

ОСОБЕННОСТИ ПРОГНОЗА РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ, ОБЛАДАЮЩИХ ЗАПАХОМ В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ

Скавронская С.А., Рыжаков Н.Н., Бударина О.В., Додина Н.С.
 ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф.
 Эрисмана» Роспотребнадзора, г. Мытищи, Россия

Цель исследования – установить особенности прогнозирования распространения в атмосферном воздухе веществ, обладающих запахом.

Ключевые аспекты прогноза запахового эффекта

Кратковременный характер восприятия	Для корректной оценки воздействия запахов необходимо использовать коэффициенты пик-к-среднему, позволяющие оценить кратковременные пики концентраций на основе модельных средних значений
Необходимость учета FIDOS-факторов	Влияние FIDOS-факторов отражается в критериях оценки воздействия запаха, которые могут включать пороговую концентрацию вещества, вероятность появления (например, 98-й процентиль средних часовых концентраций) и время оценки.
Необходимость валидации моделей дисперсии	Валидация должна быть многоуровневой и многоинструментальной, включающей калибровку модели по данным динамической ольфактометрии на источнике, валидацию на рецепторах с помощью e-noses или полевых тестов, и корреляцию результатов с паттернами жалоб населения
Сложность характеристизации источников	Ключевым аспектом, определяющим подход к моделированию, является физическая форма источника эмиссии, которая напрямую влияет на динамику формирования и распространения запахового облака

Сравнительный анализ моделей рассеивания

Тип модели	Преимущества	Ограничения	Особенности работы с метеопараметрами	Особенности практического применения
Гауссовые	Простота использования, эффективность для простых условий расчёта	Не учитывают сложные метеоусловия	Работа с усреднёнными данными	Эффективны для оценки запахов от точечных источников при стабильных метеоусловиях
Лагранжевые	Высокая точность при сложных условиях расчёта, учёт неоднородности	Требовательны к вычислительным ресурсам и мощности компьютера	Обработка трёхмерных полей ветров	Позволяют учитывать неоднородность распространения запахов в городской среде
Эйлеровы	Эффективность при стационарных метеоусловиях	Неэффективны при резких изменениях метеопараметров	Решение уравнений переноса	Подходят для оценки длительных периодов воздействия запахов
CFD	Максимальная детализация процессов	Высокие требования к вычислительным ресурсам	Полный учёт метеорологических параметров	Обеспечивают наиболее точную оценку распространения запахов в сложных условиях

Влияние атмосферных условий, топографии и метеорологии на распространение запахов

Фактор	Влияние на распространение запахов	Механизм
Атмосферная устойчивость	Устойчивая: увеличивает дальность распространения, способствует накоплению. Неустойчивая: ускоряет рассеивание, снижает концентрацию.	Устойчивая: слабое вертикальное перемешивание, инверсия. Неустойчивая: сильное турбулентное перемешивание.
Скорость ветра	Низкая (<1 м/с): приводит к высоким концентрациям рядом с источником. Высокая: переносит запах дальше, но рассеивает его.	При низкой скорости слабое горизонтальное и вертикальное рассеивание. При высокой — сильное рассеивание.
Направление ветра	Определяет траекторию распространения запахового облака и зоны воздействия.	Запах переносится по ветру.
Топография (холмы, долины)	Холмы: барьеры, увеличивают турбулентность. Долины: могут удерживать запахи из-за инверсии и дренажа холодного воздуха.	Изменение потока воздуха, формирование зон застоя.
Застройка (здания)	Создает зоны рециркуляции и вихревые потоки с подветренной стороны, увеличивая концентрацию запахов.	Эффект «building downwash».
Влажность	Высокая влажность (>50%) увеличивает концентрацию и вероятность восприятия некоторых запахов (например, аммиака).	Способствует конденсации и удержанию молекул в приземном слое.
Температура	Влияет на испарение и концентрацию запаховых веществ.	Повышение температуры увеличивает скорость испарения.

Характеристика источников эмиссии запахов

Тип источника	Примеры	Особенности моделирования	Ключевые параметры
Точечные	Дымовые трубы, вытяжные вентиляторы на стенах/крышах, скруббера	Наиболее предсказуемы и надежны для моделирования.	Высота источника, скорость и температура выброса, расход воздуха, концентрация запаха
Площадные	Открытые резервуары, свалки ТБО, компостные площадки, поля с внесенным навозом, участки утечек	Высокая неопределенность. Требуют расчета удельной скорости эмиссии (SOER). Создают диффузные облака	Удельная скорость эмиссии (SOER), площадь источника, начальные коэффициенты дисперсии ($\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$)
Объёмные	Здания с естественной вентиляцией (свинячники, птичники), мастерские	Моделируются с заданным объемом и начальными условиями рассеивания. Неопределенность выше, чем у точечных источников	Объем здания, высота карниза, расход воздуха, концентрация запаха
Линейные	Автомобильные потоки на шоссе	Менее распространены. Моделируются как серия точечных источников или с использованием специальных моделей	Длина источника, направление, интенсивность потока, средняя концентрация
Диффузные/Мобильные	Фугитивные выбросы (клапаны, фланцы), мусоровозы	Наибольшая неопределенность. Прямое моделирование затруднено. Требуются специализированные методы	Оценка суммарного выброса, траектория движения (для мобильных)

Заключение: надежный прогноз запахового воздействия невозможен без комплексного, многоинструментального подхода, требующего не только глубоких знаний в области метеорологии и моделирования, но и понимания физиологии восприятия, социальных аспектов и регуляторных требований.