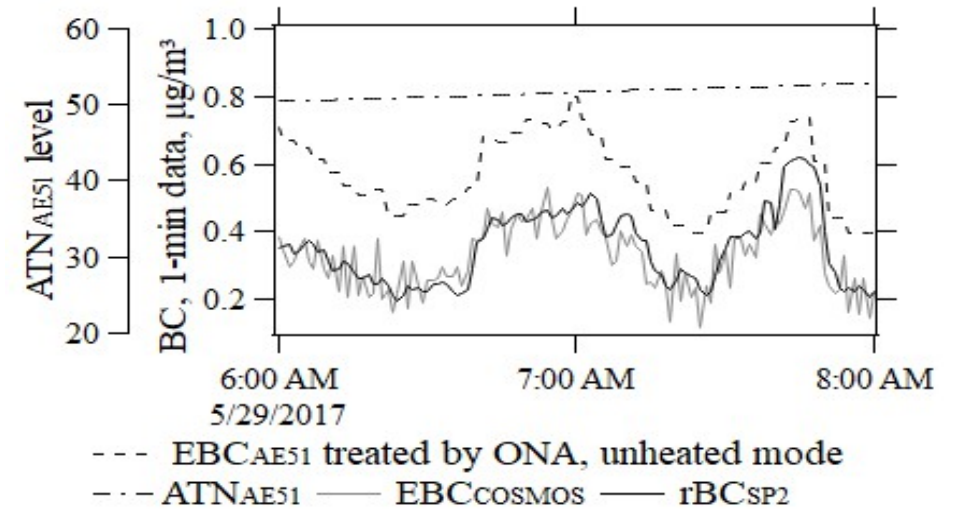
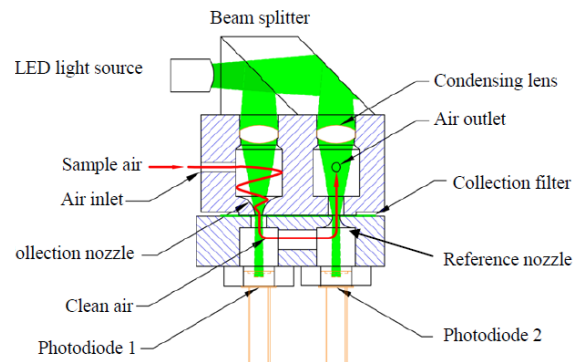
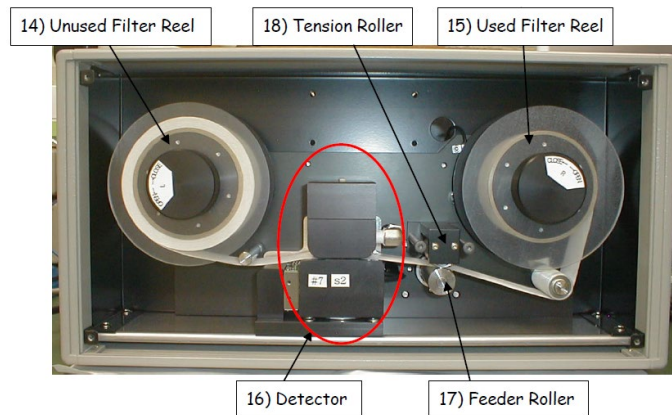
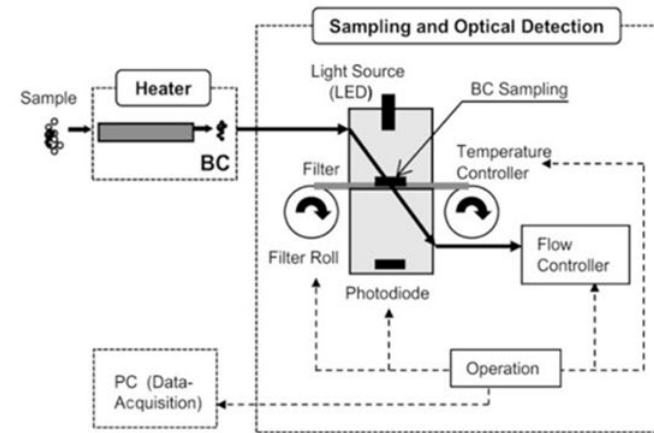
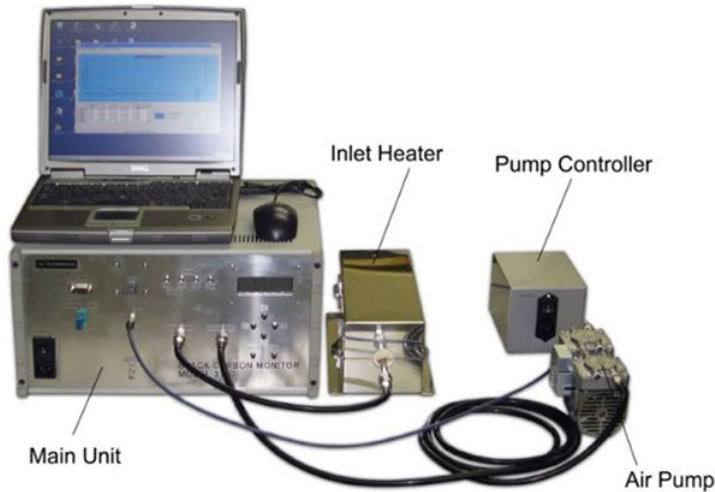




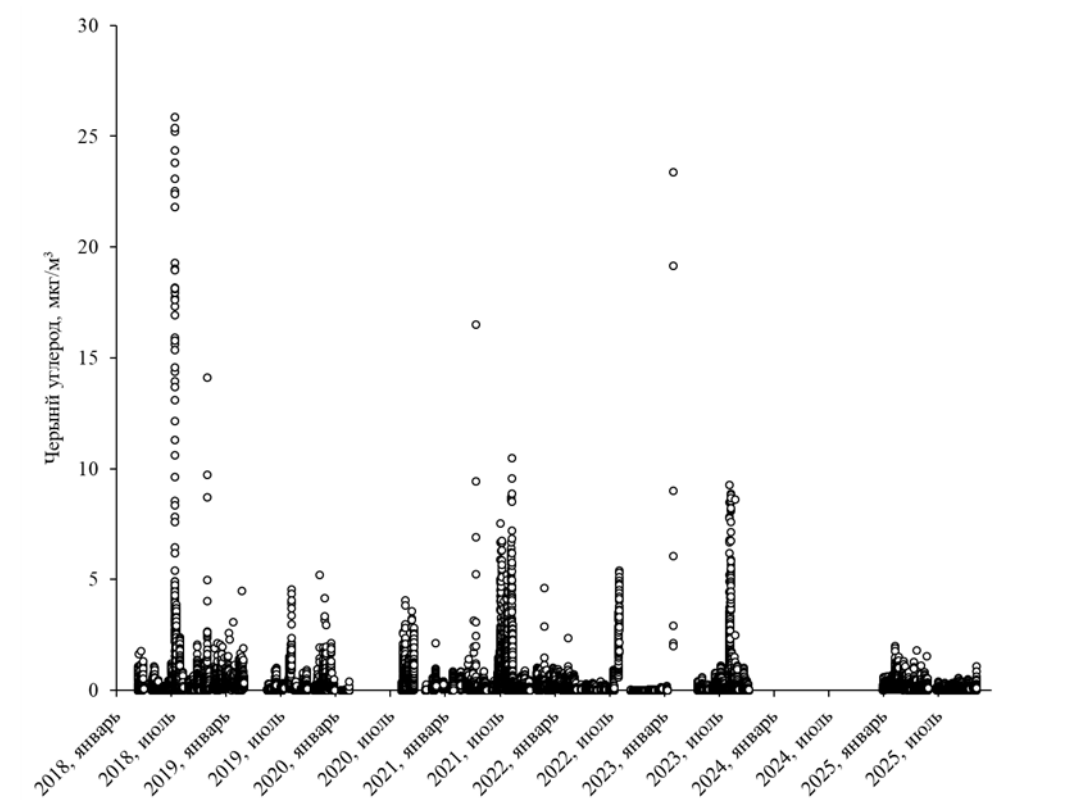
Мониторинг массовой концентрации
черного углерода проводится непрерывно с
2018 по н.в. на лесной научной станции
«Спасская падь» (25 км. севернее от г.
Якутска).



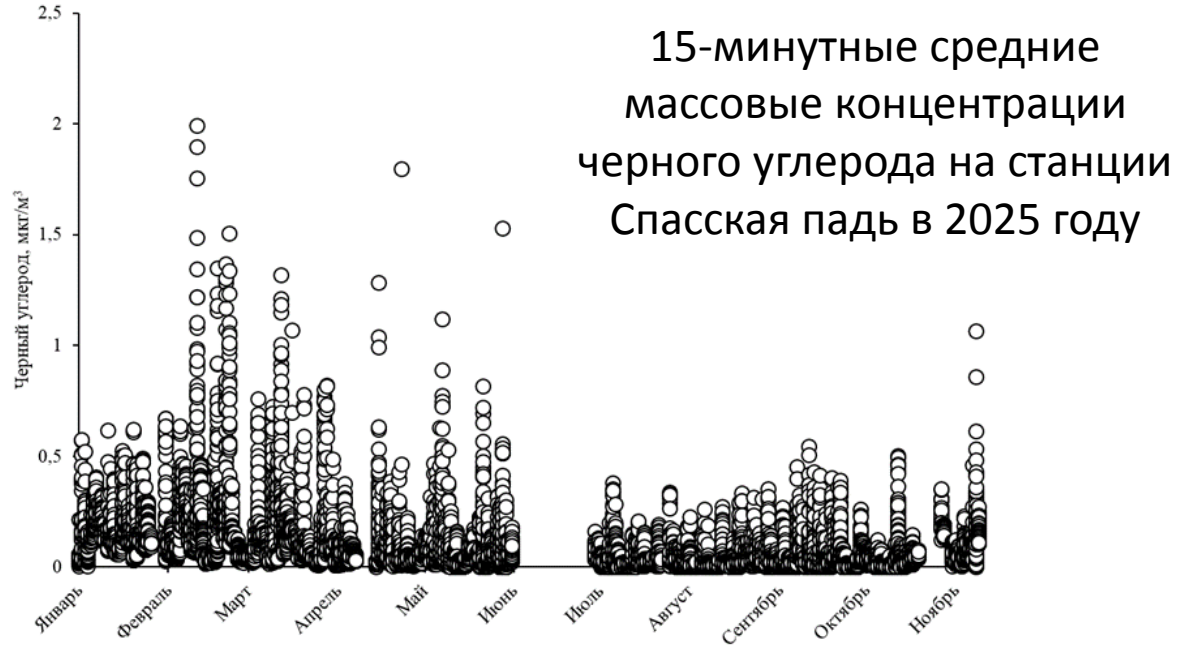
BLACK CARBON MONITOR MODEL 3130



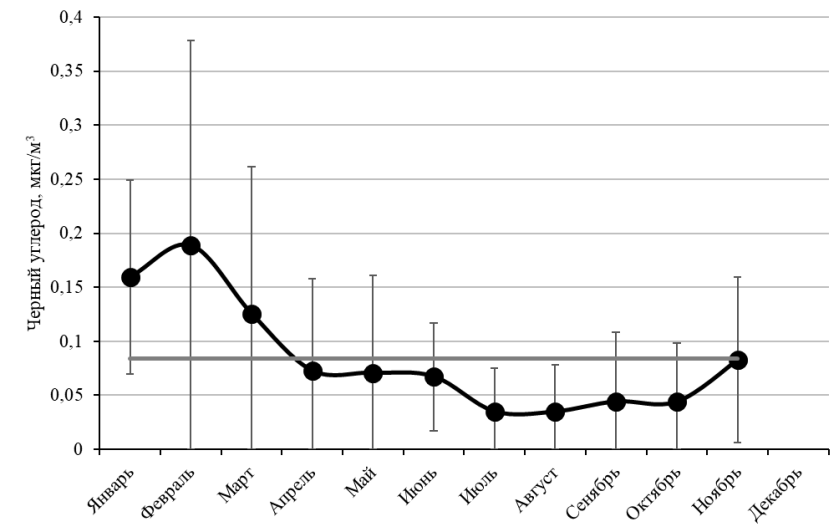
Мониторинг массовых концентрации черного углерода на станции Спасская Падь в 2018-2025 гг.



15-минутные средние массовые концентрации черного углерода на станции Спасская Падь в 2018-2025 гг.



15-минутные средние массовые концентрации черного углерода на станции Спасская падь в 2025 году



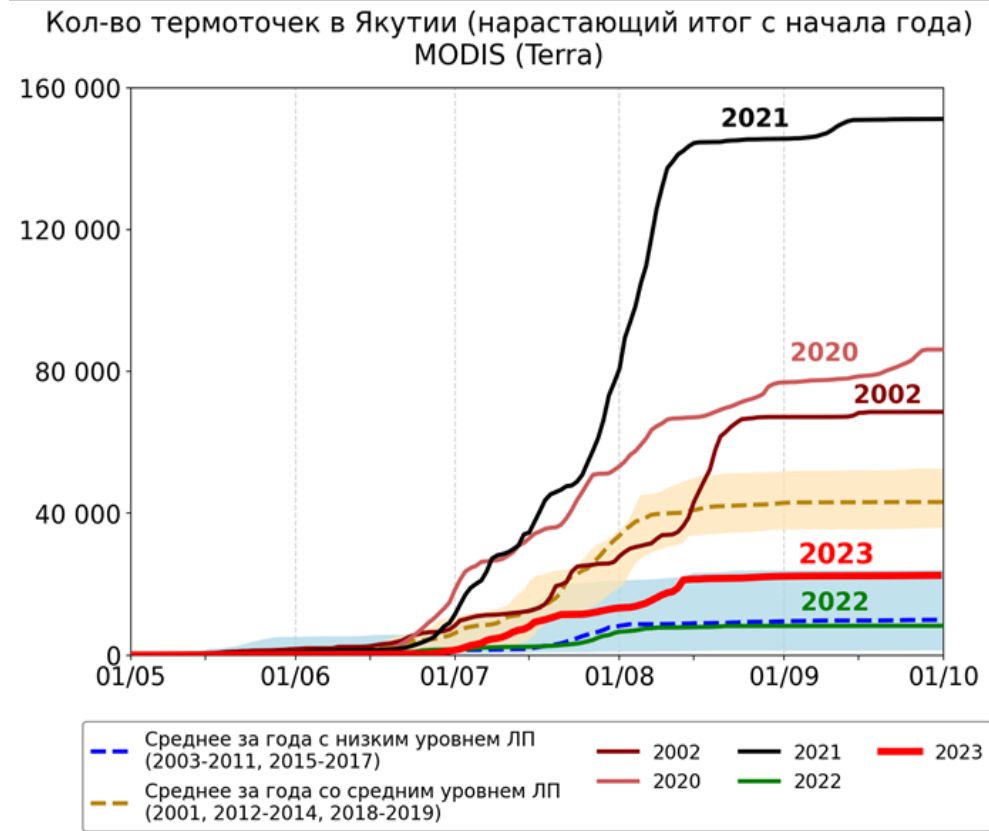
Среднемесячные массовые концентрации черного углерода в приземном воздухе Центральной Якутии в 2025 году

Месяц	Массовая концентрация ЧУ, мкг/м ³			
	Среднее	Медиана	Станд. откл.	Максимум
январь	0.144	0.123	0.140	3.072
февраль	0.135	0.079	0.202	6.050
март	0.124	0.082	0.138	1.781
апрель	0.052	0.028	0.205	9.429
май	0.061	0.036	0.079	1.074
июнь	0.080	0.037	0.124	1.482
июль	0.418	0.074	1.313	25.873
август	0.428	0.084	0.930	10.462
сентябрь	0.099	0.021	0.229	3.583
октябрь	0.055	0.017	0.246	14.097
ноябрь	0.114	0.066	0.174	5.210
декабрь	0.156	0.106	0.183	4.628

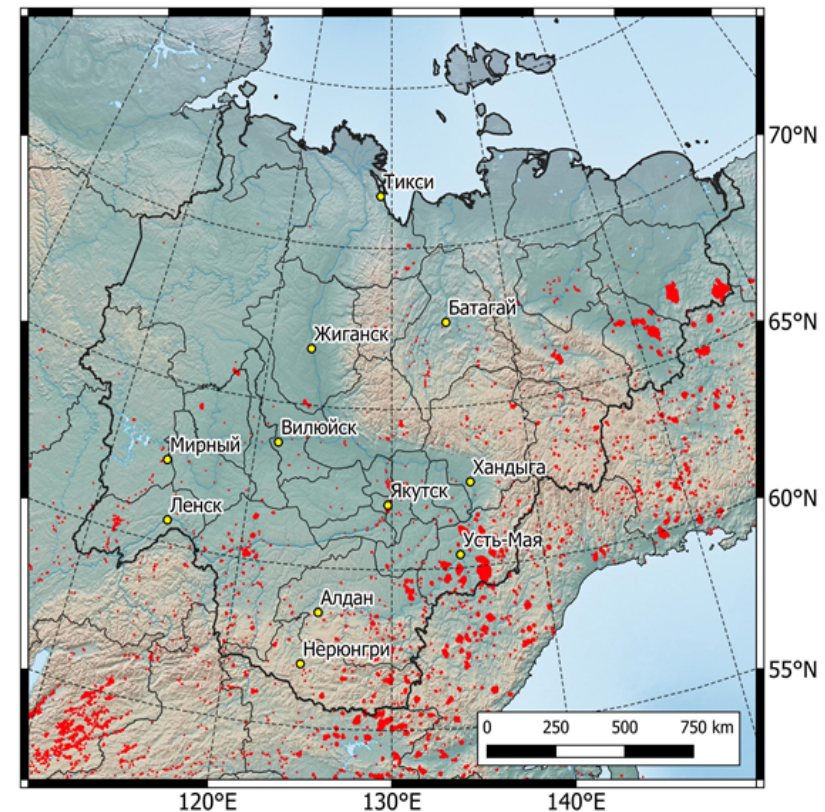


Высокие зимние концентрации черного углерода в январе и декабре также могут быть обусловлены эффектом «арктической дымки» (англ. Arctic haze). Арктическая дымка — это явление видимой дымки в атмосфере в высоких широтах Арктики из-за антропогенного загрязнения воздуха. Главным отличительным фактором арктической дымки является способность ее химических ингредиентов сохраняться в атмосфере значительно дольше, вследствие низкой конвекции воздуха при критически низких температурах наземного воздуха.

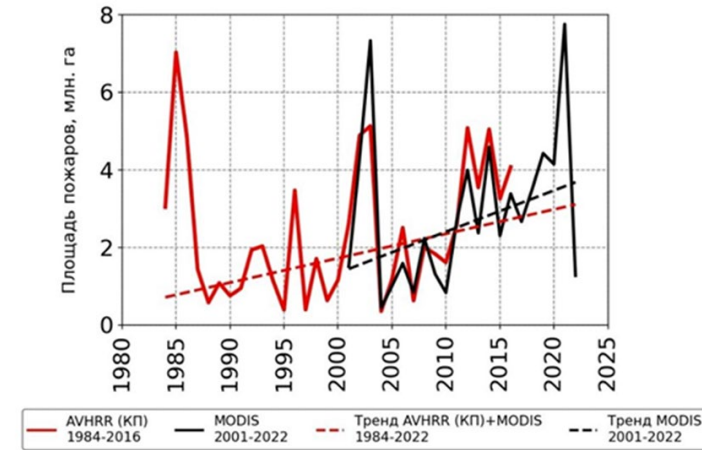
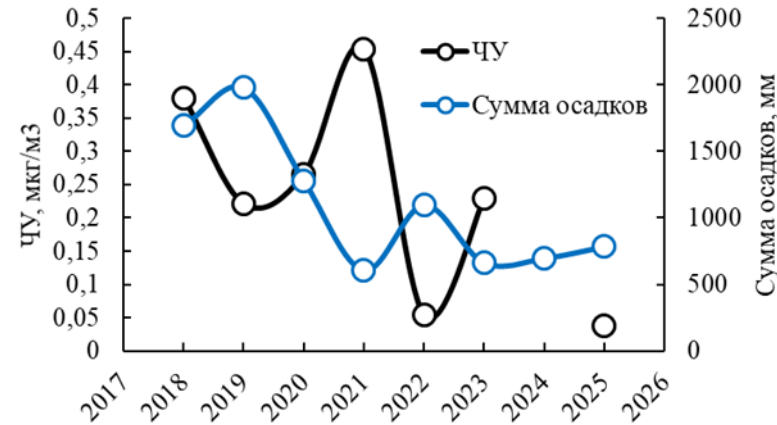
Количество термоточек на территории Якутии в виде нарастающего итога за пожароопасный сезон, показывающий динамику лесопожарной обстановки за различные годы с 2001 г. по 2023 г., построенный по данным спутникового радиометра MODIS.



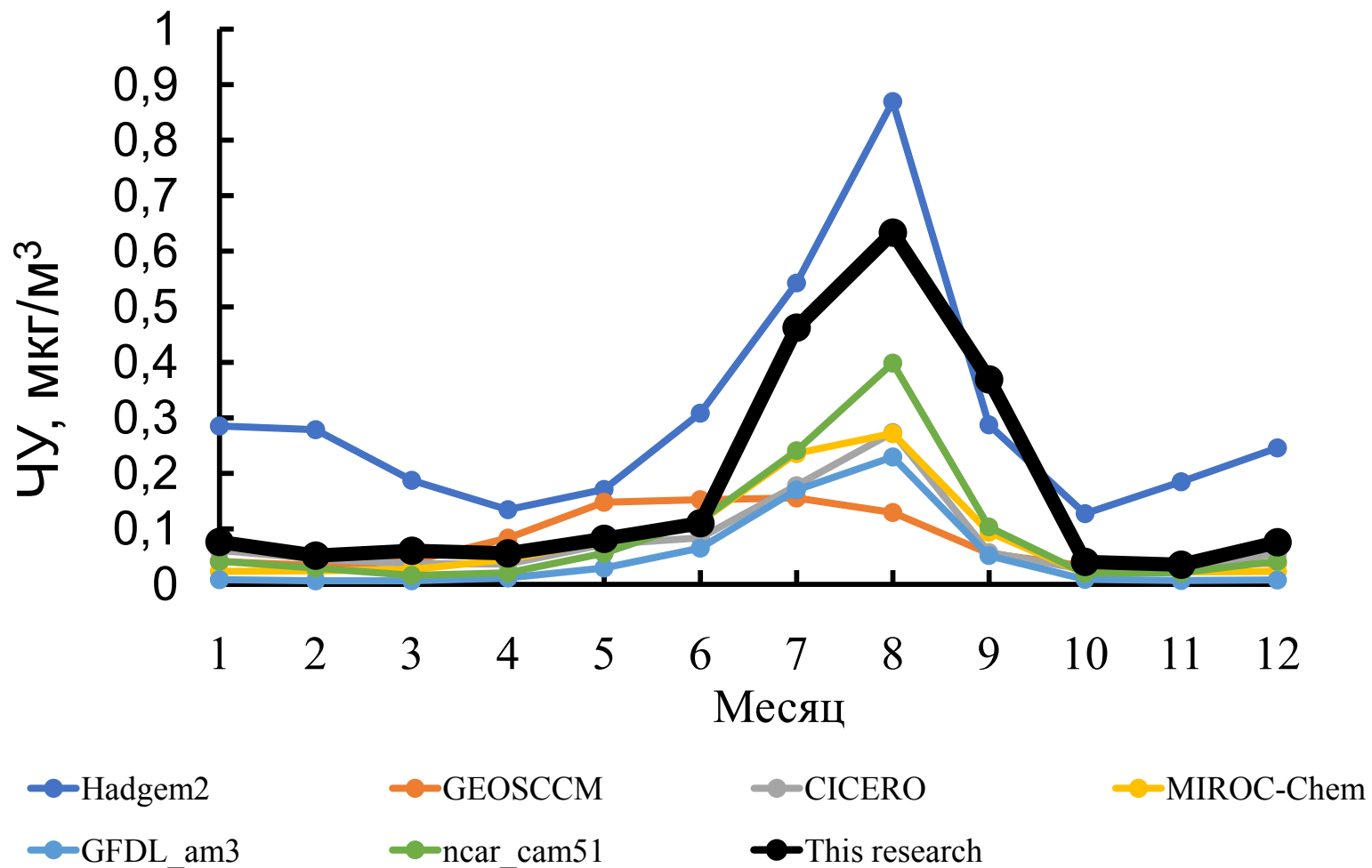
Карта термоточек



Влияние площади лесных пожаров и осадков на среднегодовые массовые концентрации ЧУ



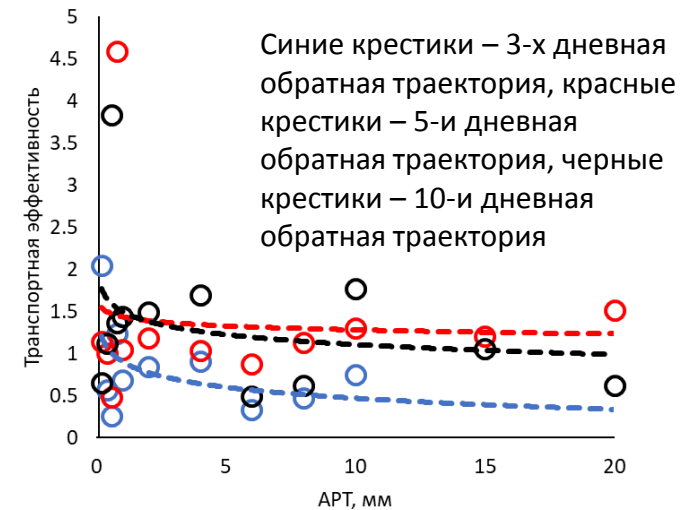
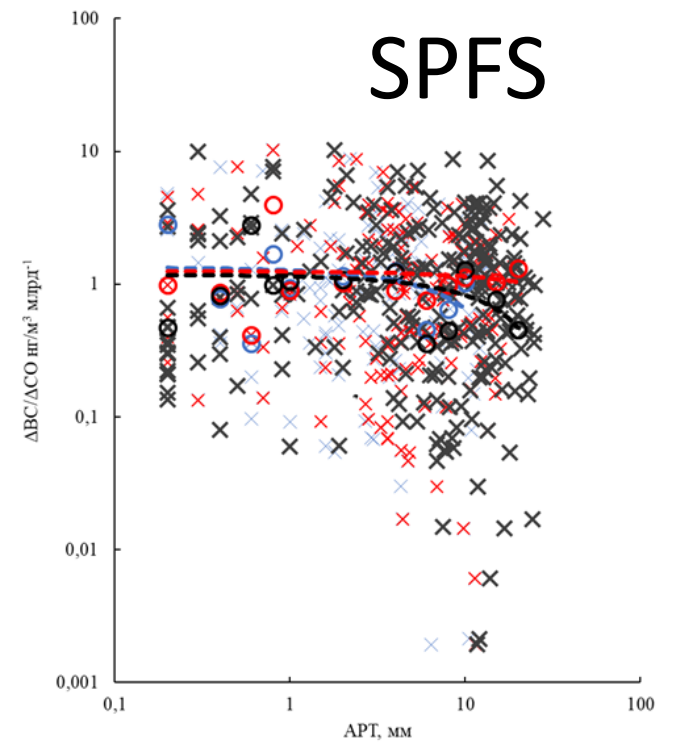
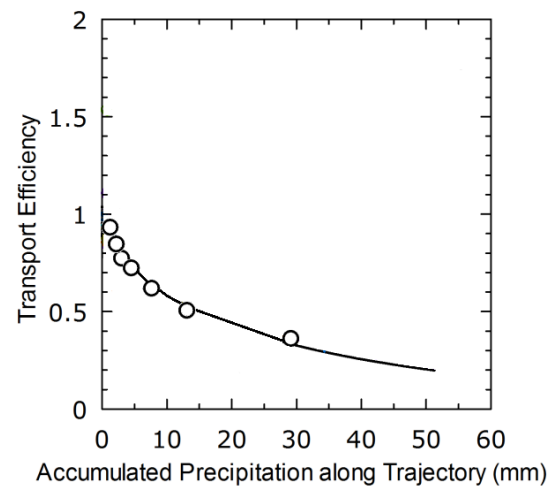
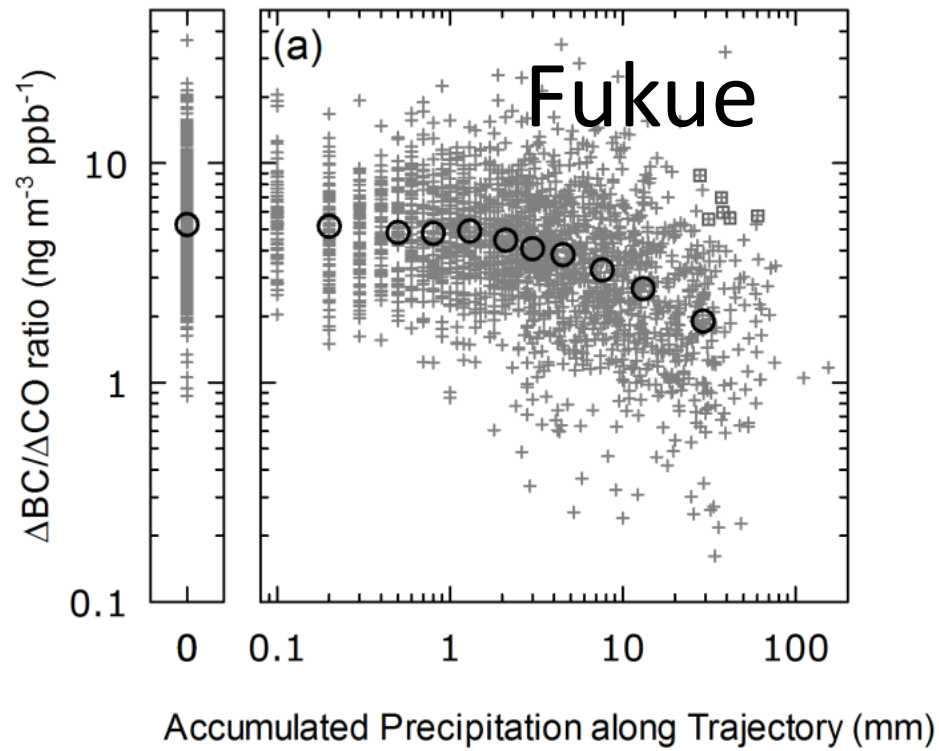
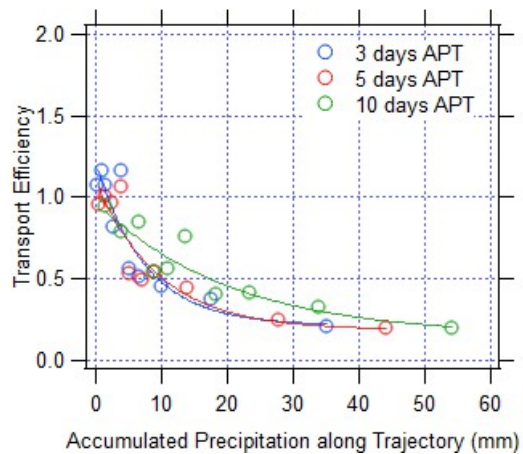
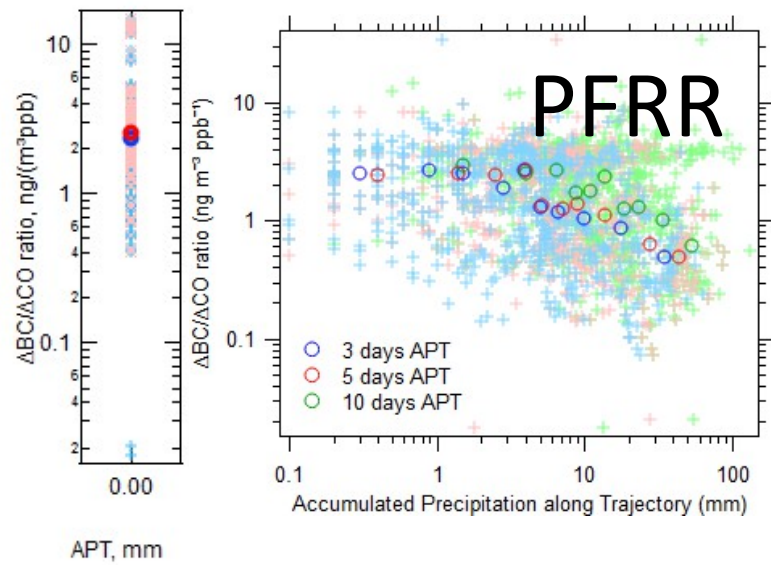
На рисунке представлены годовые площади пожаров в Восточной Сибири с 1983 г., полученные с помощью комбинированного подхода детектирования гарей. Восточная Сибирь является одним из небольшого числа регионов мира, где наблюдается прирост среднегодовой площади пожаров за последние десятилетия по данным MODIS. Это утверждение справедливо и для более длинного временного промежутка, охватывающего период в 40 лет. Из графиков можно выделить «пяти-трехлетний» цикл активности лесных пожаров. В 2025 год наблюдалось значительное снижение площади лесных пожаров Восточной Сибири.



	Hadgem 2	GEOSCCM	CICERO	MIROC- Chem	GFDL_am 3	ncar_cam5 1
Среднее годовое	0,567	-0,016	-0,028	-0,037	-0,038	-0,042
Среднее зимнее	0,834	-0,014	-0,021	-0,042	-0,042	-0,048
Среднее летнее	0,194	-0,018	-0,038	-0,030	-0,032	-0,034

Влияние природных пожаров в летний сезон лучше описана в модели Hadgem2 (Met Office Hadley Centre, Великобритания), что связано с большей расчетной эмиссией и длительностью времени осаднения. Зимние концентрации ЧУ лучше рассчитаны в CICERO (The Cicero Simple Climate Model, CICERO Center for International Climate Research, Норвегия), которая учитывает сезон года, широту, размеры частиц и атмосферные условия при определении скорости осаднения.

- 1.HadGEM 2 – Hadley Centre Global Environment Model version 2, Met Office Hadley Centre for Climate Science and Services (Великобритания)
- 2.GEOSCCM – The Goddard chemistry climate model, NASA (США)
- 3.CICERO – The Cicero Simple Climate Model, CICERO Center for International Climate Research (Норвегия)
- 4.MIROC-Chem – The Model for Interdisciplinary Research on Climate - atmospheric chemistry model, Centre for Climate System Research, National Institute for Environmental Studies (Япония)
- 5.GFDL - The atmospheric model 3, NOAA Geophysical Fluid Dynamics Laboratory (США)
- 6.NCAR-CAM 5.1 – Community Atmosphere Model 5.1, National Center for Atmospheric Research (США)



Calculated $\Delta BC/\Delta CO$ ratio as a function of APT for the last 3, 5 and 10 days at PFRR (upper left), Fukue Island Observatory (32.75N, 128.68E) (upper middle) and SPFS (right).
 Transport Efficiency (TE) as a function of APT at PFRR and Fukue Island Observatory

Заключение:

- Непрерывный мониторинг массовых концентраций черного углерода с 2018 по 2025 года показал, что в 2025 году зафиксированы минимальные значения массовых концентраций ЧУ за весь период наблюдений: среднее значение составило 0.086 ± 0.11 мкг/м³, максимальное 15-ти минутное среднее значение 1.99 мкг/м³, что значительно ниже уровней 2021 года с наибольшей площадью лесных пожаров: среднее значение составило 0.21 ± 0.55 мкг/м³, максимальное 15-ти минутное значение среднее 16.5 мкг/м³