

РАСЧЕТ ПРИЗЕМНЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ВЫБРОСОВ АВТОТРАНСПОРТА НА УЧАСТКАХ УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ (НА ПРИМЕРЕ ПРОСПЕКТА СТРОИТЕЛЕЙ, Г. НИЖНЕКАМСКА)

Данилов К.О.¹, студент

Научный руководитель Шагидуллин А.Р.^{1,2}

*¹Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева-КАИ, г.Казань, Российская Федерация*

*^{1,2}Институт проблем экологии и недропользования Академии наук
Республики Татарстан, г. Казань, Российская Федерация*

Обоснована необходимость оценки качества атмосферного воздуха в зонах влияния автомагистралей. Проведена апробация расчетных методов определения приземных концентраций компонентов выбросов передвижных источников загрязнения для выбранной автомагистрали. Рассчитано пространственное распределение максимальных разовых концентраций основных компонентов выбросов (частицы PM_{2,5}, азота диоксид, азота оксид, серы диоксид, углерода оксид, метан, формальдегид, бензин, керосин и группы суммации азота диоксид и серы диоксид) на прилегающих к проспекту Строителей территориях. Оценена степень превышения предельно допустимых концентраций. Наибольшие уровни загрязнения установлены вблизи перекрестков.

Ключевые слова: автотранспорт, выбросы в атмосферу, загрязняющие вещества, выхлопные газы, максимальная разовая концентрация.

Улично-дорожная сеть города является одним из основных элементов планировочной структуры города, обеспечивающая логистические связи между участками городских территорий. Сеть городских улиц и дорог и должна обеспечивать соответствие пропускной способности сети перспективным объемам движения и допустимые уровни загрязнения атмосферного воздуха. В городах происходит постоянный рост численности автотранспортных средств, сопровождающийся увеличением их вклада в уровень загрязнения атмосферного воздуха. Выбросы от автотранспорта поступают на малой высоте с небольшой скоростью в зону дыхания человека. Неблагоприятные параметры рассеивания автомобильных выбросов формируют максимумы концентраций компонентов выбросов, в том числе, в зонах жилой застройки [1].

Уровень загрязнения атмосферного воздуха на участках улично-дорожной сети определяется, в основном, численностью перемещающихся автотранспортных единиц, их техническими параметрами и состоянием дорожного полотна. Разработка методов расчета рассеяния вредного вещества в атмосферном воздухе от передвижных источников загрязнения является

одной из сложно решаемых задач экологического мониторинга качества атмосферного воздуха, ввиду влияния значительного количества факторов на рассеивание компонентов выбросов [2-4].

В рамках настоящего исследования была поставлена задача определения уровня загрязнения воздуха выбросами автотранспорта, на примере нагруженной автомагистрали — проспект Мира (от ул. 30 лет Победы до ул. Баки Урманче) в г. Нижнекамск.

Для определения количества выбросов вредных веществ, поступающих на том или ином участке улично-дорожной сети с выхлопами автотранспорта, используется «Методика определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от передвижных источников для проведения сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха» [5], разработанная для выполнения инвентаризации выбросов при проведении сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха.

Согласно данной методике, определение выбросов основывается на данных наблюдений за интенсивностью движения автотранспорта (количеством проездов за установленный временной промежуток в 20 мин) с выделением 5 отдельных категорий: легковые автомобили, автофургоны и микроавтобусы массой до 3,5 тонн, грузовые автомобили от 3,5 до 12 тонн, грузовые автомобили свыше 12 тонн, автобусы более 3,5 тонн.

Для определения максимальных разовых концентраций вредных веществ наблюдения проводятся в периоды максимальной транспортной нагрузки.

Следующим этапом, на основе полученных данных наблюдений, с учетом представленных в методике пробеговых выбросов (удельных значений выбросов загрязняющих веществ на единицу длины автодороги для каждой категории транспорта) и протяженности исследуемого участка пути, проводится расчет количества выбрасываемых загрязняющих веществ.

Методика позволяет рассчитывать выбросы для следующих вредных веществ (групп веществ): углерода оксид (CO), азота оксид (NO), азота диоксид (NO₂), взвешенные мелкодисперсные частицы PM_{2,5}, бензин, керосин, серы диоксид (SO₂), формальдегид (CH₂O), бензапирен (C₂₀H₁₂), установлены только среднегодовые ПДК), метан (CH₄).

Дальнейшим этапом является проведение расчета рассеивания загрязняющих атмосферный воздух веществ, который позволяет собственно установить ожидаемые концентрации вредных веществ, формируемых на прилегающих к автодороге территориях выбросами автотранспорта.

Расчеты рассеивания проводились с использованием программного обеспечения УПРЗА «Эколог» (4.70). Программа реализует методику расчета рассеивания загрязняющих веществ [6].

Расчеты выполнялись с полным перебором метеорологических условий в пределах климатической характеристики г. Нижнекамск для определения максимальных разовых концентраций. Таким образом, дальнейшие результаты детализированы для веществ, имеющих установленные максимальные разовые предельно допустимые концентрации [7].

После изучения расположения исследуемого участка дороги и находящейся под его влиянием городской застройки, были определены параметры расчетной сетки для проведения расчетов распределения концентраций (полей концентраций). Расчеты проводились для прямоугольника 800*560 м. Шаг расчетной сетки выбран равным 20 м.

Также были определены характерные точки размещения ближайших к проезжей части строений. Расчеты проводились с детализацией максимальных концентраций в точках, указанных в табл. 1.

Таблица 1 — Расчетные точки для детализации максимальных разовых концентраций

Код	Координаты (м)		Высота (м)	Комментарий
	X	Y		
1	2284958,00	458768,50	2,00	Проспект Мира, 95
2	2285301,50	459170,00	2,00	Проспект Мира, 83
3	2285287,50	459333,50	2,00	Проспект Мира, 76
4	2285564,50	459409,00	2,00	Проспект Мира, 75
5	2285085,50	459330,00	2,00	Проспект Строителей, 64
6	2284759,50	459090,50	2,00	Улица Фикрята Табеева, 17

Полученное в результате расчетов распределение концентраций вредных веществ в выбранных расчетных точках указано в табл. 2. Для оценки степени негативного воздействия полученных абсолютных концентраций вредных веществ использовались установленные максимальные разовые предельно допустимые концентрации.

Как можно видеть из табл. 2, ожидаемые максимальные разовые концентрации для углерода оксида, азота оксида, мелкодисперсных частиц PM_{2,5}, бензина, керосина, серы диоксида, формальдегида и метана не

превышают 0,1 ПДК, т.е. 10% от предельно безопасных значений. Для группы 6204 из двух веществ (азота диоксид, серы диоксид) с суммацией вредного воздействия приведенные концентрации составляют значения на уровне ПДК и выше.

Таблица 2 — Распределение концентраций вредных веществ в выбранных расчетных точках

Код вещества	Наименование вещества	Распределение концентраций, доли ПДК
0010	Взвешенные частицы PM _{2,5}	0,012-0,04
0301	Азота диоксид (Двуокись азота; пероксид азота)	0,63-2,18
0304	Азот (II) оксид (Азот монооксид)	0,05-0,18
0330	Сера диоксид	Менее 0,01
0337	Углерода оксид (Углерод окись; углерод моноокись; угарный газ)	0,03-0,11
0410	Метан	Менее 0,01
1325	Формальдегид (Муравьиный альдегид, метилоксид) оксометан,	Менее 0,01
2704	Бензин (нефтяной, малосернистый) (в пересчете на углерод)	0,007-0,03
2732	Керосин (Керосин прямой перегонки; керосин дезодорированный)	Менее 0,01
6204	Азота диоксид, серы диоксид	0,39-1,37

Максимальные из полученных значения наблюдаются для диоксида азота. По данному веществу приземные концентрации в часы наиболее

интенсивного движения транспорта при самых неблагоприятных для рассеивания метеорологических условий могут достигать значения, двукратно превышающие ПДК. Полученные поля приземных концентраций для диоксида азота и суммации 6204 представлены на рис. 1, 2.

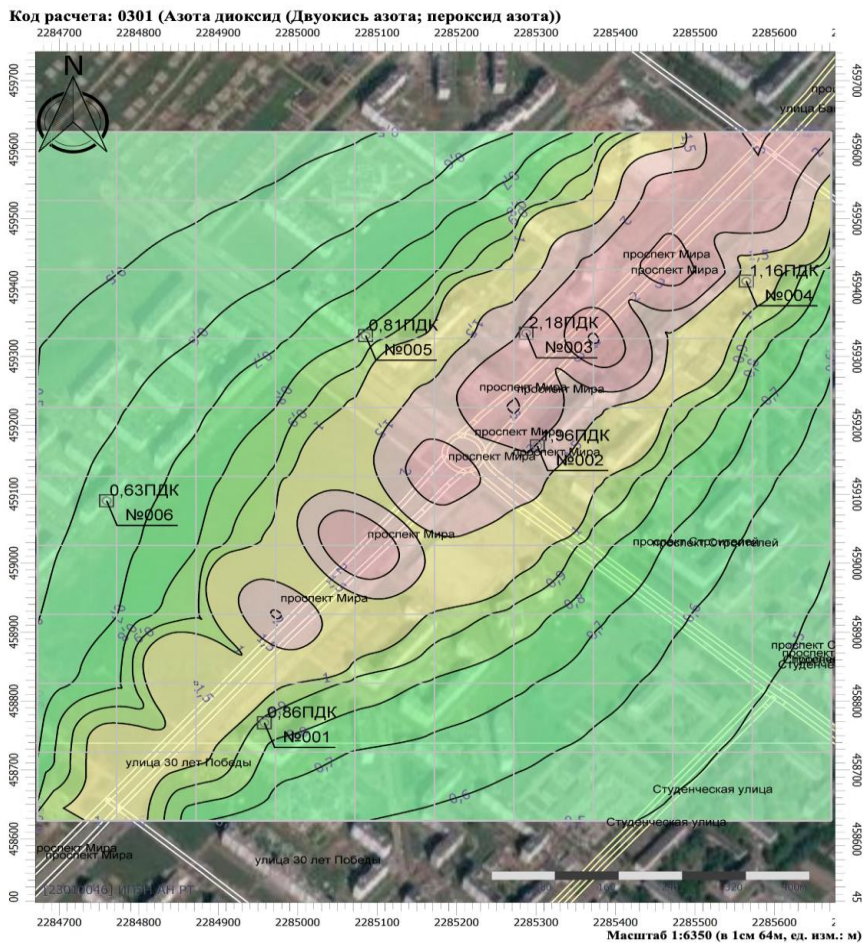


Рисунок 1. — Поле максимальных концентраций диоксида азота

Код расчета: 6204 (Азота диоксид, серы диоксид)

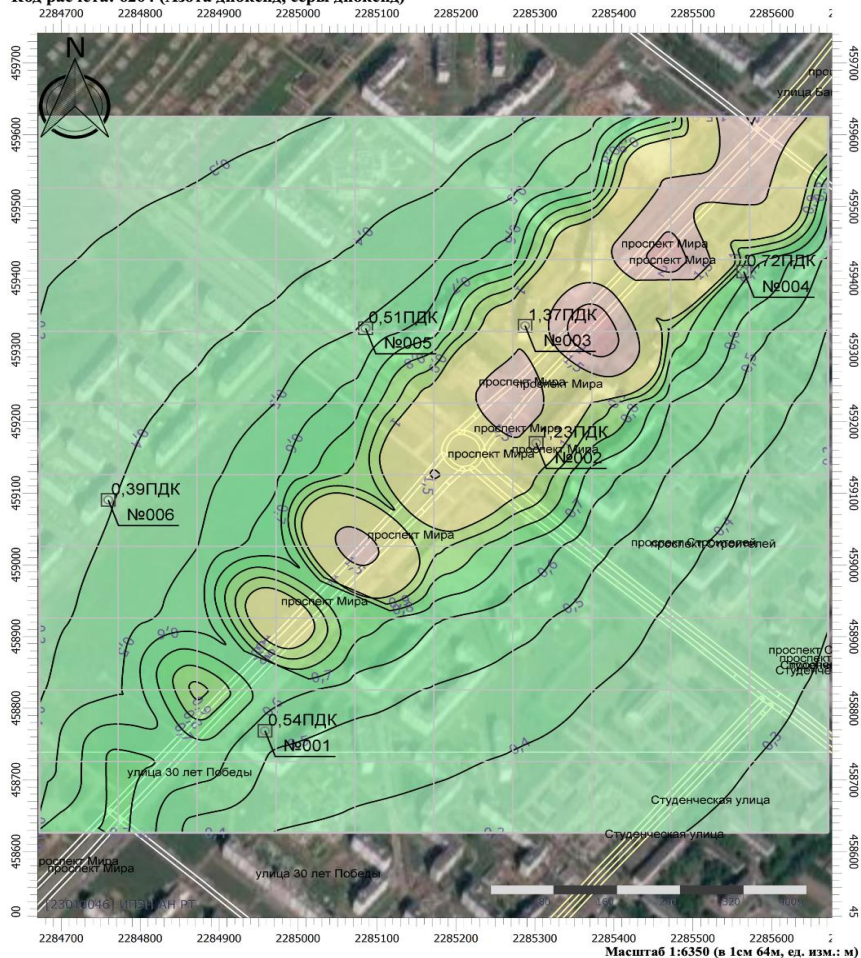


Рисунок 2. — Поле максимальных концентраций суммации 6204

Таким образом, в зависимости от интенсивности движения транспорта на участках улично-дорожной сети и особенностей застройки на прилегающих к автомагистралям территориях, при неблагоприятных условиях автотранспорт может формировать концентрации вредных веществ с превышением действующих ПДК.

Литература:

1. Nikolaeva O. (2018) Review: Road Transport as the Key Source of Environmental Pollution in Cities, and the Associated Human Health Risks. *Urban Studies and Practices*, vol. 3, no 3, pp. 25–35. DOI: <https://doi.org/10.17323/usp33201825-35>.
2. Тунакова Ю.А., Григорьева И.Г., Шагидуллина Р.А. Области применения моделей для расчета распределения примесей в приземном слое атмосферного воздуха // *Вестник Казанского технологического университета*. 2014. Т. 17. № 20. С. 163-166.
3. Тунакова Ю.А., Шагидуллина Р.А., Валиев В.С., Григорьева И.Г., Кузнецова О.Н. Разработка моделей прогноза концентраций примесей в приземном слое атмосферного воздуха на основании значимых метеорологических параметров // *Вестник Технологического университета*. 2016. Т. 19. № 22. С. 179-181.
4. Рахманин Ю.А., Леванчук А.В. Качественная и количественная характеристика загрязнения окружающей среды продуктами эксплуатационного износа компонентов дорожно-автомобильного комплекса // *Успехи современной науки*. 2016. №4. С. 158-162.
5. Методика определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от передвижных источников для проведения сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха (утверждена приказом Минприроды России от 27 ноября 2019 года № 804)
6. Методы расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе (утверждены приказом Минприроды России от 06.06.2017 № 273)
7. Санитарные правила и нормы СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» (утверждены Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.2021 №2).