

# Вклад автономных источников теплоснабжения в загрязнение атмосферного воздуха городов Красноярского края (на примере города Красноярска)

Декабрь  
2024

*Шарафутдинов Руслан Агьямович,  
к.г.н., доцент ИЭиГ СФУ*



Красноярск, 18.12.2024, 09:00

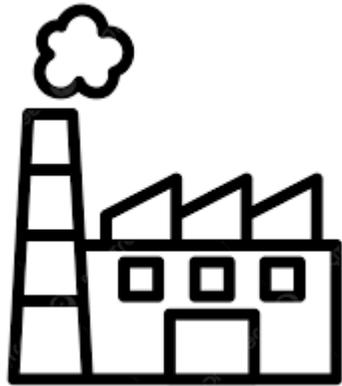


Красноярск, 18.12.2024, 14:00

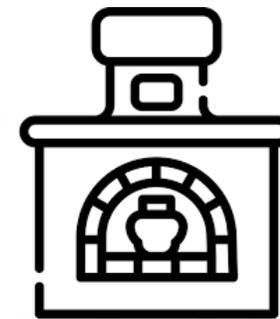
1. Михайлюта С.В., Леженин А.А. Влияние выбросов автономных источников теплоснабжения на загрязнение атмосферного воздуха. ИНТЕРЭКСПО ГЕО-СИБИРЬ, №4, 2022 – С. 116-123.
2. Заворуев В.В., Манкевич И.В., Заворуева Е.Н. Влияние выбросов автономных источников теплоснабжения на загрязнение бенз(а)пиреном атмосферы города Красноярск. Естественные и технические науки, №3, 2023 – С. 70-74.
3. Заворуев В.В., Соколова О.В., Заворуева Е.Н. Годовая динамика среднемесячных концентраций РМ 2,5 и уровень загрязнения приземного слоя атмосферы г. Красноярск. Естественные и технические науки, № 5 (180), 2023 – С.112-117.
4. Belykh L.I., Maksimova M.A. Benzo(a)pyrene in the atmosphere and its carcinogenic risks to the health of the population of Irkutsk region cities IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 1061 (2022)
5. Горяев Д.В., Тихонова И.В. Гигиеническая оценка качества атмосферного воздуха и риски для здоровья населения Красноярского края. // Анализ риска здоровью. – 2016. – № 2. – С. 76–83.
6. Aleksey A. Romanov et al. Environmental efficiency of the fossil fuels to electricity transition in Eastern Siberia cities. Atmospheric Pollution Research. Volume 14, Issue 2, February 2023, 101672

7. Сводные расчеты загрязнения атмосферного воздуха города Минусинска, 2023
8. Сводные расчеты загрязнения атмосферного воздуха города Канска, 2023
9. Сводные расчеты загрязнения атмосферного воздуха города Лесосибирск, 2023
10. Отчет о выполненных работах по контракту «Проведение сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха на основе банков данных источников выбросов загрязняющих веществ г. Красноярска и прилегающих территорий Березовского и Емельяновского районов» (в рамках государственного контракта № 59 от 26.06.2018, заключенного министерством экологии и рационального природопользования Красноярского края с АО «НИИ Атмосфера», г. Санкт-Петербург).
11. Козлова Л.Ф., Хохлова А.В. Температурные инверсии как метеорологический фактор загрязнения воздуха (на примере Красноярского края). Международная научно-практическая конференция Радиоэкологические последствия радиационных аварий: к 35-ой годовщине аварии на ЧАЭС, 2023 – С. 261-263.

# Сводная информация об источниках ЗВ в г.Красноярске



**848** промышленных объектов  
145 948,1 тонн в год



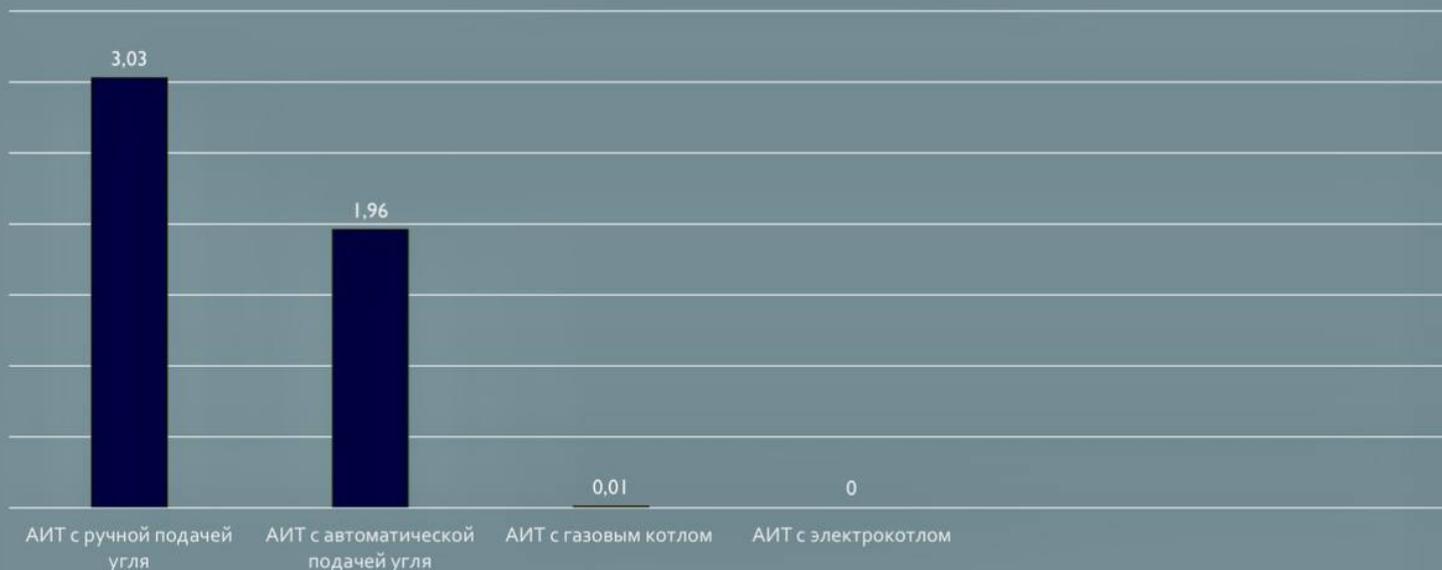
**12 669** печей  
16 284,6 тонн в год

**1,28 тонн ЗВ в год от 1 АИТ**

# Сводная информация об источниках ЗВ в г.Красноярске

Выбросы загрязняющих веществ (тонн в год) от одного частного домовладения, оборудованного:

\*АИТ – автономный источник загрязнения



Экологический эффект по переводу частного сектора с печного отопления на автоматизированные твердотопливные котлы (по данным Министерства экологии Красноярского края)

**Информационная справка по выполнению мероприятия «Проведение сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха на основе банков данных источников выбросов загрязняющих веществ г. Красноярска и прилегающих территорий Березовского и Емельяновского районов»**

*(в рамках государственного контракта № 59 от 26.06.2018, заключенного министерством экологии и рационального природопользования Красноярского края с АО «НИИ Атмосфера», г. Санкт-Петербург)*

Сводные расчеты загрязнения атмосферы по территории города от всей совокупности промышленных предприятий, транспортных объектов и автономных источников теплоснабжения являются наиболее реальным способом получения достоверной информации об общегородском загрязнении воздуха, так как учитывают полный набор загрязняющих веществ (далее – ЗВ) от всех источников загрязнения атмосферы.

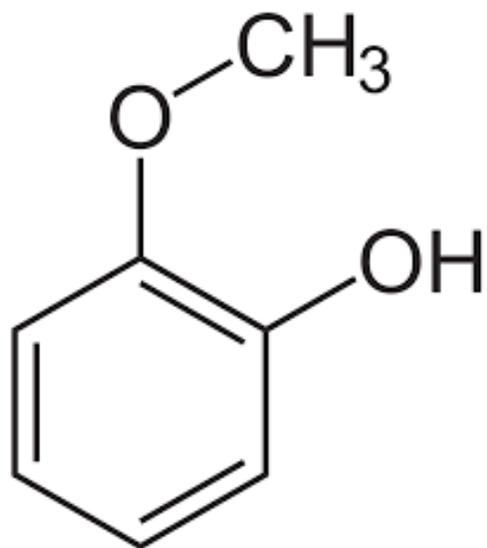
В целях проведения сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха в 2018 году актуализирован банк данных стационарных источников выбросов г. Красноярска, а также созданы банки данных источников выбросов (стационарных, передвижных и автономных источников теплоснабжения (далее – АИТ), прилегающих к городу территорий Березовского и Емельяновского районов.

Актуализированный компьютерный банк данных **стационарных** источников выбросов ЗВ **г. Красноярска** включает 848 промышленных объектов, 6681 источник выбросов, в том числе 4145 – организованных и 2536 – неорганизованных. Суммарные выбросы в атмосферу составляют 145948,1 тонн/год ЗВ 271-го наименования. Банк данных **передвижных** источников выбросов ЗВ включает 315 неорганизованных источников выбросов ЗВ, суммарные выбросы в атмосферу которых составляют 12726,28 тонн/год. В банке данных **АИТ** учтено 12669 печей частного сектора, суммарные выбросы ЗВ от которых составляют 16284,6 т/год.

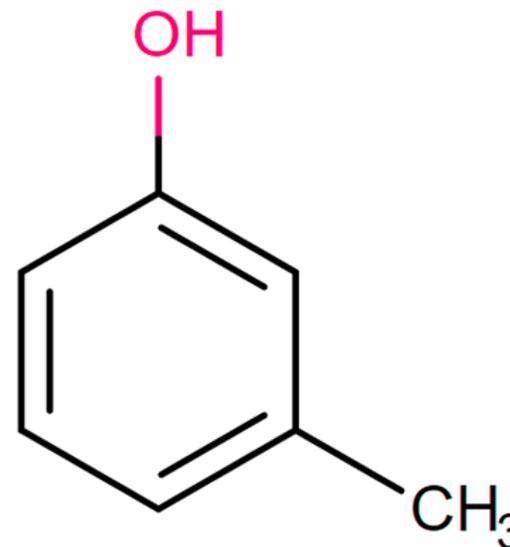
Созданный банк данных **стационарных** источников выбросов ЗВ д. Бугачево, д. Минино, п. Солонцы, д. Кубсково, с. Дрокино, п. Сухая Балка, д. Старцево, **Емельяновского района** (далее – населенные пункты Емельяновского района) включает 27 промышленных объектов, имеющих 132 источника выбросов, в том числе 52 – организованных и 80 – неорганизованных. Суммарные выбросы в атмосферу составляют

1,28 тонн ЗВ в год от 1 АИТ! Сводные расчеты. Электрочотел не 0 выбросов ЗВ.

# Вопрос не объема а химического состава



Гваякол



Крезол

Продукты  
пиролиза  
органических  
соединений  
– лигнина и пр.

Являются летучими фенолами и имеют самые низкие пороги сенсорного обнаружения. Раздражают глаза и дыхательные пути,

# Вопрос не объема а химического состава

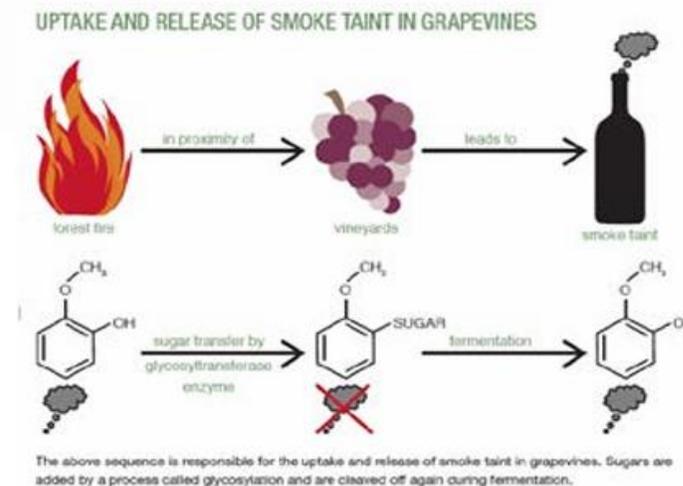
Дымный тон наблюдается в винах сравнительно недавно как следствие пожаров, имевших место в Австралии и на юге Франции в непосредственной близости от виноградников. К. Hart в своих работах (2017 г.) показал механизмы формирования этого дефекта в вине. Образующиеся при горении крезолы и гваякол оседают на винограде. В ходе спиртового брожения гликозилированные формы, не обладающие запахом, трансформируются в пахнущие соединения, и в вине ощущается «привкус дыма».

Результаты первоначальных исследований по изучению способов устранения дымного тона представляются положительными. Обработка активированным углем специфического действия в сочетании с производными хитина (линейка продукции Qi) позволяет уменьшить концентрацию ответственных веществ (гваякол, 4-метилгваякол, р-крезол...). Мы активно продолжаем наши экспериментальные работы, чтобы найти решения и оказать эффективную помощь виноделам.

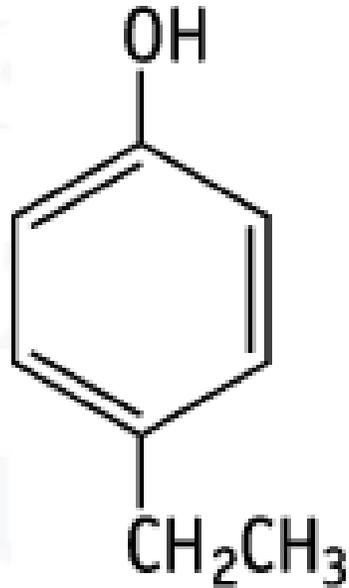


Виноградники на юге Франции сезон 2019 г.

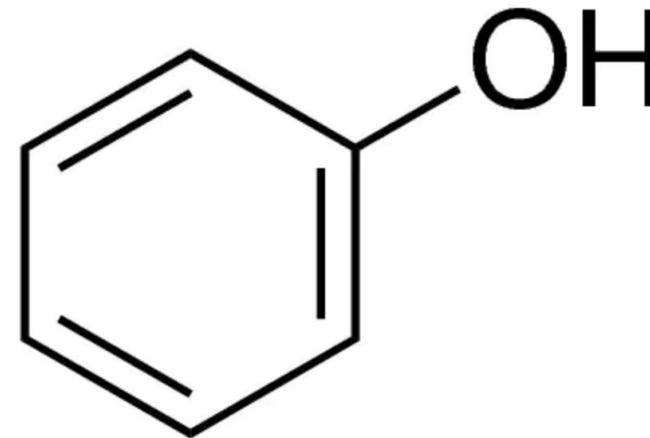
Механизм образования «привкуса дыма»



# Вопрос не объема а химического состава



Этилфенол



Фенол

Вызывают раздражение слизистых, снижают артериальное давление, двигательную активность, при вдыхании вызывают нарушение функций нервной системы

Нафталин, аценафтилен, аценафтен, флуорен, фенантрен, антрацен, флуорантен, пирен, бенз(а)антрацен, хризен, бенз(в)флуорантен, бенз(к)флуорантен, бенз(а)пирен, дибенз(а,h)антрацен, бенз(а,h,i)перилен, индено(1,2,3-с,d)пирен...

Обладают разной степенью канцерогенной активности. Определяются в рамках гигиенического и экологического мониторинга в странах ЕС и в США\*

\* Harvey RG. Polycyclic aromatic hydrocarbons. New York: Wiley, 1997. 667 p.

**CO** – угарный газ



Чем выше температура горения, чем меньше влажность топлива и дефицит кислорода – тем меньше указанных веществ выделяется.

Оптимальные режимы горения топлива – **победа.**

# Высота устья источника имеет значение



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И КОНТРОЛЮ  
ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ  
КРАСНОЯРСКОЕ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ  
ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И КОНТРОЛЮ  
ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ  
КРАСНОЯРСКАЯ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКАЯ  
ОБСЕРВАТОРИЯ

## КЛИМАТ Красноярска

Под редакцией  
канд. геогр. наук Ц. А. ШВЕР и А. С. ГЕРАСИМОВОЙ



Ленинград Гидрометеондат  
1982

Степень загрязненности воздуха тесно связана с началом и окончанием отопительного сезона. Наибольшие концентрации наблюдаются в ноябре — марте, когда устанавливаются низкие температуры и сжигается максимальное количество топлива. В годовом ходе концентраций окиси углерода и окиси азота наблюдается зимний максимум, который объясняется увеличением выбросов от **НИЗКИХ ИСТОЧНИКОВ**

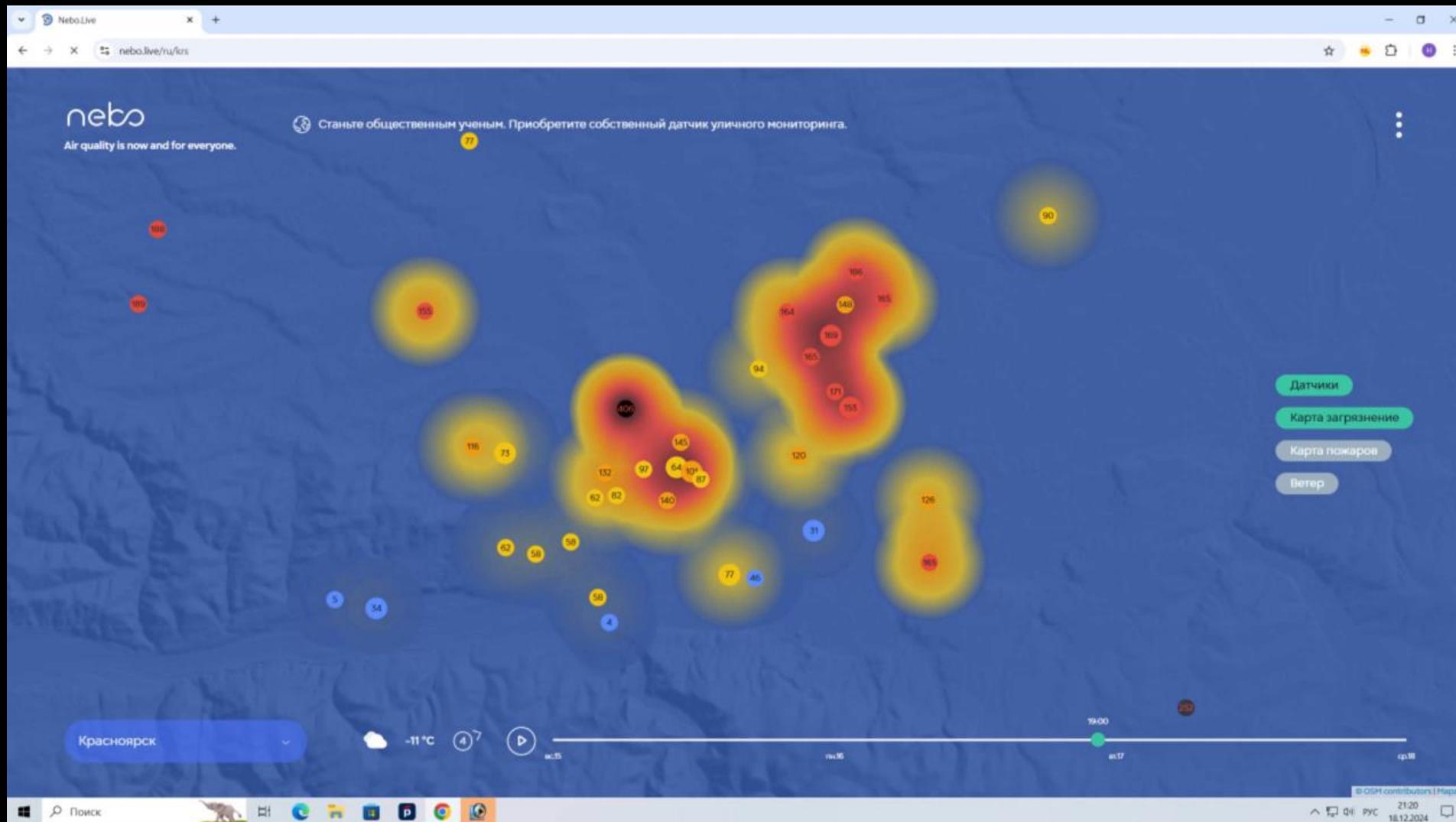
Перечень ИЗАВ с наибольшим воздействием на атмосферный воздух:

**г. Минусинск** - жилая зона, бенз(а)пирен, в 22 из 30 расчетных точек

**г. Канск** – жилая зона, бенз(а)пирен, в 17 из 18 расчетных точек

**г. Лесосибирск** – жилая зона, бенз(а)пирен, в 14 из 17 расчетных точек

17 декабря 2024 г.



2 ноября 2024 г.

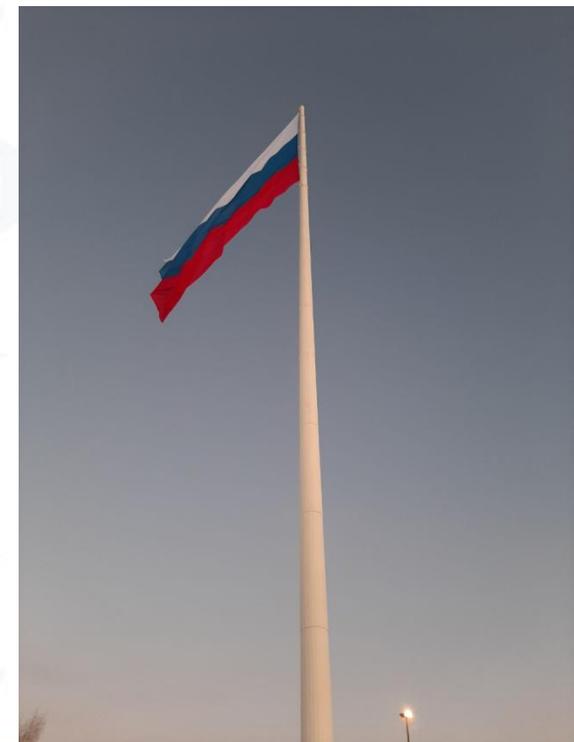
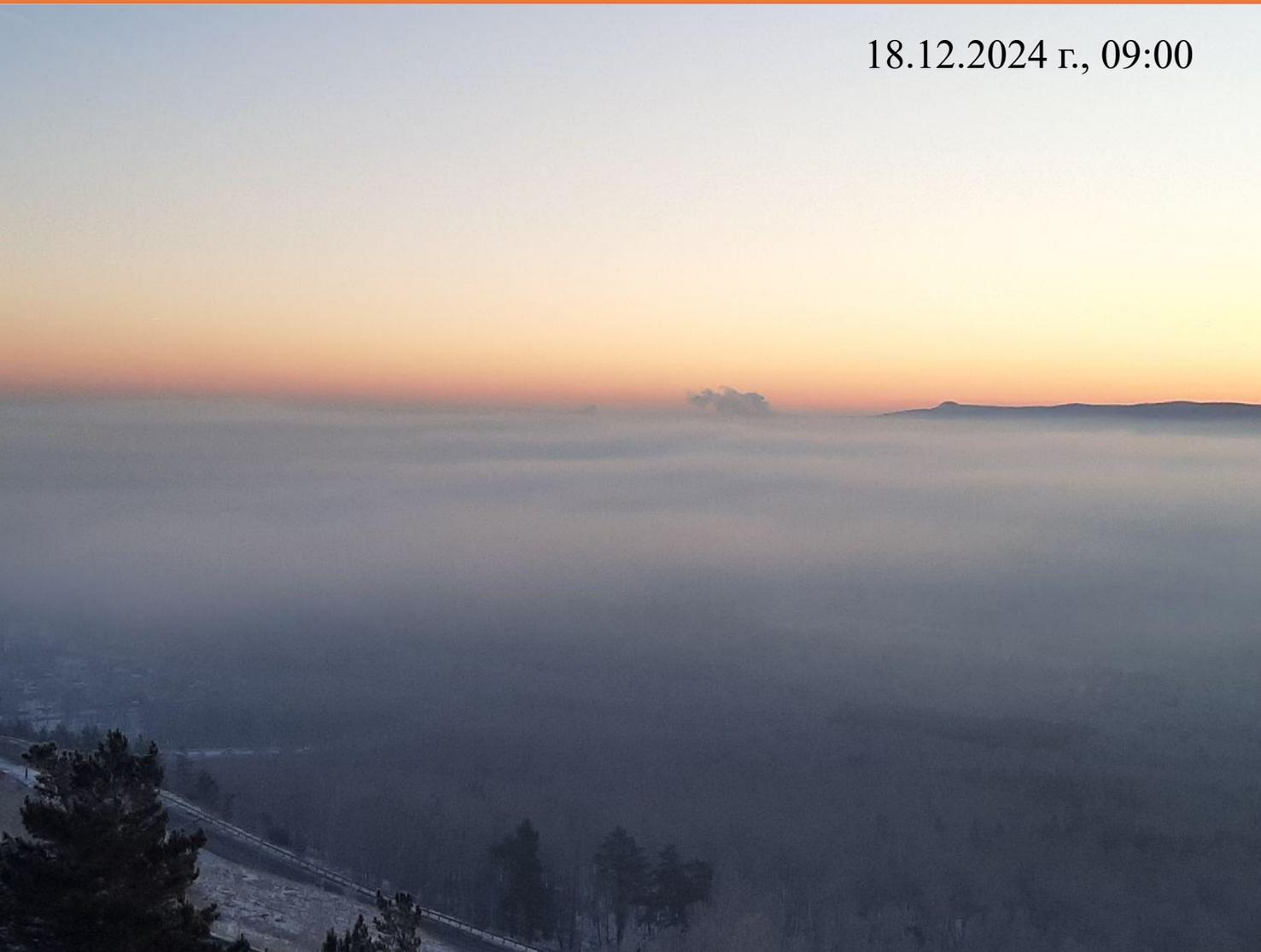


# Вопрос не объема а химического состава

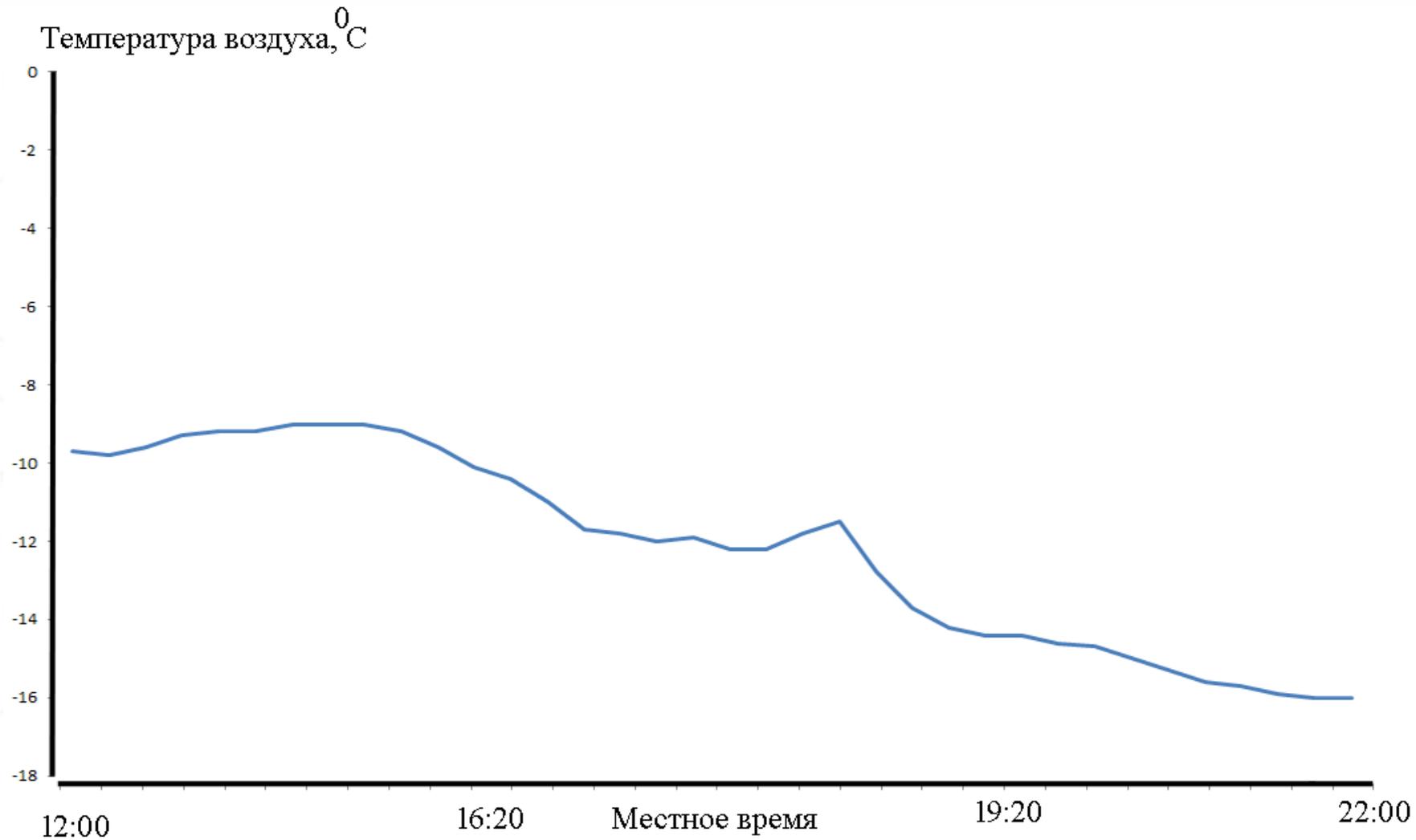
18.12.2024 г., 09:00

Температурная инверсия.  
Метеорологического потенциала  
атмосферы не достаточно для  
самоочищения и рассеивания  
примесей.

~ 280 м

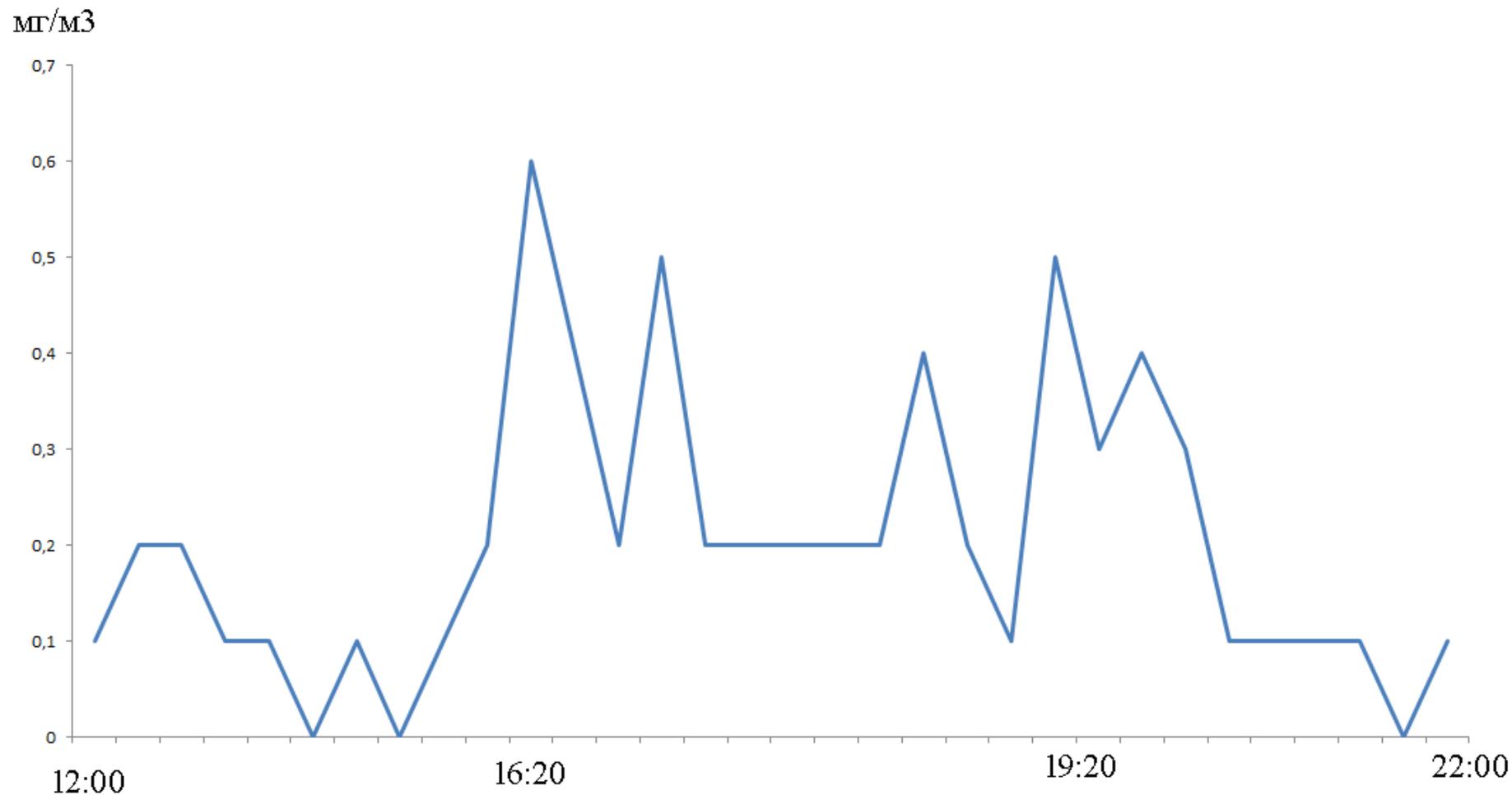


# Вопрос не объема а химического состава

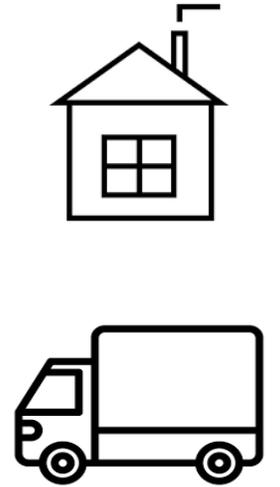


Изменение температуры воздуха в приземном слое атмосферного воздуха 17 декабря 2024 года, АП № 2 «Радуга»

# Вопрос не объема а химического состава



Изменение концентрации СО в приземном слое атмосферного воздуха 17 декабря 2024 года, АП № 2 «Радуга»





Алма-Ата



Минусинск



Пример бескомпромиссной борьбы за экологию - северная китайская провинция Шаньси с 37-миллионным населением, расположенная к юго-западу от Пекина.



«Кладбище» угольных печей в китайской провинции Шаньси

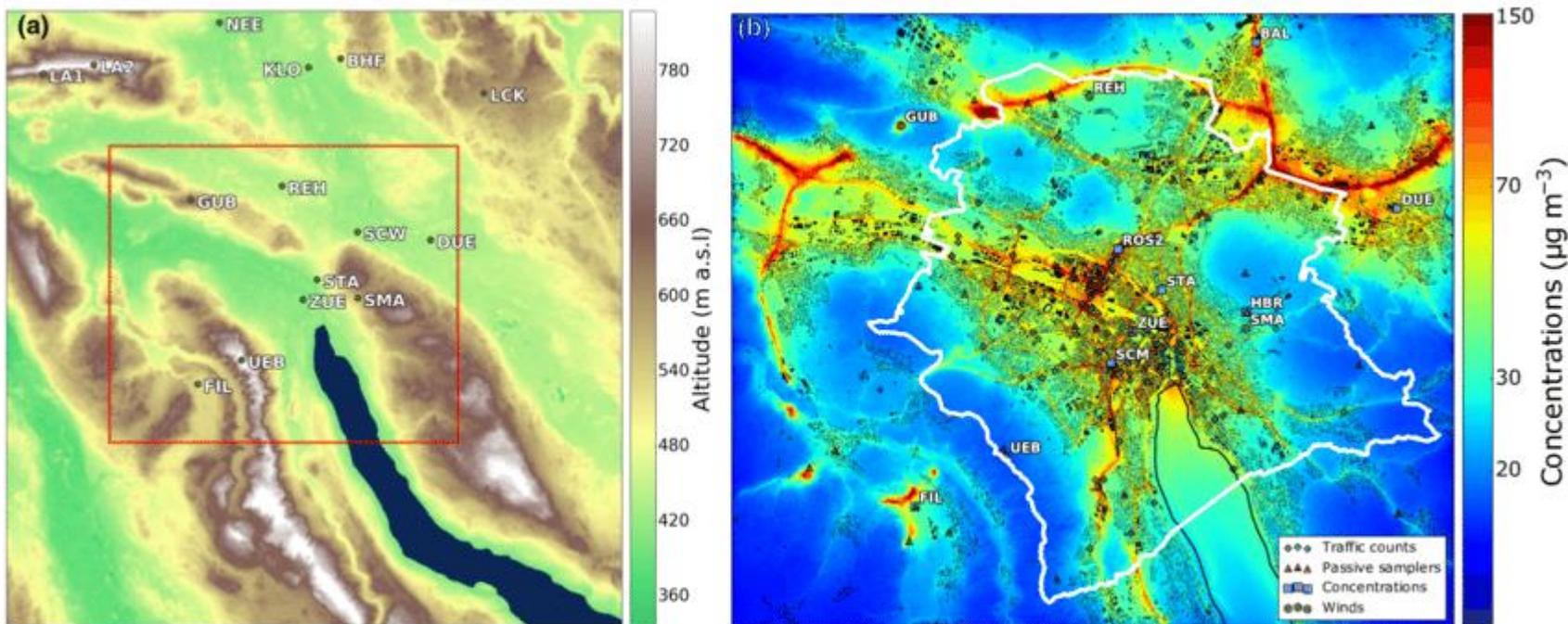
Страна	Ограничения
Ирландия	В 43 городах запрещено использование дымящегося угля. Извещение о запрете в 2025 году топлива, генерирующего более 5 граммов газообразных продуктов (помимо CO <sub>2</sub> ) в час на 1 кг.
Великобритания	Лондон – полностью бездымная зона, можно сжигать только бездымное топливо. Повсеместно ограничен розничный оборот сырой древесины и угля. Вероятен полный запрет с 2023 года
Польша	Краков – с 2019 года действует антисмоговая резолюция, запрещено использовать для отопления и общепита твердое топливо (как физическим, так и юридическим лицам)
Россия (Бурятия)	С 2021 года котельные юридических лиц и ИП, у которых есть такая техническая возможность, обязаны подключиться к центральному теплоснабжению. Не могут использовать для отопления каменный, бурый уголь, дрова

# Оценка вклада

Район города	Площадь, км <sup>2</sup>	Кол-во АИТ, шт.	Плотность АИТ, шт/км <sup>2</sup>
Октябрьский	81,3	4185	51,5
Центральный	33,9	3298	97,3
Свердловский (Свер.)	67,85	2575	38,0
Кировский (Кир.)	35	783	22,4
Железнодорожный	11	743	67,5
Ленинский	58,44	589	10,1
Советский	92,0	496	5,4
г. Красноярск	379,49	12669	33,4

Исчезновение выбросов от АИТ в Октябрьском районе (электрификация и пр.) приведет к тому, что в районе поста №1 загрязнение атмосферы бенз(а)пирена окажется ниже ПДК \*

\*Заворуев В.В., Манкевич И.В., Заворуева Е.Н. Влияние выбросов автономных источников теплоснабжения на загрязнение бенз(а)пиреном атмосферы города Красноярска. Естественные и технические науки, №3, 2023 – С. 70-74.



По результатам расчета в математической модели высокого разрешения Graz Lagrangian Model (GRAMM/Gral)

Ликвидация выбросов от половины домохозяйств (переход на электричество, газ и пр.) снижает вклад концентрации бенз(а)пирена в период НМУ на 79%\*.

# Реальность перевода % АИТ?

- Технические сложности установки
- Несоответствие пожарным нормам
- Нежелание собственника
- Появление новых АИТ (быстрее замещения)

Ожидание – снижение темпов замещения устаревших АИТ



# Продолжительность НМУ

Годовой ход многолетних средних значений повторяемости приземных инверсий (%) для станции Емельяново

Станция	Срок	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Емельяново	00	59,4	62,2	52,6	59,0	50,5	57,7	64,2	70,1	53,0	52,3	49,8	53,5
	12	60,1	52,0	25,2	5,6	6,5	6,7	4,6	9,2	19,4	39,1	48,8	53,9
	Сутки	59,3	56,2	40,2	32,4	28,6	32,2	32,8	37,9	35,3	45,7	49,3	53,8

Годовой ход многолетних средних значений повторяемости приподнятых инверсий (%) с нижней границей в слое 0,01–2 км, 2011–2021 гг.

Станция	Срок	I	II	III	IV	V	VI	V	VIII	IX	X	XI	XII
Емельяново	00	28,2	30,7	29,6	18,0	20,0	24,0	20,2	16,3	27,1	22,1	29,6	33,8
	12	29,9	31,9	38,5	24,7	17,9	17,2	18,1	27,7	29,4	29,6	31,1	31,9
	Сутки	29,9	32,8	33,1	21,4	19,0	20,5	19,1	22,3	28,3	25,8	30,4	32,9

# Проблемный временной период и интервал

По данным Среднесибирского УГМС на территории г.Красноярска, неблагоприятные для рассеивания загрязняющих веществ метеорологические условия.

Первый режим с 15 часов 18 декабря 2024 года до 00 часов 22 декабря 2024 года – 80 часов.

**Взвешенные частицы (до 2,5 мкм); диоксид серы, сероводород; оксид углерода; оксид азота; бенз(а)пирен.**

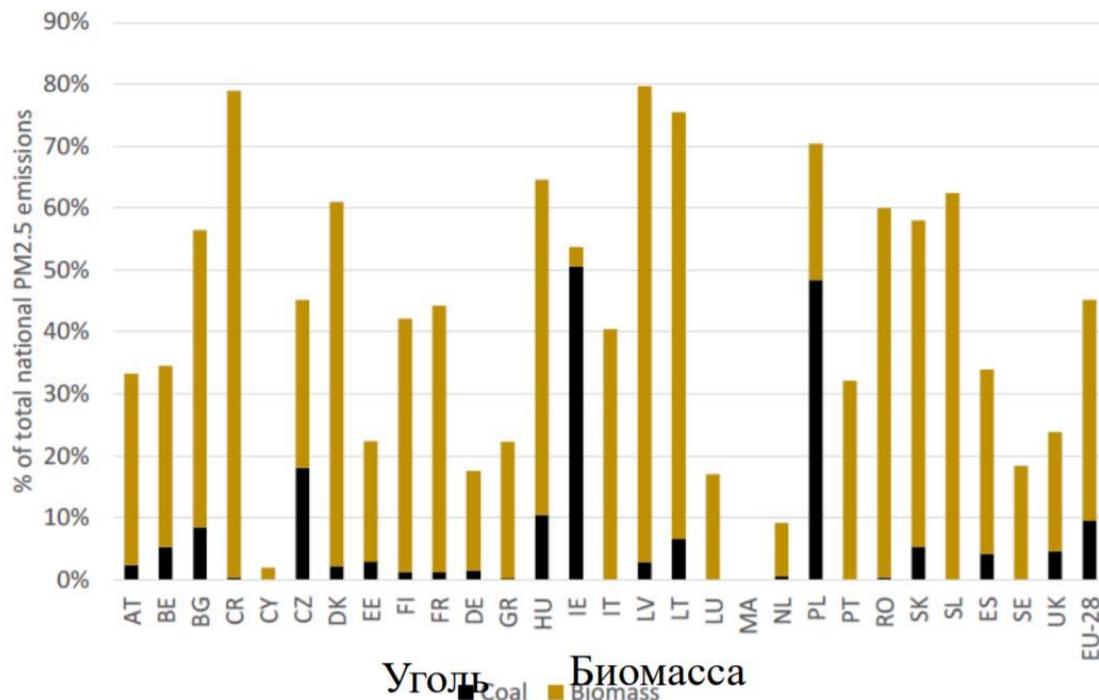
**Насколько поможет переход на альтернативное топливо?**

Загрязняющее вещество		Максимально разовый выброс, г/с	Годовой выброс, т/год
код	наименование		
301	Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	0,008584	0,163052
304	Азот (II) оксид (Азота оксид)	0,0013949	0,026496
328	Углерод (Сажа)	0,0855202	1,797797
337	Углерод оксид	0,1369452	2,878848
703	Бенз/а/пирен (3,4-Бензпирен)	0,0000002	0,0000079
2902	Взвешенные вещества	0,00137	0,0288

Расчетные выбросы ЗВ от агрегата, работающего на пеллетах «А2» и потребляющего 288 тонн топлива в год (отопительный сезон). Расчет выполнен в соответствии с «Методикой определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при сжигании топлива в котлах производительностью 20 ГКалл в час (с учетом методического письма НИИ Атмосфера № 335/33-07 от 17 мая 2000 г.)».

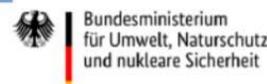
# Пеллеты – не газ

## Почему так важно снижать выбросы от малых установок сжигания в жилищном секторе?



Вклад систем отопления домашних хозяйств в общее содержание выбросов частиц PM<sub>2.5</sub>, Отчет ИААА февраль 2018

Берлин, май, 14 – 16, 2019 гг.



Снижение выбросов черного углерода и PM<sub>2.5</sub> от систем местного отопления и сельскохозяйственных палов



**Сванте Бодин**  
Международная криосферная климатическая инициатива

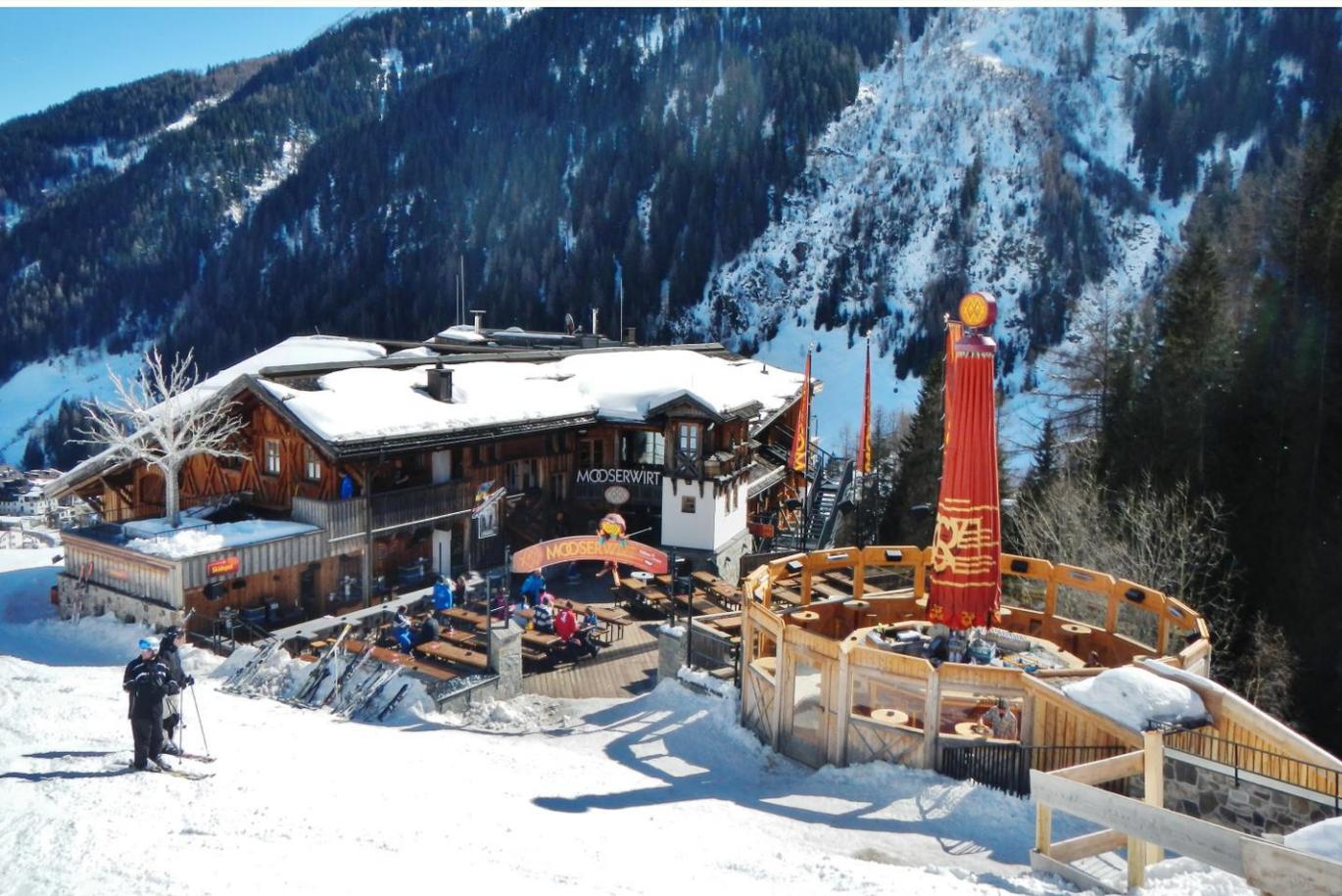
ВЕКЦА/TFTEI конференция, Берлин, Германия

Кодекс надлежащей практики, касающейся сжигания древесного топлива и малых установок для сжигания

Подготовлен Целевой группой по технико-экономическим вопросам

*Резюме*

В соответствии с пунктом 2.3.8 плана работы по осуществлению Конвенции на 2018–2019 годы (ECE/EB.AIR/140/Add.1, с поправками) Целевая группа по технико-экономическим вопросам подготовила на основе наилучших имеющихся технологий проект кодекса надлежащей практики, касающейся сжигания древесного топлива и малых установок для сжигания. Рабочая группа по стратегиям и обзору обсудила этот документ (ECE/EB.AIR/WG.5/2019/4) на своей пятьдесят седьмой сессии (Женева, 21–24 мая 2019 года). Рабочая группа постановила направить этот документ с изменениями, внесенными в него на пятьдесят седьмой сессии, Исполнительному органу для рассмотрения и принятия на его тридцать девятой сессии (ECE/EB.AIR/WG.5/122, еще не вышел).



41% ЭТИХ КОТЛОВ РАБОТАЕТ НА  
ОБЪЕКТАХ туристической  
индустрии - в гостиницах,  
домах отдыха, на турбазах и  
в бунгало на лыжных  
трассах

Дотации в Германии и Австрии – не показали высокую эффективность, определяющий фактор - окупаемость



Сертификатов продукции на добровольных основаниях, с целью подтверждения соответствия выпускаемой и реализуемой в городах Красноярского края продукции ГОСТ 33103.2-2017.

Не подлежат в РФ обязательной сертификации

# Повышенное внимание к качеству топлива

Краевое государственное бюджетное учреждение  
«Центр реализации мероприятий по природопользованию и охране  
окружающей среды Красноярского края»  
(КГБУ «ЦРМПнООС»)

УТВЕРЖДАЮ  
Директор  
КГБУ «ЦРМПнООС»  
А.А. Губанов



ОТЧЕТ

ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДИНАМИКИ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ  
ОТ БЫТОВЫХ АВТОМАТИЧЕСКИХ КОТЛОВ  
МОЩНОСТЬЮ ДО 20 кВт

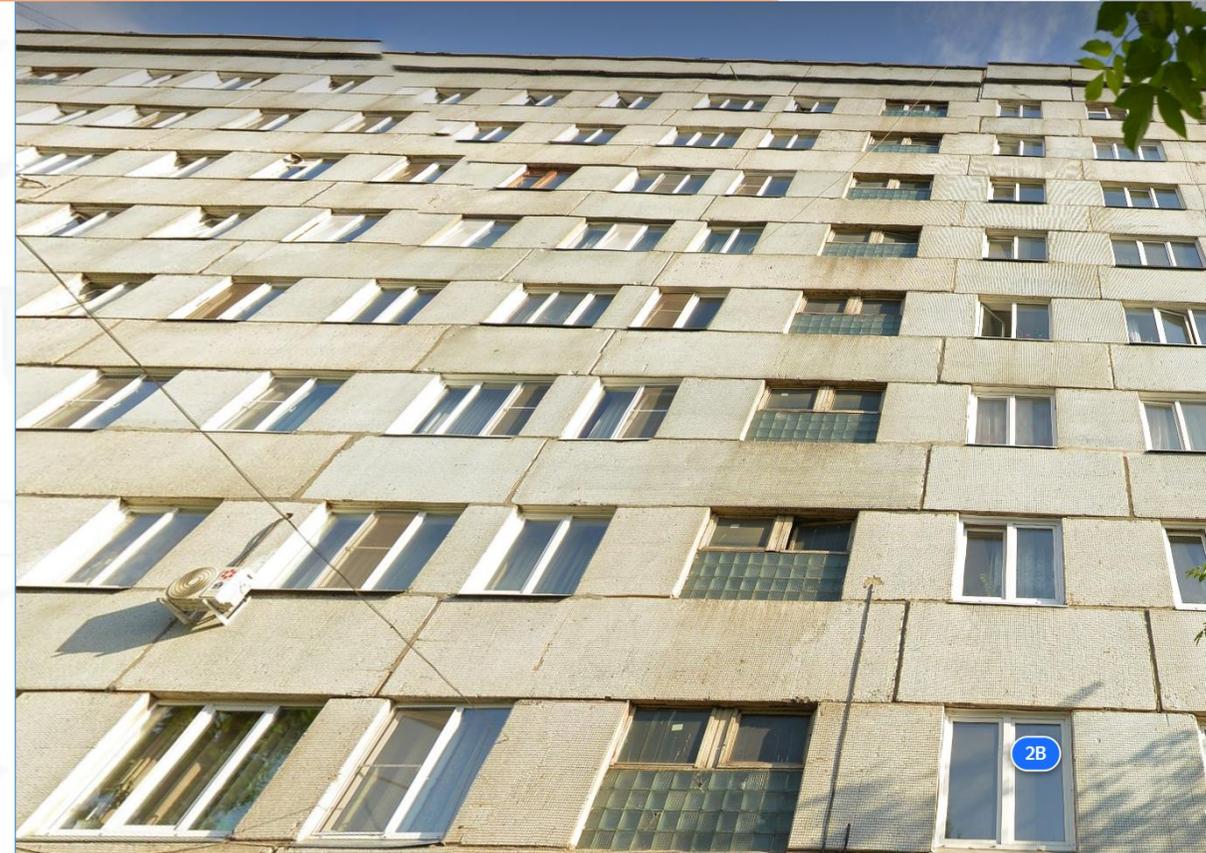
Красноярск, 2022 г.

Предложение по ограничению реализации  
в организациях розничной торговли угля  
Ирша-Бородинского угольного разреза.

Массовые показатели загрязняющих веществ,  
содержащиеся в ГПП, в зависимости от режима работы котельного  
оборудования

Наименование показателя	Доля от $Q_n$ , %	Массовая концентрация, мг/м <sup>3</sup>		Массовый выброс, г/с	
		ЗБОМ	ЗБР	ЗБОМ	ЗБР
1	2	3	4	5	6
Оксид углерода	розжиг	1503	4063	0,01395714	0,041759
	30	1215	3247	0,01096841	0,027382
	50	1065	1806	0,01450239	0,026257
	100	486	1265	0,00733607	0,019802
Оксид азота	розжиг	27,4	21	0,00025472	0,0002191
	30	24,2	23	0,00021829	0,0001908
	50	25,6	36	0,00034874	0,0005217
	100	42,8	50	0,0006456	0,0007794
Диоксид азота	розжиг	169	131	0,001568	0,001348
	30	149	139	0,001343	0,001174
	50	158	221	0,002146	0,003210
	100	263	306	0,003973	0,004796
Бенз(а)пирен	розжиг	0,00321	0,00078	0,0000000298	0,0000000805
	30	0,00047	0,0016	0,0000000043	0,00000001345
	50	0,00054	0,00030	0,00000000736	0,00000000430
	100	0,000054	0,00016	0,00000000082	0,00000000256
Взвешенные частицы	розжиг	0,149	0,2	0,00139	0,002474
	30	0,0157	0,15	0,00014	0,001261
	50	0,093	0,196	0,00126	0,002847
	100	0,039	0,183	0,00058	0,002864
Суммарный выброс загрязняющих веществ	розжиг			0,01792	0,045882
	30			0,01306	0,030101
	50			0,01882	0,032865
	100			0,01524	0,028555

# Специфика подходов к разным ИЗ



ООО «Первый кирпичный завод», объект II категории  
Уплаченные налоги и сборы в 2023: 47 млн р.  
До 2016 года работало без расчета санитарно-защитной  
зоны промплощадки и расчетов загрязнения воздуха

Жилой 9-этажный дом на 128 квартир, в 250  
метрах от труб завода.  
Уплаченный НДФЛ жильцами за 2023 около 23  
млн р.

Спасибо за внимание!