

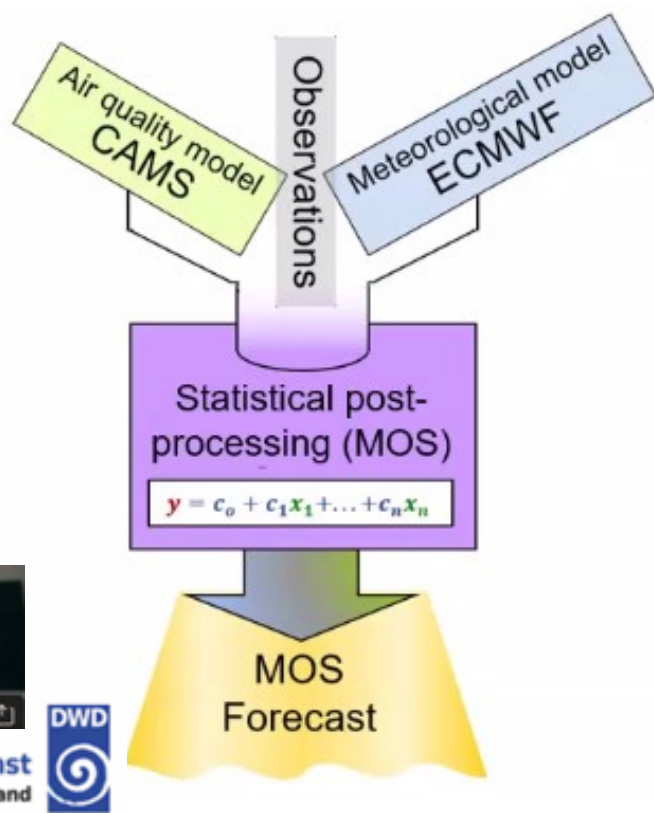


Классификация условий накопления и рассеяния ЗВ в пограничном слое атмосферы по данным измерений температурной стратификации и ветра.

Миллер Е.А.¹, Лукьянов А.Н.¹, Баранов Н.А.²

1. ФГБУ Центральная аэрологическая обсерватория Росгидромета
2. Вычислительный центр им. А.А. Дородницына ФИЦ ИУ РАН

Развитая измерительная сеть наблюдений совместно с данными метеорологической модели (ECMWF) и моделью качества воздуха (CAMS) дает наиболее точный прогноз и предупреждения



Что делать если измерительная сеть наблюдений в стадии формирования (ФГИС «ЭКОМОНИТОРИНГ») и пока не обеспечивает достаточной плотности данных по времени и месту для прогноза НМУ*?



*метеорологические условия, способствующие накоплению загрязняющих веществ в приземном слое атмосферного воздуха (Статья 1. ФЗ закон от 04.05.1999 N 96-ФЗ (ред. от 08.08.24))

Что есть?



2022 Город

В основном низкие источники.

Задачи экспертизы событий.



2024 Завод

Низкие и высокие источники.

Экспертиза прошедших событий, оперативная экспертиза условий и прогноз для планирования сезонных и суточных мероприятий с целью избежать ПДК на ПНЗ и простоев в производстве.

Технология предполагает учет специфики производства и особенности источников ЗВ.



2024 Карьер

Глубокие источники.

Что есть?

2022 Город



В основном низкие источники.

Задачи экспертизы событий.

<https://mosecom.mos.ru/>



МОСЭКОМОНИТОРИНГ

- **Кузнецова И.Н., Хайкин М.Н., Кадыгров Е.Н.** Влияние городской среды на температуру в пограничном слое атмосферы по данным микроволновых измерений в Москве и окрестностях / Известия РАН. Физ. атмосферы и океана. - 2004. - Т. 40. - № 5. - С. 678-688.
- **Кузнецова И.Н., Шалыгина И.Ю., Нахаев М.И., Глазкова А.А., Захарова П.В., Лезина Е.А., Звягинцев А.М.** Неблагоприятные для качества воздуха метеорологические факторы // Труды Гидрометцентра России. 2014. Вып. 351. С. 154-172.
- **Локощенко М.А., Богданович А.Ю., Еланский Н.Ф., Лезина Е.А.** Температурные инверсии в Москве и их влияние на состав приземного воздуха. // Изв. РАН. Физика атмосферы и океана. 2021. Т.57. №6. С. 641-650
- **Шалыгина И.Ю., Кузнецова И.Н., Нахаев М.И., Коновалов И.Б., Захарова П.В.** Прогнозирование метеорологических условий и загрязнения воздуха с применением данных численной модели атмосферы и химической транспортной модели. // Труды гидрометеорологического научно-исследовательского центра Российской Федерации. 2017, Номер 365, С. 81-93.
- **Юшков В.П.** Термическая стратификация воздушного бассейна мегаполиса: сопоставление модельных представлений и данных наблюдений. // Изв. РАН. Физика атмосферы и океана. 2022. Т.58. №4. С.424-437.

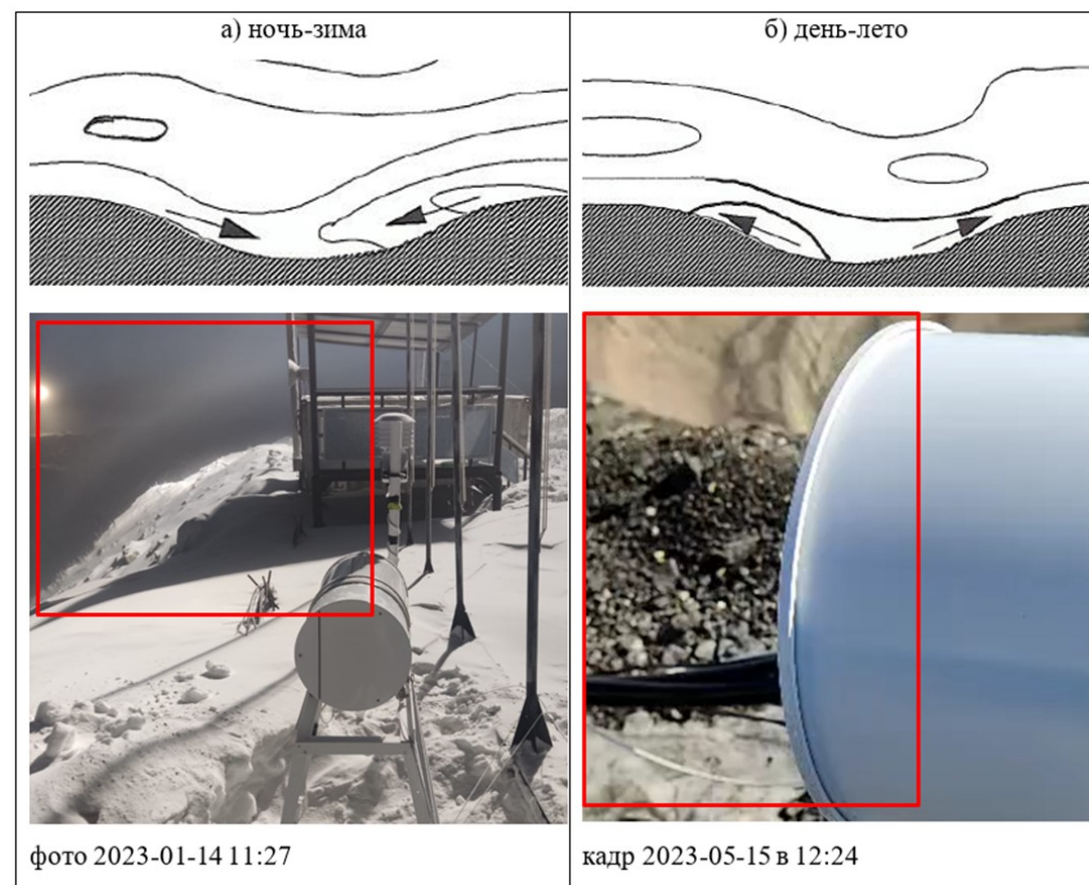
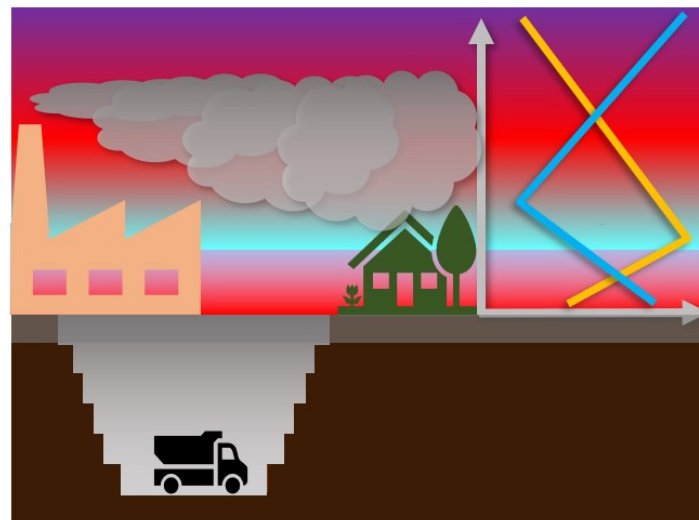
Что есть?

2024 Карьер



Глубокие источники.

Экспертиза прошедших событий, оперативная экспертиза условий и прогноз для планирования сезонных и суточных мероприятий с целью **избежать простоев** в производстве.



Была разработана и протестирована технология, которая позволяет определить и контролировать условия накопления/рассеяния загрязнения воздуха в карьере в зависимости от динамики температуры в слое воздуха внутри и над карьером с учетом характеристик ветра на краю карьера и приходящего потока солнечного тепла. В результате анализа данных доступны:

- **суточные сроки условий накопления/рассеяния,**
- **сезонные сроки условий накопления/рассеяния.**

Что есть?

2024

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА РОССИИ
ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И МОНИТОРИНГУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
ГЛАВНАЯ ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ им. А. И. ВОЕЙКОВА

СИСТЕМА ПРОГНОЗА И ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ВЫСОКИХ УРОВНЕЙ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА В ГОРОДАХ

Исполнители:

д-р геогр.наук проф. Л.Р.Сонькин,
канд.геогр.наук В.В.Лапиков, канд.техн.наук
В.Д.Николаев, канд.геогр.наук
М.В.Волкодаева, канд.геогр.наук Т.П.Ивлева,
В.И.Кириллова, В.Н.Кашерцев.



Санкт-Петербург
Гидрометеиздат
2004

В пособии изложены основные положения разработанной системы прогноза и **предотвращения высоких уровней загрязнения воздуха**, формирующихся в периоды неблагоприятных метеорологических условий (НМУ). Разработка и внедрение такой системы направлены на повышение эффективности **работ по предупреждению** опасных уровней загрязнения воздуха, **на достижение реального улучшения состояния воздушного бассейна городов за счет предотвращения наиболее опасных случаев.**

Предлагаемое разделение источников на группы с примерно одинаковыми НМУ основано на специальном анализе данных **более 4500 источников выбросов:**

- **Высокие** (выше 50м) с горячими выбросами и с холодными выбросами;
- **Средней высоты** (20÷50м) с горячими и холодными выбросами;
- **Низкие.**

Комплексы НМУ для каждого источника на основании определения:
Неблагоприятного интервала скорости и направления ветра;
Определить неблагоприятное положение Ннг инверсии (0, 250 и 500м);
Учет явлений (туман и дымка) и интегральный показатель Р.

Низкие и высокие источники.

Экспертиза прошедших событий, оперативная экспертиза условий и прогноз для планирования сезонных и суточных мероприятий с целью избежать **ПДК на ПНЗ** и простоев в производстве.

ПРОГНОЗ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА НА ТЕРРИТОРИИ ПРЕДПРИЯТИЙ

До настоящего времени задача предотвращения опасных уровней загрязнения воздуха в периоды НМУ решалась для жилых кварталов. В то же время на территории предприятий складываются значительно более опасные условия. Концентрации вредных веществ в воздухе могут быть существенно больше, чем в жилых кварталах, что представляет большую угрозу для здоровья работников предприятий. **При этом следует отметить, что в промышленных городах значительная часть населения работает на предприятиях и проводит на их территории практически все рабочее время.** Так же, как и в жилых кварталах, наиболее опасные условия на промышленных площадках имеют место в периоды НМУ.

Задача заключается в том, чтобы установить комплексы НМУ для источников на территории предприятий и разработать положения для составления предупреждений. На основе таких предупреждений предполагается предотвращать наиболее опасные для здоровья работников предприятий уровни загрязнения воздуха в НМУ.

Завод. Ожидаемый эффект:

- Возможность получения данных о НМУ в масштабе реального времени
- Возможность прогнозирования НМУ

Классификация НМУ-срок как Ннги + Ветер(S,D) с учетом типа источников

для экспертизы прошедших событий	для оперативной экспертизы	для планирования по прогнозу
----------------------------------	----------------------------	------------------------------

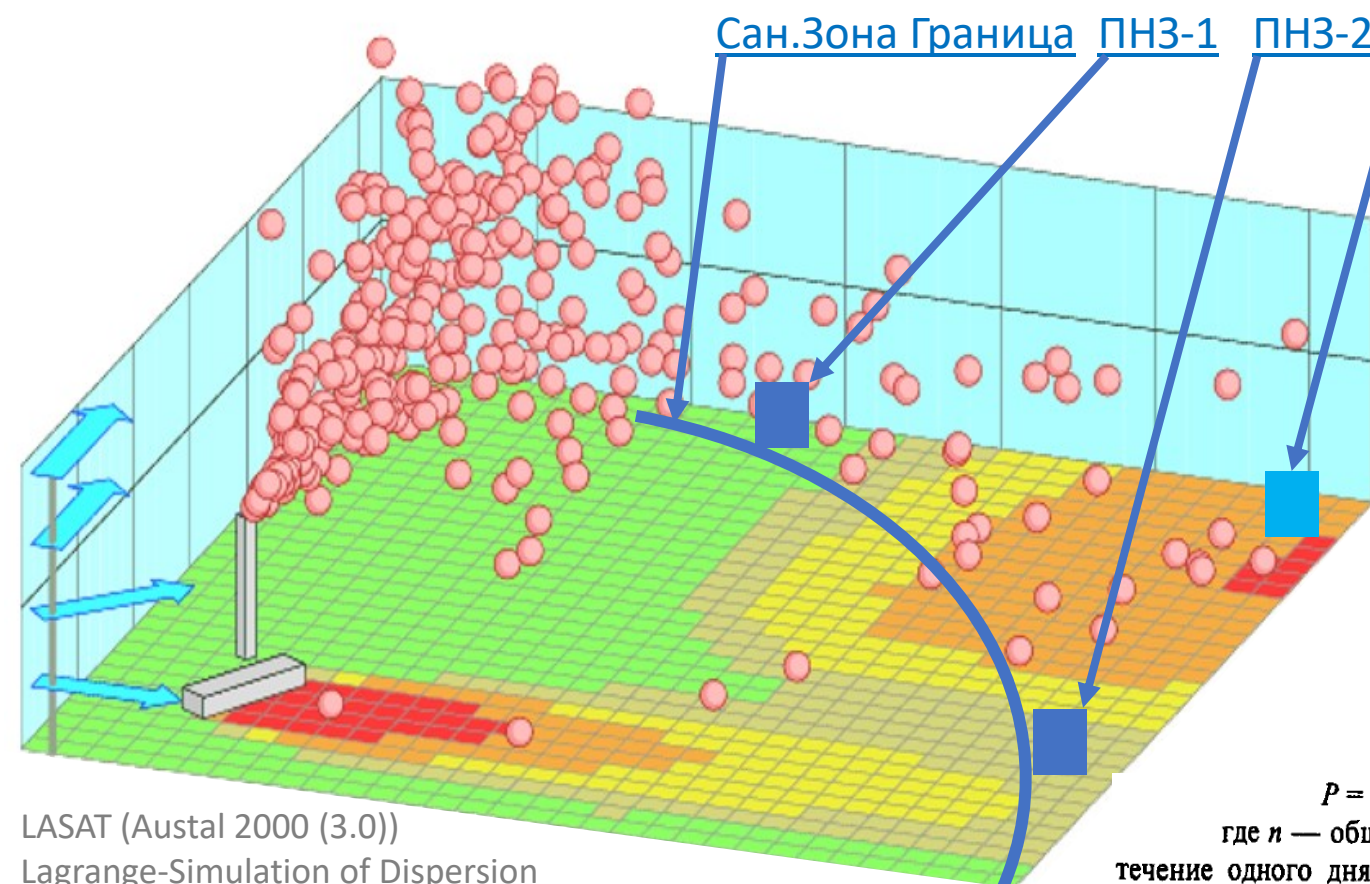
NN	Условное обозначение	Характеристика инверсии температуры в слое до 1 км	Характеристика скорости ветра	Характеристика направления ветра (откуда)
1	НМУ 1 – низкий ≤50 м	высота нижней границы инверсии ≤50 м	≤ 2 м/с	
2	НМУ 2 – высокий >50 м на T1	высота нижней границы инверсии >50 м или нет	> 2 м/с	ОНВ 1
3	НМУ 3 – высокий >50 м на T2	высота нижней границы инверсии >50 м или нет	> 0,5 м/с	ОНВ 2
4	НМУ 4 – высокий >50 м в город	высота нижней границы инверсии <1000 м		ОНВ 3

Представление результатов модельного, сезонного-статистического и динамического прогноза сроков инверсий.

«лето» с марта до октября	сезонно-статистический прогноз сроков инверсий Распределение времени разрушения в часах дня модельный прогноз Результаты прогноза +48 часов по данным оптимизированной характеристикам НМУ модели WRF.	динамический прогноза сроков инверсий по скорости разрушения инверсии ΔТинв,°С полученной накануне как время разрушения/мощность по температуре.
«зима» с октября до марта	модельный прогноз Результаты прогноза +48 часов по данным оптимизированной характеристикам НМУ модели WRF.	динамический прогноза сроков инверсий Контроль Ннги и положение солнца над горизонтом.

Завод. Ожидаемый эффект:

- Возможность своевременного реагирования на условия распространения ЗВ и предупреждения образования концентраций, превышающих ПДК на ПНЗ



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА РОССИИ
ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И МОНИТОРИНГУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
ГЛАВНАЯ ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ им. А. И. ВОЕЙКОВА

СИСТЕМА
ПРОГНОЗА И ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ
ВЫСОКИХ УРОВНЕЙ
ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА В ГОРОДАХ

МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(Минприроды России)

П Р И К А З

17.11.2011 г. МОСКВА № 899

Об утверждении порядка представления информации
о неблагоприятных метеорологических условиях, требований к составу
и содержанию такой информации, порядка ее опубликования и
предоставления заинтересованным лицам

Действие по
режимам НМУ при
значениях
параметра $P > 0,30$

Действие по
режимам НМУ при
значениях
параметра $P > 0,98$

$$P = m/n$$

где n — общее количество наблюдений за концентрацией примесей в городском или ином поселении в течение одного дня на всех стационарных постах; m — количество наблюдений в течение этого же дня с концентрациями C , которые превышают среднесезонное значение $C_{\text{ср}}$ более чем в 1,5 раза ($C > 1,5C_{\text{ср}}$).

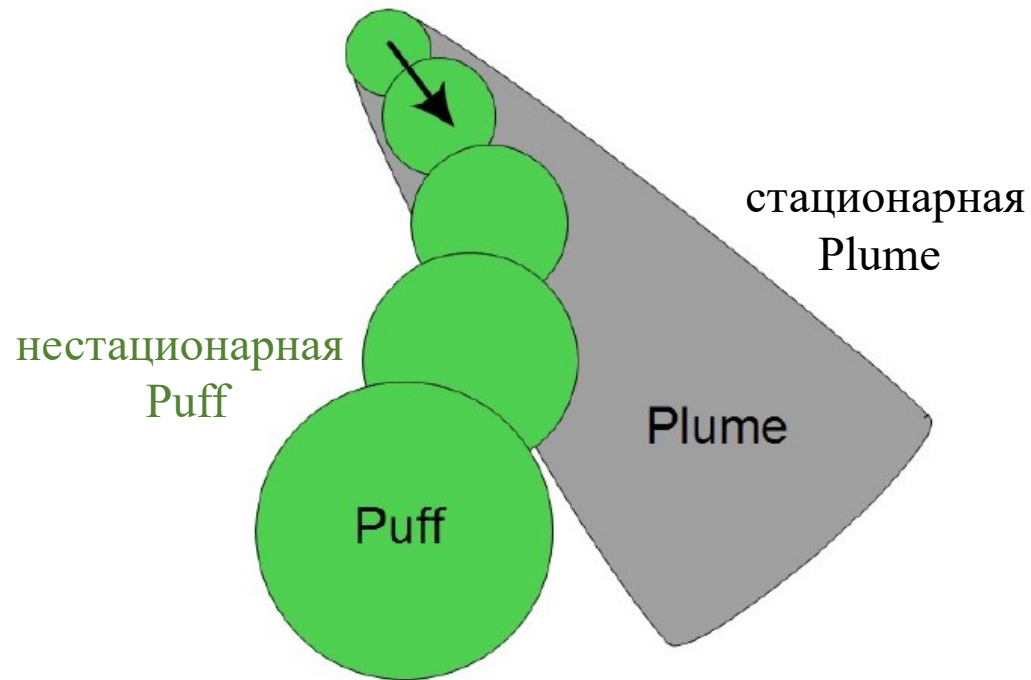
2017. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ И ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА С ПРИМЕНЕНИЕМ ДАННЫХ ЧИСЛЕННОЙ МОДЕЛИ АТМОСФЕРЫ И ХИМИЧЕСКОЙ ТРАНСПОРТНОЙ МОДЕЛИ И.Ю. Шалыгина, И.Н.Кузнецова и др. «Для прогнозирования НМУ ... применяются статистические схемы, основанные на установленных по данным наблюдений связях показателя загрязнения (параметра P) с метеорологическими характеристиками. Основной вес в таких схемах прогноза имеет предиктор, характеризующий текущий уровень загрязнения воздуха. По определению существенно зависит от числа используемых для его расчета данных наблюдений.»

Что может быть альтернативой или дополнением?

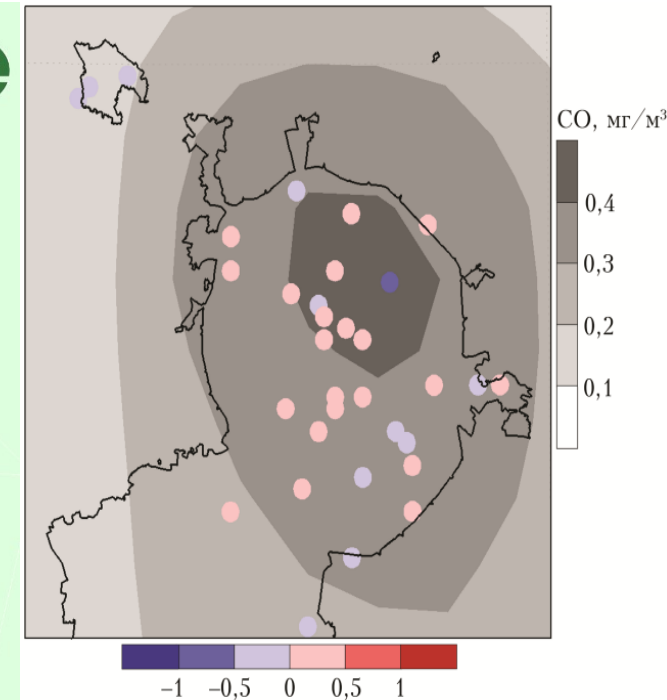
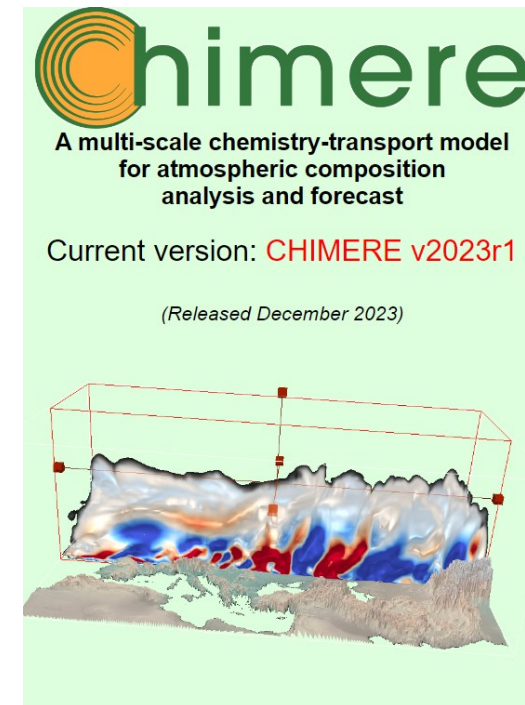
Завод. Ожидаемый эффект:

- Возможность своевременного реагирования на условия распространения ЗВ и предупреждения образования концентраций, превышающих ПДК на ПНЗ

Гауссовы модели факела (plume - на небольших расстояниях) и Лагранжевые/клубка (puff)



Химико-транспортные модели

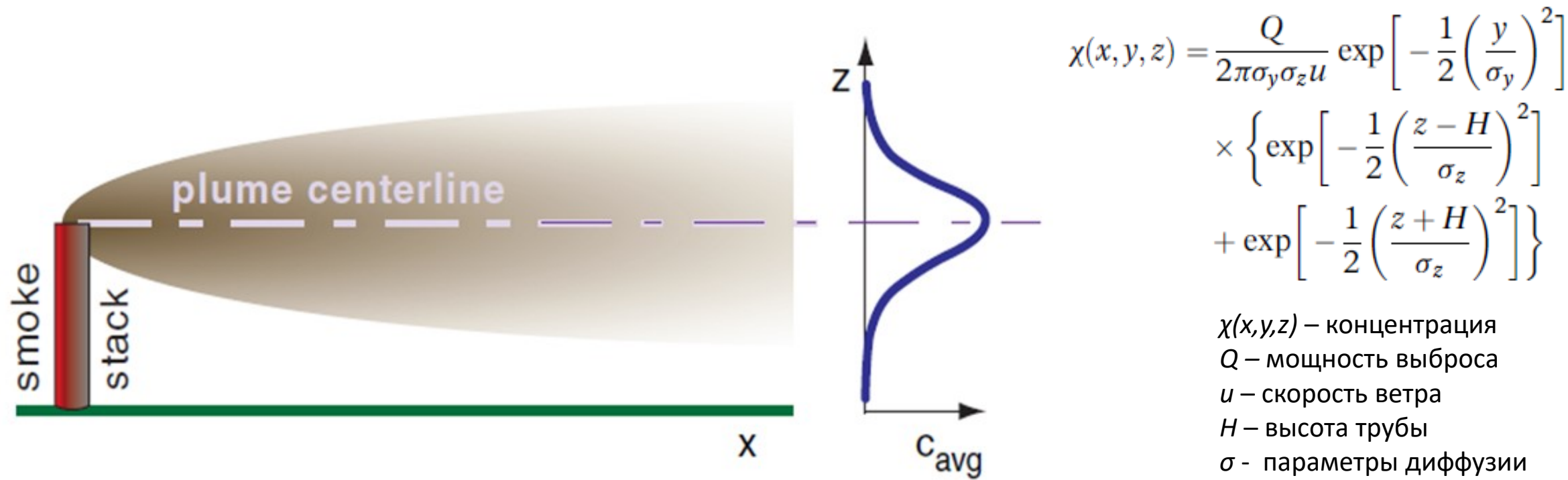


Все модели используют значения метеорологических величин $T(H)$ и $V(H)$ измеренных или прогнозируемых. От точности данных $T(H)$ и $V(H)$ зависит качество прогноза модели переноса.

Модель факела. Модель факела рассчитывает распространение загрязнителя (факела) от источника эмиссии (трубы) вдоль направления ветра с учётом диффузии.

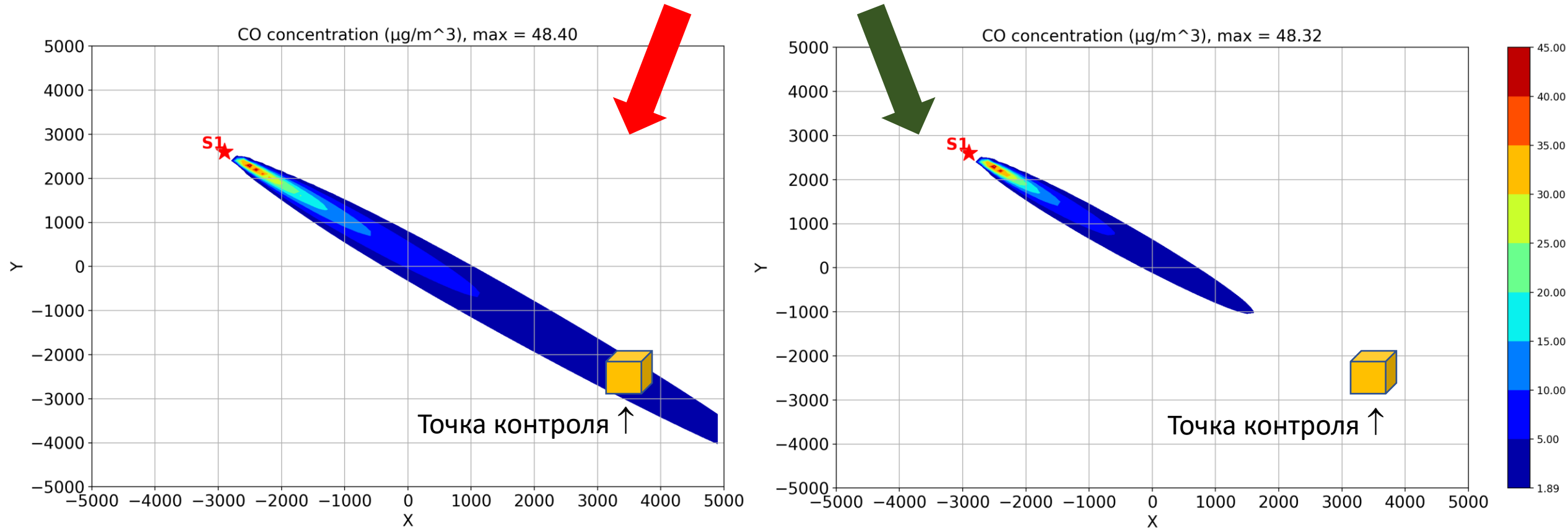
Входными параметрами модели являются координаты, высота и мощность источника эмиссии, значения ветра в области источника и профиль температуры, определяющий параметры диффузии и наличие/отсутствие температурной инверсии. Наличие приподнятой инверсии приводит к накоплению загрязнений в приземном слое, что учитывается в модели факела.

Выходными параметрами модели являются 3-х мерные поля концентрации загрязнителя, которые могут быть интерполированы в точки расположения постов наблюдений для сравнения с измерениями.

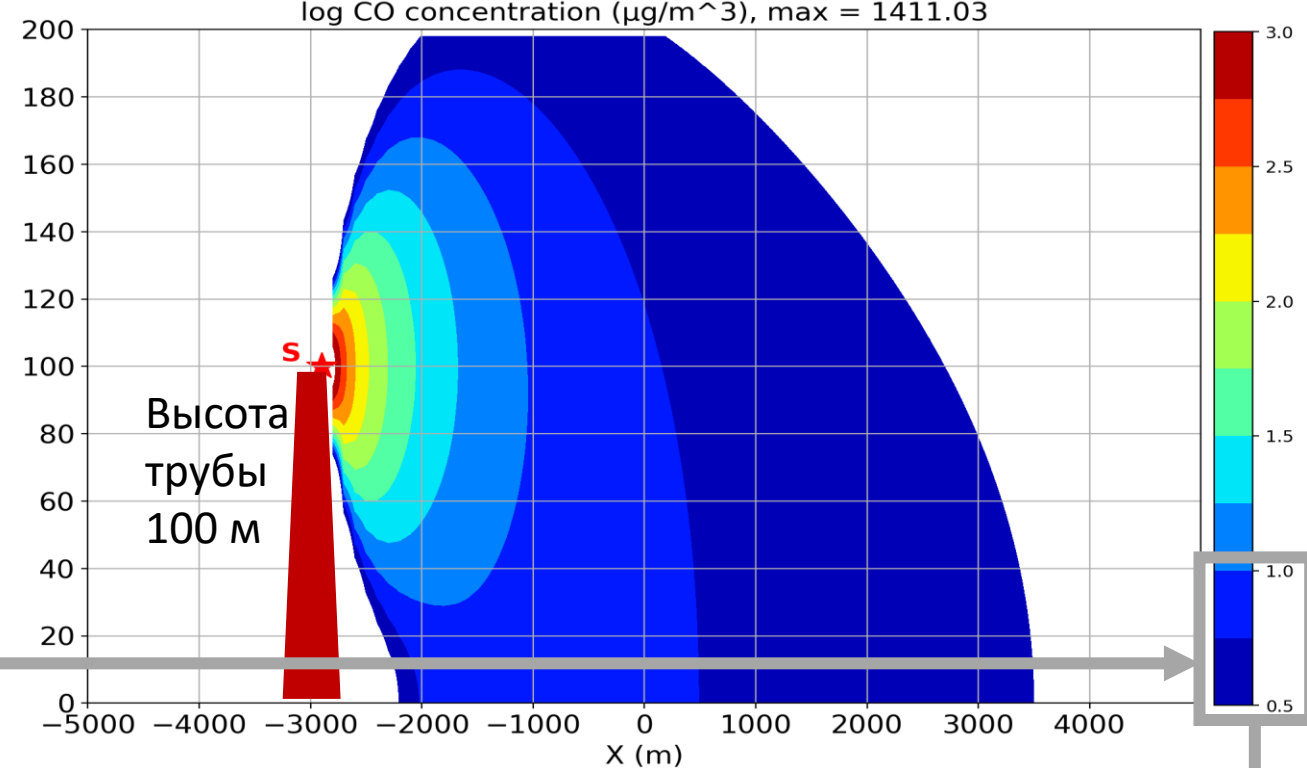
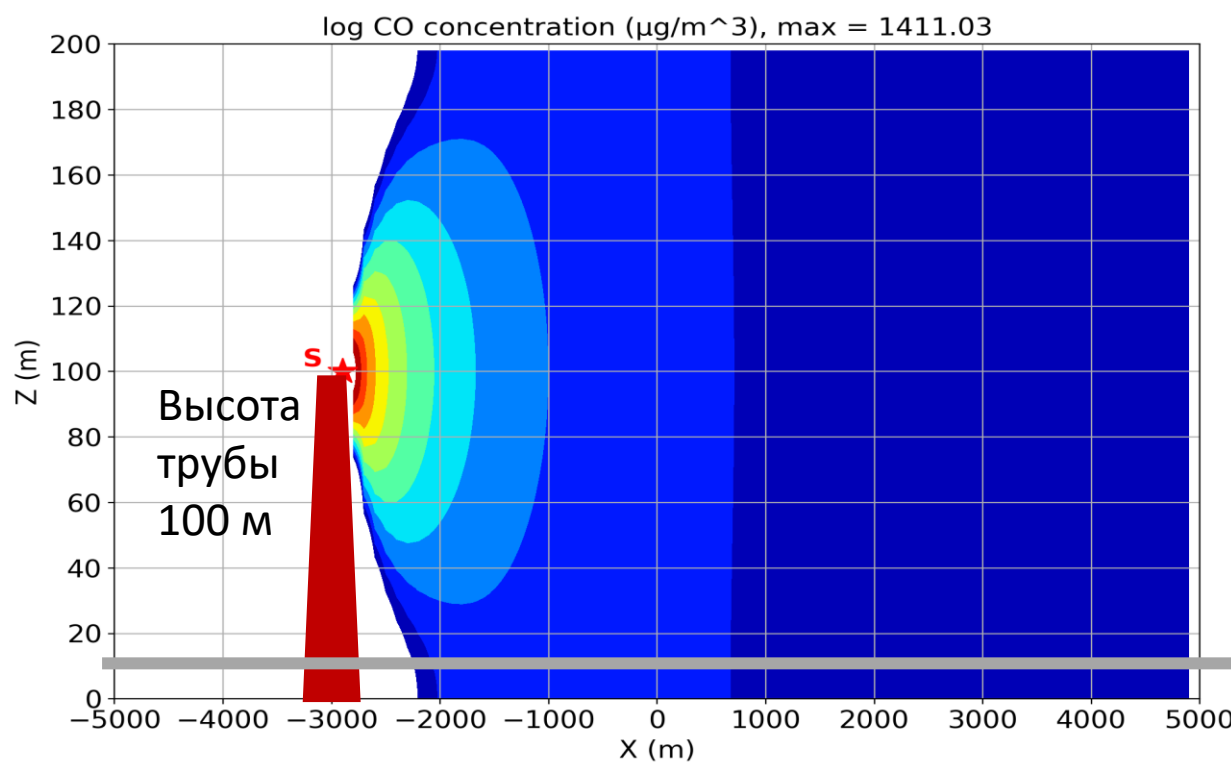


На рисунке показан усреднённый факел за 10 и более минут, который и описывается представленным уравнением факела. Таким образом, модель рассчитывает 3-х мерный факел концентрации загрязнителя, значения которой могут сравниваться с показаниями приборов, осреднённых за 10 мин и более.

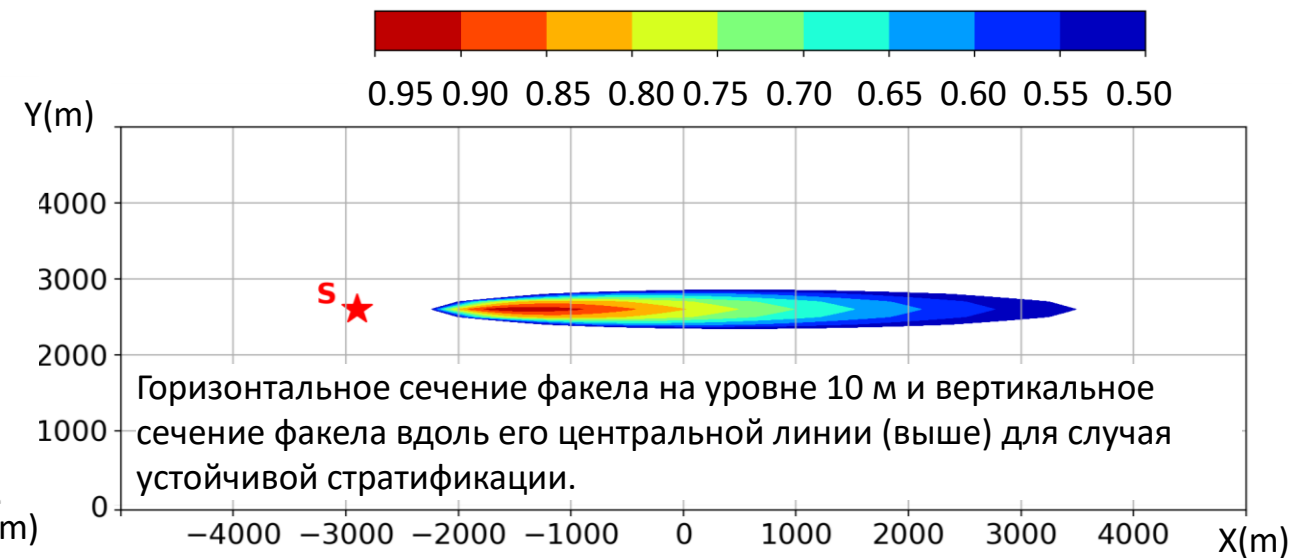
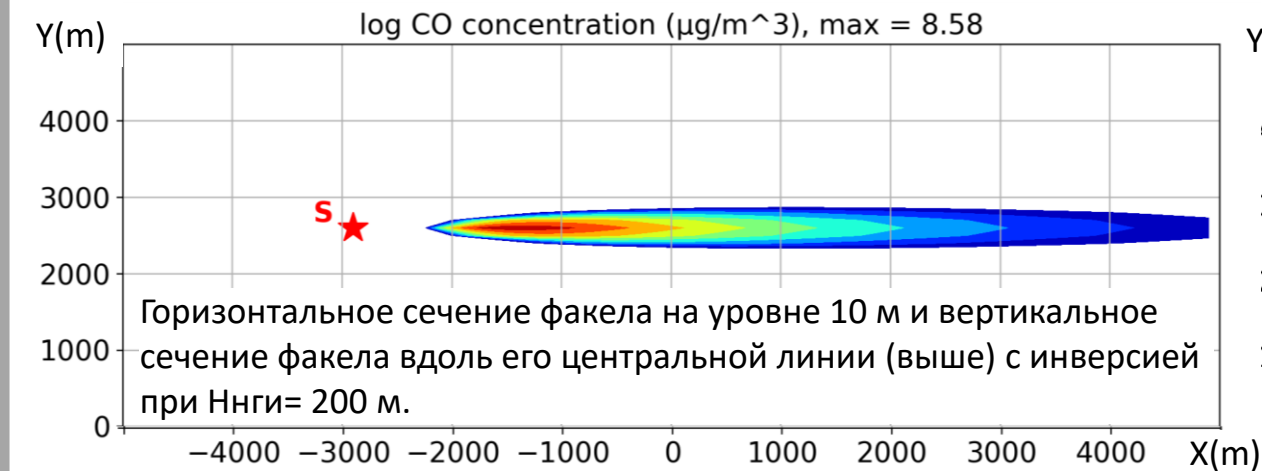
Расчет факела с учетом экспертизы или прогноза НМУ(время, тип) для перехода к НМУ(х,у)
Горизонтальное сечение шлейфа
с **инверсией** и **без инверсии**.



Высота трубы 50 м, Ннги=100 м, горизонтальное сечение шлейфа (факела) на 10 м.
Учитывается отражение от земли и от уровня инверсии.
Видно, что инверсия добавляет концентрации.



Чтобы перекрыть весь цветовой диапазон использовался логарифм концентрации.



Завод. Задачи АРМ-ЭКО

- !) Сроки НМУ измеренные и прогноз по данным модели WRF с учетом их классификации по месту контроля (ПНЗ и город), с учетом высоты источников.
- !!) Анализ источников. Реализация технологии расчета **прямого** факела (с сечением по высоте в слое) выбранного источника(ов) с учетом характеристик (высота, тип, площадь) с указанием параметров эмиссии (объем, скорость, температура), при актуальных на данный срок характеристиках НМУ (измеренных, полученных по результатам расчетов WRF).
- !!!) Анализ по измерениям ЗВ. Реализация технологии расчета **обратного** факела по данным об уровне и типе ЗВ точке контроля. В поле источников и контрольных постов на территории указывается зона возможных источников с учетом НМУ (измеренных, полученных по WRF). Данные о прогнозируемых уровнях эмиссии ЗВ из перечня возможных источников м/б проконтролированы по измерениям и по данным инвентаризации.



Центр контроля качества воздуха