

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.144.160>

КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ПЕРЕНОСА И РАССЕЙАНИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ АВТОТРАНСПОРТА

Научная статья

Александров Д.В.^{1,*}, Нафикова Э.В.², Ахияров И.И.³¹ ORCID : 0000-0003-3736-4003;² ORCID : 0000-0002-5197-8928;^{1,2,3} Уфимский университет науки и технологий, Уфа, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (dmutruu102[at]yandex.ru)

Аннотация

В работе проанализировано негативное воздействие выбросов от передвижных источников на атмосферный воздух. Проведен анализ загрязнения атмосферного воздуха автомобильным транспортом по Республике Башкортостан и по Российской Федерации. Отмечается, что наибольшую часть выбросов от транспортных средств приходится на легковой транспорт, а именно на легковые автомобили с бензиновым двигателем, которые составляют большую часть транспортных средств по Республике Башкортостан.

Рассмотрены различные методики расчета выбросов от передвижных источников. Для расчетов выбрана методика определения выбросов автотранспорта для проведения сводных расчетов атмосферы городов, так как преимуществом данной методики являются простота применения. Именно в данной методике имеется возможность использовать интенсивность движения для отображения в графическом виде.

Рассматриваемый маршрут имеет участки дороги с разной загруженностью и улицы с разным количеством полос, исходя из данных параметров, выбранный маршрут поделен на несколько участков для более точного определения интенсивности движения транспортного потока. Рассчитана интенсивность движения для каждого участка маршрута предприятия с использованием геоинформационных технологий. На выбранном маршруте имеются участки дороги с наибольшей и наименьшей интенсивностью движения транспортного потока. Рассчитаны выбросы загрязняющих веществ на маршруте предприятия в г. Уфа для каждого участка маршрута с помощью выбранной методики расчетов. Для отображения графического представления выбросов на маршруте в г. Уфа применялась программа УПРЗА «Эколог» с помощью которой смоделированы области рассеивания вредных веществ по участкам дороги с наибольшей и наименьшей интенсивностью движения, превышающие предельно-допустимую концентрацию.

Ключевые слова: автомобильный транспорт, передвижные источники, транспортный поток, легковые автомобили, выбросы, загрязняющие вещества, загрязнение атмосферы, геоинформационные технологии.

MAPPING OF TRANSPORT AND DISPERSION OF POLLUTANTS FROM MOTOR VEHICLES

Research article

Aleksandrov D.V.^{1,*}, Nafikova E.V.², Akhiyarov I.I.³¹ ORCID : 0000-0003-3736-4003;² ORCID : 0000-0002-5197-8928;^{1,2,3} Ufa University of Science and Technology, Ufa, Russian Federation

* Corresponding author (dmutruu102[at]yandex.ru)

Abstract

The work analyses the negative impact of emissions from mobile sources on the atmospheric air. The analysis of atmospheric air pollution by motor transport in the Republic of Bashkortostan and in the Russian Federation is carried out. It is noted that the largest part of emissions from vehicles falls on passenger transport, namely petrol-powered cars, which make up the majority of vehicles in the Republic of Bashkortostan.

Various methods of calculating emissions from mobile sources are examined. For calculations, the methodology of determination of motor transport emissions for carrying out summary calculations of the atmosphere of cities is chosen, as the advantage of this methodology is simplicity of application. It is in this technique it is possible to use the intensity of traffic to display in a graphical form.

The reviewed route has road sections with different traffic congestion and streets with different number of lanes, based on these parameters, the selected route is divided into several sections for more accurate determination of traffic flow intensity. The traffic intensity for each section of the company's route is calculated using geo-information technologies. The selected route has road sections with the highest and lowest traffic intensity. Emissions of pollutants on the route of the enterprise in Ufa were calculated for each section of the route using the selected calculation methodology. To demonstrate the graphical representation of emissions on the route in Ufa, the program UPAPE 'Ecologist' was used, with the help of which the areas of dispersion of harmful substances along the road sections with the highest and lowest traffic intensity, exceeding the maximum permissible concentration, were modelled.

Keywords: road transport, mobile sources, traffic flow, passenger cars, emissions, pollutants, air pollution, geo-information technologies.

Введение

Источники загрязнения земной атмосферы бывают как природными, так и техногенными. Второй тип негативного воздействия на воздушную оболочку Земли представлен промышленными предприятиями, теплоэнергетикой, отоплением жилищ, сельским хозяйством и транспортом.

Автомобильный транспорт – ключевой источник загрязнения атмосферы, наряду с промышленными предприятиями. С каждым годом количество автотранспорта увеличивается, что влечет за собой рост выбросов вредных продуктов в воздушную оболочку планеты.

По данным «Государственного доклада о состоянии природных ресурсов и окружающей среды Республики Башкортостан» количество легковых автомобилей на территории Республики Башкортостан на 2022 год составило 1.653 млн. транспортных средства, что на 4% больше, чем в 2021 год. Динамика автомобилей по Республике Башкортостан имеет стабильный рост, что можно увидеть на рисунке 1 [4].

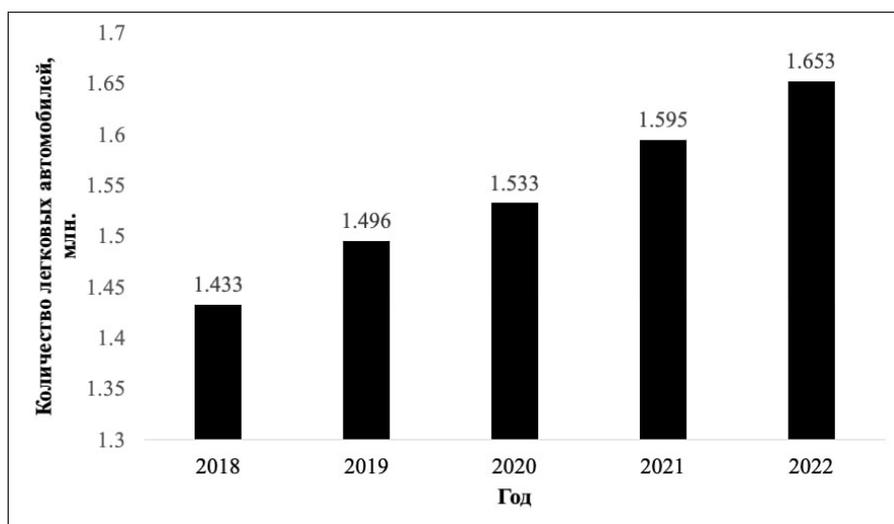


Рисунок 1 - Количество зарегистрированных легковых автомобилей по Республике Башкортостан за 2018-2022 г.

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.144.160.1>

При сжигании бензина, керосина, дизельного топлива и мазута в атмосферу попадают вредные выбросы в виде угарного газа – CO, окиси азота – NO, углеводородов – C_xH_y, летучих органических соединений, мелких частиц, углеродных наноматериалов и даже тяжелых металлов в виде свинца.

В мегаполисах и крупных городах загрязнение воздуха автотранспортом составляет от 60 до 70% от общего количества воздействия. Данная ситуация конечно же сказывается на здоровье человека: при вдохе в легкие попадают загрязняющие вещества автомобильных выхлопов как газообразные, так и твердые частицы – сажа, подрывая состояние всего организма. Повышенные концентрации обычно отмечаются в пределах нескольких десятков метров от дорог с интенсивным движением. К сожалению, многоэтажные здания, которые зачастую расположены вдоль дорог, уменьшают способность рассеивания выхлопным газам, что создает очаги загрязнителей и увеличение воздействия транспорта на городских жителей [1].

Помимо влияния на здоровье человека загрязнение выбросами автомобилями приводит к появлению как краткосрочных, так и долгосрочных эффектов на окружающую среду. Выбрасывая из выхлопной трубы, дымовой трубы или форсунок широкий спектр газов и твердых веществ, деятельность автотранспорта тем самым приводит к усилению парникового эффекта, а следовательно, и к глобальному потеплению. Немаловажным негативным фактором также является увеличение выпадения кислотных дождей, шумовое загрязнение и разливы топлива [5].

Объем выбросов загрязняющих веществ от передвижных источников в 2021 году составил 125.6 тыс. т., что на 6% больше по сравнению с 2020 г. (табл. 1).

Таблица 1 - Объемы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу в 2012-2021 годах

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.144.160.2>

Год РБ	Всего РБ, в т.ч., тыс. тонн	г. Уфа, тыс. тонн	г. Стерлитамак, тыс. тонн	г. Салават, тыс. тонн	г. Нефтекамск, тыс. тонн	г. Сибай, тыс. тонн
2012	507,3	143,5	32,3	17,2	16,1	7,2
2013	334,7	82,2	14,2	12,1	8,7	4,2
2014	443,6	81,6	15	9,5	8,9	4
2015	450,4	81,6	15	9,5	8,9	4
2016	457,7	81,6	15	9,5	8,9	4

2017	422,3	81,6	15	9,5	8,9	4
2018	429,3	81,6	15	9,5	8,9	4
2019	127,1	38,6	*	*	*	*
2020	118	*	*	*	*	*
2021	125,6	*	*	*	*	*

Значительное снижение показателя объема выбросов от передвижных источников в 2013 году по сравнению с предыдущим годом объясняется тем, что объем выбросов рассчитан по данным, отраженным в «Методических рекомендациях по оценке выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от передвижных источников (автомобильный и железнодорожный транспорт)». Увеличение объема выбросов от передвижных источников в 2014 г. объясняется ростом парка автотранспортных средств в Республике Башкортостан. В 2017 году произошло уменьшение объема выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от передвижных источников. Это объясняется применением моторных топлив с улучшенными экологическими характеристиками Евро-4 и Евро-5, перевод автотранспорта на газомоторное топливо. В 2019 году также произошло уменьшение объема выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от передвижных источников. Это объясняется изменением методики расчета от данных источников [6].

Динамика изменения количества загрязняющих веществ от передвижных источников, выбрасываемых в атмосферу по Республике Башкортостан за 2011-2021 гг., представлена на рисунке 2.

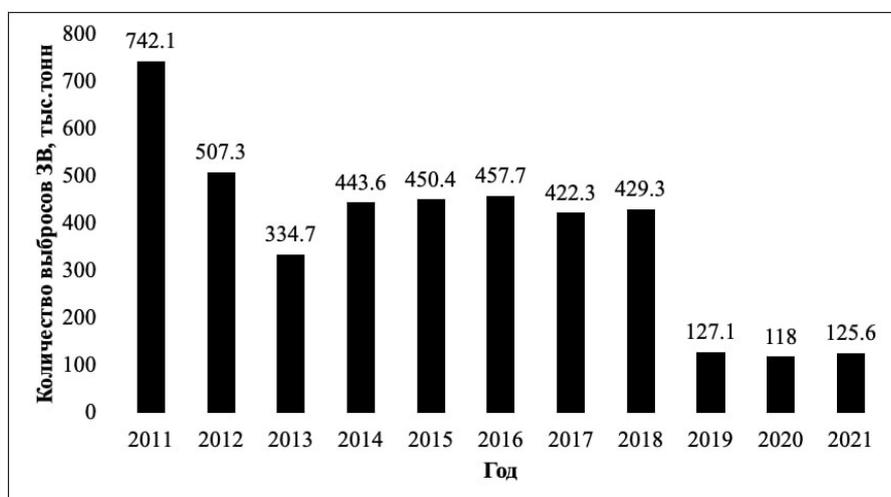


Рисунок 2 - Изменение количества выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от передвижных источников за 2011-2021 годы

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.144.160.3>

Другими экологическими последствиями эксплуатации автотранспорта являются изменение и сокращение естественной среды обитания флоры и фауны, сельскохозяйственных угодий. Это происходит при разрастании городов, увеличении пробок на дорогах, что влечет за собой строительство новых дорожных покрытий [7].

Методы и принципы исследования

Существующие методы различных инструментов для расчета выбросов от автотранспорта для частных лиц, предприятий и других организаций сведены в таблицу 2.

Таблица 2 - Международные методы расчета

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.144.160.4>

Название	Суть	Необходимые данные для расчета	Авторы
Методологические руководства МГЭИК	Расчет выбросов вредных веществ (оксидов азота, углеродных оксидов, углеводородов, частиц) от автомобилей на основе общих характеристик	Расчеты включают в себя анализ данных о типах транспортных средств и количестве, проводимых на определенном участке. Необходимо учитывать средние показатели расхода	Кристина Дэйвис Уолдрон (США) Йохен Харниш (Германия), Освальдо Люкон (Бразилия), и тд.

	автомобильного транспорта и характеристик топлива [12].	топлива, объема выбросов вредных веществ, уровней шума на 1 километр маршрута автомобиля.	
Расчетная инструкция по инвентаризации выбросов загрязняющих веществ автотранспортными средствами в атмосферный воздух	Определение количества выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от автотранспорта, с целью оценки его экологической нагрузки и разработки мер по снижению уровня загрязнения окружающей среды [10].	Расчет включает в себя оценку скорости движения автомобиля, пройденного расстояния, расхода топлива и качества топлива, а также параметры автомобильного двигателя.	Открытое акционерное общество «Научно-исследовательский институт автомобильного транспорта» (ОАО «НИИАТ»)
Руководство ЕМЕП/ЕАОС по инвентаризации выбросов	Расчет выбросов выхлопных газов некоторых категорий дорожных транспортных средств [11].	Расчеты включают в себя оценку технических характеристик автотранспорта (тип двигателя, объем двигателя, мощность, год выпуска, тип топлива), а также учет условий эксплуатации.	Ведущие авторы: Leonidas Ntziachristos, Zissis Samaras
GHG (Greenhouse Gas)	Определение объема выбросов парниковых газов по всему жизненному циклу автомобиля, включая производство, эксплуатацию и утилизацию [9].	Расчеты включают в себя учет энергозатрат на производство и транспортировку автомобилей, объем потребляемого топлива и качество топлива, а также оценку процессов утилизации автомобилей.	World Recourse Institute (WRI) и World Business Council for Sustainable Development (WBCSD)
Стандарт ISO 14064	Стандарты ISO охватывают методы, связанные с оценкой выбросов парниковых газов и отчетностью для организаций [9].	Расчеты включают в себя определение начального уровня выбросов, разработку планов сокращения выбросов и мониторинг эффективности принятых мер.	—
Методика определения выбросов автотранспорта для проведения сводных расчетов атмосферы городов	Оценка выбросов загрязняющих веществ в атмосферу автотранспортными потоками на городских магистралях [3].	Расчеты включают в себя интенсивность движения транспортного потока, протяженность дороги (или ее участка), а также пробеговые выбросы вредного вещества	Утверждена приказом Госкомэкологии России и от 27 ноября 2019 года N804

Методики имеют общую цель оценку выбросов от автотранспорта. Различия заключаются в том, какие именно данные используются для оценки, какие методы используются для расчета, и какие рекомендации даются по использованию данной информации. Также каждая методика может иметь свои преимущества и недостатки в

зависимости от целей и задач, для которых она используется. При выборе методики для конкретных целей следует учитывать специфику инициативы, наличие необходимых данных и опыта в использовании той или иной методики.

Для дальнейших расчетов выбрана методика определения выбросов автотранспорта для проведения сводных расчетов атмосферы городов, которая была разработана для оценки вклада автотранспорта в загрязнение атмосферы. Основная суть методики заключается в оценке объема выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от автотранспорта с целью определения уровня его экологической нагрузки и разработки мер по уменьшению загрязнения окружающей среды.

Преимуществами данной методики являются простота применения и учет различных характеристик автомобилей.

Недостатком методики может быть неточность расчетов из-за некоторых упрощений, таких как отсутствие учета атмосферных условий, таких как скорость ветра и температура воздуха. Кроме того, данные методики не учитывают влияние на окружающую среду отдельных факторов, таких как загрузка автомобилей и ситуации на дорогах.

В целом, методика является практичным и доступным инструментом для определения уровня выбросов и эффективности мер по снижению выбросов, однако не может заменить более точные методы расчетов. Так как данная методика проста в применении, то именно данная методика будет применяться для упрощенного расчета выбросов от автомобильного транспорта с использованием географических систем [8].

Программа УПРЗА «Эколог» рассчитывает приземные концентрации загрязняющих веществ в атмосфере. Позволяет произвести расчет рассеивания с помощью имеющихся данных и получить графическое представление выбросов на выбранном маршруте.

Описание и результаты работы

Опираясь на исследование В.Р. Битюкова и Н.А. Мозгунова «Оценка интенсивности транспортных потоков с использованием геоинформационных систем ИнтерКарго», исследовать интенсивность транспорта можно несколькими способами. Первый традиционный – это наблюдение за природой и определение силы транспорта. Однако этот метод имеет ограничения, связанные с трудоемкостью процесса и трудностями воспроизведения наблюдений [2].

Второй метод позволяет рассчитывать прочность участков дороги, не прибегая к полевым изысканиям, в том числе с использованием информации о загруженности дорог, полученной путем обработки и сравнения данных из различных источников.

Предложена упрощенная методика расчета выбросов от автомобильного транспорта, для этого в расчетах выбросов используется интенсивность движения, рассчитанная с использованием геоинформационных систем. Согласно предлагаемой модели, среднесуточная интенсивность транспортного потока определяется по формуле (1):

$$Gk = (V_{cp} * t * P) / (2 * l + D) * ks * n \quad (1)$$

где – среднесуточная скорость движения транспортного потока, м/с;

– продолжительность действия разрешающего движение сигнала светофора, сек.;

– количество циклов действия разрешающего движение сигнала светофора за 60-минутный период времени, шт.;

n – количество полос для движения на заданном участке;

– поправочный коэффициент, учитывающий расстояние данного участка дороги до центра города. Для определения значений коэффициента требуется произвести поиск центра населенного пункта.

$2 \cdot l_{cp} + D$ – динамический габарит – участок дороги, в метрах, минимальная длина, необходимая для безопасного движения в потоке транспорта при заданной скорости транспортного средства (динамическое расстояние), длина которого включает удвоенную среднюю длину транспортного средства и «эффективную дистанцию» – рекомендуемую минимальную дистанцию между движущимися автомобилями в метрах, определяется как $\frac{1}{2}$ от модуля скорости движения в км/ч. То есть, если скорость движения равна 60 км/ч, эффективная дистанция составит 30 м.

В действительности это расстояние не соблюдается в часы пик, и при низкой транспортной загруженности, так как количество машин на дороге недостаточно для ее использования. Поэтому предполагается, что это условие наиболее подходит для периодов, характеризующихся интенсивностью движения, близкой к среднесуточной.

Используем данную формулу для расчета интенсивности движения по выбранному маршруту г. Уфа (рисунок 3). Но так как точки между началом и концом маршрута могут быть разделены достаточным расстоянием, и включать в себя участки с разной загруженностью, и разным количеством полос движения на разных улицах, то необходимо разделить выбранный маршрут на участки, что позволит более точно определить интенсивность на маршруте.

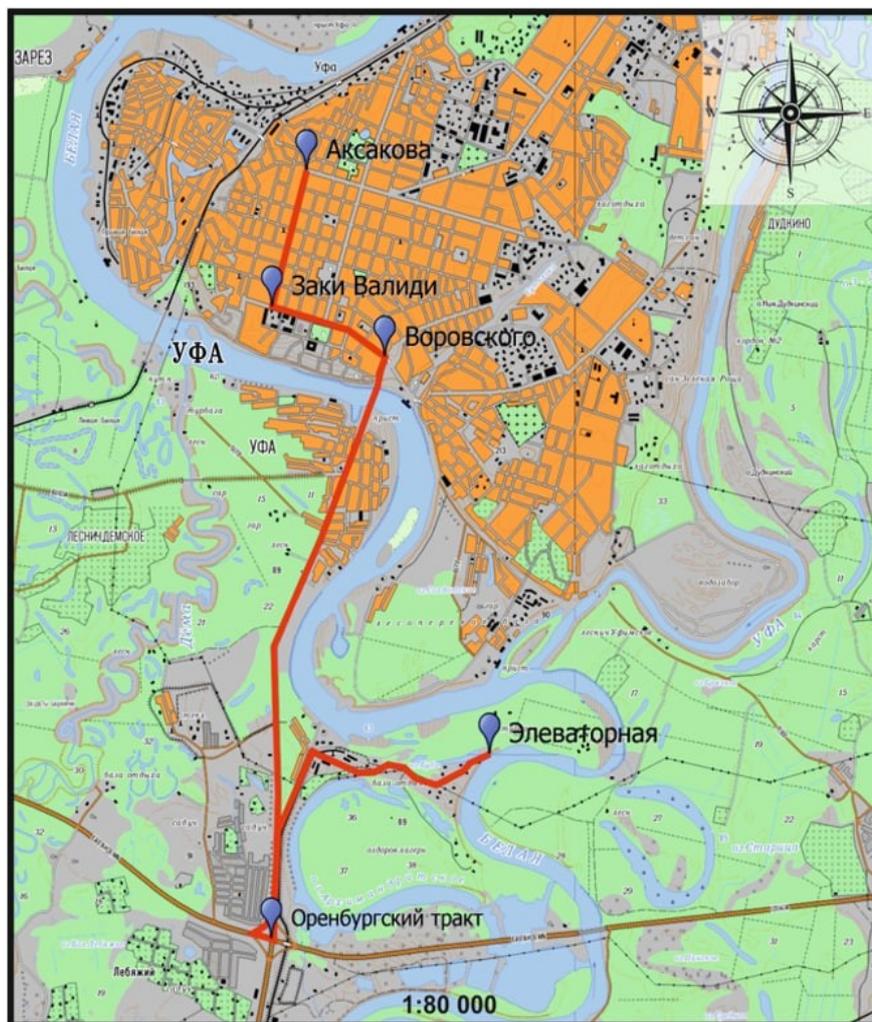


Рисунок 3 - Исследуемый участок движения автотранспорта предприятия г. Уфа
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.144.160.5>

Для каждого участка выбранного маршрута необходимо определить интенсивность движения транспортного потока (табл. 3).

Таблица 3 - Результаты расчетов по маршруту Аксаkova,97 – Элеваторная, 12
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.144.160.6>

Участок маршрута	Время, ч	Расстояние, км	Средняя скорость, км/ч	Интенсивность, ед/ч
Маршрут по ул. Аксаkova	0,05	1,64	33	371
Маршрут по ул. Заки Валиди	0,067	1,75	26,12	519
Маршрут по ул. Воровского	0,016	0,35	10,6	816
Маршрут по проспекту Салавата Юлаева	0,17	7,5	46,9	3870
Оренбургский тракт	0,067	2,62	39	6966
Маршрут до Элеваторной,12	0,16	3,27	20	2063
Маршрут Аксаkova,97 – Элеваторная, 12	0,6	17,2	31,2	2218

Участком с наименьшей интенсивность движения является улица Аксакова, участком дороги с наибольшей интенсивностью транспортного потока является участок Оренбургского тракта. Средняя интенсивность движения автомобилей на всем маршруте составила примерно 2218 ед/ч.

Расчет выбросов от автомобильного транспорта для каждого участка маршрута выполнен с помощью методики определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от передвижных источников для проведения сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха (табл. 4).

Таблица 4 - Результаты расчета выбросов загрязняющего вещества движущимся автотранспортным потоком

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.144.160.7>

Участок	СО	NO	NO ₂	Бензин	Твердые частицы	SO ₂	Формальдегид	Бенз(а)пирен	CH ₄
Ул. Аксакова	0,14	0,0066	0,041	0,04	0,00084	0,001	0,00023	0,03 · 10 ⁻⁶	0,06
Ул. Заки Валиди	0,25	0,012	0,067	0,072	0,0015	0,002	0,00042	0,05 · 10 ⁻⁶	0,011
Ул. Воровского	0,086	0,0041	0,021	0,025	0,00052	0,0006	0,00014	0,02 · 10 ⁻⁶	0,0038
Проспект Салавата Юлаева	5,9	0,23	2,7	1,7	0,036	0,044	0,0099	0,12 · 10 ⁻⁶	0,26
Оренбургский тракт	3,4	0,17	1,00	0,989	0,021	0,025	0,0057	0,68 · 10 ⁻⁶	0,15
До улицы Элеваторная	2,02	0,097	0,59	0,58	0,012	0,15	0,0034	0,4 · 10 ⁻⁶	0,09

Результаты расчетов максимально разовых и валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух внесем в программу УПРЗА «Эколог». Программа УПРЗА «Эколог» позволят произвести расчет рассеивания с помощью имеющихся данных. Расчет производился на примере улицы Аксакова и Оренбургского тракта по всем загрязняющим веществам.

Результат расчета рассеивания по улице Аксакова показал, что превышение ПДК загрязняющих веществ по данному участку отсутствует (рис. 4).

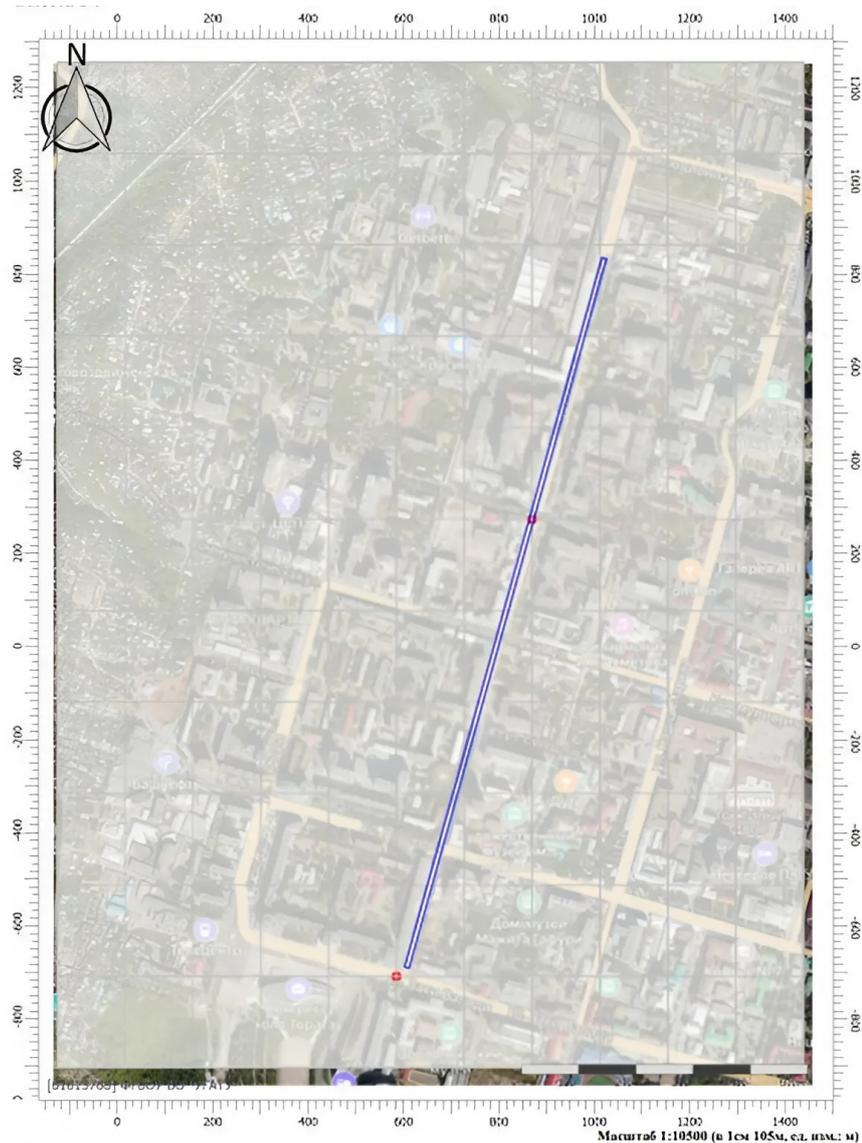


Рисунок 4 - Расчет рассеивания всех веществ для маршрута 1 по ул. Аксакова
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.144.160.8>

Результат расчета рассеивания по участку Оренбургского тракта показал, что превышение ПДК загрязняющих веществ по данному участку отмечается для оксида азота и формальдегида (рис. 5). Выбросы всех остальных загрязняющих веществ в атмосферный воздух на данном участке находятся в пределах допустимых значениях.

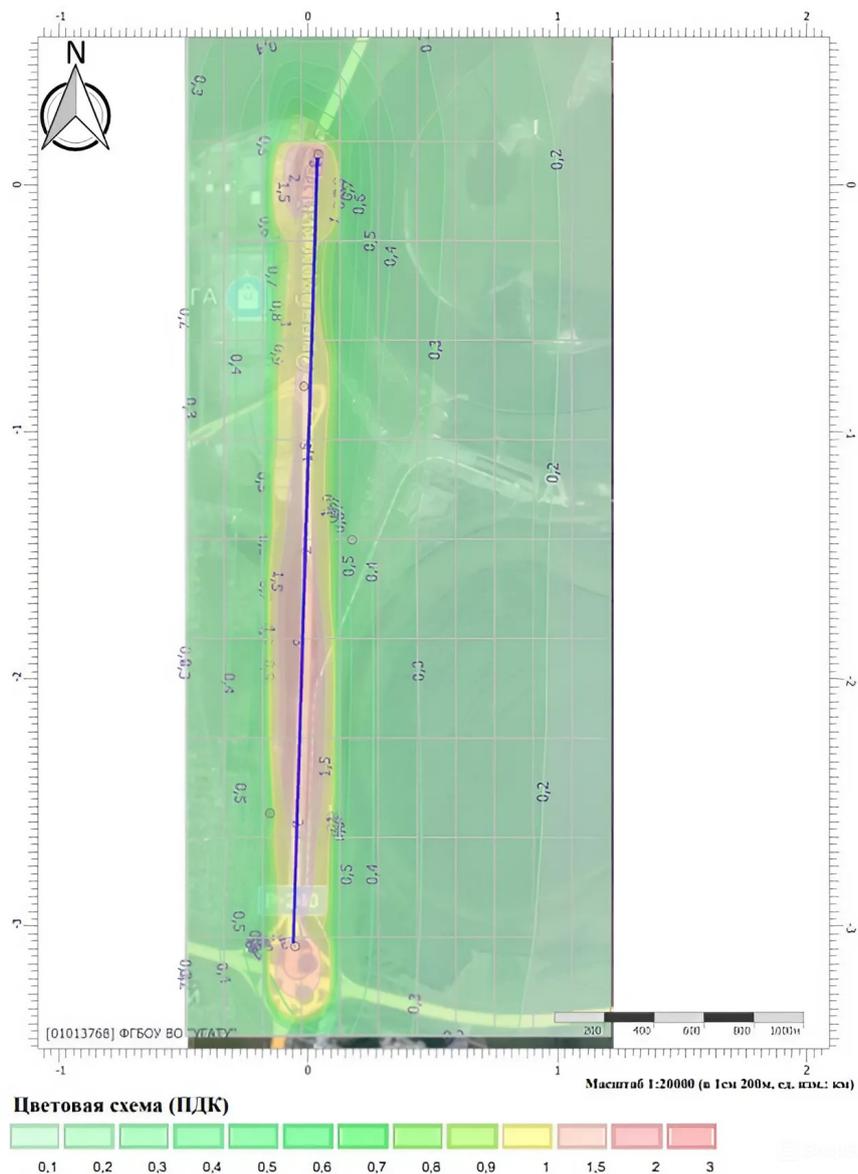


Рисунок 5 - Расчет рассеивания всех веществ для маршрута 2 по Оренбургскому тракту
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.144.160.9>

Заключение

Проведенное исследование дает возможность для применения упрощенного расчета выбросов загрязняющих веществ от автомобильного транспорта для графического представления результатов.

Проведенным исследованием установлено, что на выбранном маршруте г. Уфа выбросы на участке дороги с наибольшей интенсивностью будет присутствовать превышение ПДК загрязняющих веществ для оксида азота, формальдегида и бензина.

Поэтому необходимо применять в городе мероприятия для возможного снижения выбросов от автомобильного транспорта. Для снижения выбросов от автомобильного транспорта может использоваться методика расчета замены экологического класса на всей территории Республики Башкортостан. Результаты расчета использования данной методики показывают, что при замене всех автомобилей на экологический класс ЕВРО-5 выбросы вредных веществ от легковых автомобилей сократятся на 90%. Поэтому замена экологического класса ЕВРО как в отдельности, так и в совокупности с другими мероприятиями по снижению воздействия автомобильного транспорта на экологию может внести существенный вклад в снижение вредных выбросов с отработавшими газами автомобильных двигателей.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Кацко С.Ю., Сибирский государственный университет геосистем и технологий, Новосибирск, Российская Федерация
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.144.160.10>

Conflict of Interest

None declared.

Review

Katsko S.Y., Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.144.160.10>

Список литературы / References

1. Бибалова Л. В. Влияние выбросов автотранспорта на окружающую среду города майкопа Республики Адыгея / Л. В. Бибалова, М. А. Зайцев // Вестник Адыгейского государственного университета. — 2022. — 4. — с. 38-43.
2. Битюкова В. Р. Оценка интенсивности транспортных потоков с использованием геоинформационных систем ИнтерКарто / В. Р. Битюкова, Н. А. Мозгунов // Геоинформационное обеспечение устойчивого развития территорий: Материалы Междунар. конф. М: Географический факультет МГУ; — Вып. 27. — Москва: Москва, 2021. — с. 195-204.
3. ГОСТ Р 56162-2014 Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу. Метод расчета выбросов от автотранспорта при проведении сводных расчетов для городских населенных пунктов — Введ. 2014-10-14. — Москва: Стандартинформ, 2014.— 12 с.
4. Государственный доклад о состоянии природных ресурсов и окружающей среды республики Башкортостан в 2021 году // Министерство природных ресурсов Российской Федерации. — 2022 — URL: <https://ecology.bashkortostan.ru/presscenter/lectures/1593/> (дата обращения: 18.04.2024)
5. Дегодя Е. Ю.. Влияние автомобильного транспорта на окружающую среду / Е. Ю. Дегодя, Е. В. Мальцева // Современные проблемы транспортного комплекса России; — Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2016. — с. 34-37.
6. Еноктаев Ю. В. Влияние автотранспорта на окружающую среду / Ю. В. Еноктаев, Р. Р. Забелин, Д. В. Чурносков, А. С. Мулдашов, В. А. Аллаи, А. Ю. Сагач, А. Б. Чембулатов, А. М. Теркулов // Научный журнал. — 2021. — 2. — с. 36-38.
7. Кольшикина Д. В. Негативное воздействие автомобильного транспорта на экологию / Д. В. Кольшикина, Д. Н. Айыдов, Л. Е. Кущенко // Инновационная наука. — 2019. — 2. — с. 36-38.
8. Максимова О. В.. Сравнение методик расчета выбросов от автотранспорта и их чувствительности к структурированию автопарка / О. В. Максимова, В. А. Гинзбург, В. М. Лытов // Вестник СибАДИ; — Омск: Вестник СибАДИ, 2020. — с. 612-622.
9. Международные методики расчета выбросов парниковых газов // Центр исследований и экологического инжиниринга. — Москва, 2023.
10. Расчетная инструкция по инвентаризации выбросов загрязняющих веществ автотранспортными средствами в атмосферный воздух. — Москва : Автополисплюс, 2008. — С. 84.
11. ЕМЕР/ЕЕА air pollutant emission inventory guidebook 2019. Technical guidance to prepare national emission inventories. — 2019. — P. 21.
12. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories / Calvo Buendia, E., Tanabe, K., Kranje, A., Baasansuren, J., Fukuda, M., Ngarize S., Osako, A., Pyrozhenko, Y., Shermanau, P. and Federici, S. (eds). — Switzerland: IPCC, 2019.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Bibalova L. V. Vlijanie vybrosov avtotransporta na okruzhajuschuju sredu goroda majkopa Respubliki Adygeja [The impact of vehicle emissions on the environment of the city of Maykop of the Republic of Adygea] / L. V. Bibalova, M. A. Zajtsev // Bulletin of the Adygea State University. — 2022. — 4. — p. 38-43. [in Russian]
2. Bitjukova V. R.. Otsenka intensivnosti transportnyh potokov s ispol'zovaniem geoinformatsionnyh sistem InterKarto [Assessment of the intensity of traffic flows using geoinformation systems InterCarto. InterGIS] / V. R. Bitjukova, N. A. Mozgunov // Geoinformation support of sustainable development of territories: Materials of the International Conference M: Faculty of Geography of Moscow State University; — Issue 27. — Moskva: Moskva, 2021. — p. 195-204. [in Russian]
3. GOST R 56162-2014 Vybrosy zagryznajushchih veshchestv v atmosferu. Metod rascheta vybrosov ot avtotransporta pri provedenii svodnyh raschetov dlja gorodskih naselennyh punktov [GOST R 56162-2014 Emissions of pollutants into the atmosphere. The method of calculating emissions from motor vehicles when conducting summary calculations for urban settlements] — Introduced 2014-10-14. — Moskva: Standartinform, 2014.— 12 p. [in Russian]
4. Gosudarstvennyj doklad o sostojanii prirodnyh resursov i okruzhajuschej sredy respubliki Bashkortostan v 2021 godu [State report on the state of natural resources and the environment of the Republic of Bashkortostan in 2021] // Ministry of Natural Resources of the Russian Federation. — 2022 — URL: <https://ecology.bashkortostan.ru/presscenter/lectures/1593/> (accessed: 18.04.2024) [in Russian]
5. Degodja E. Ju.. Vlijanie avtomobil'nogo transporta na okruzhajuschuju sredu [The impact of road transport on the environment] / E. Ju. Degodja, E. V. Mal'tseva // Modern Problems Of The Russian Transport Complex; — Magnitogorsk: Magnitogorskij gosudarstvennyj tehnikeskij universitet im. G.I. Nosova, 2016. — p. 34-37. [in Russian]
6. Enoktaev Ju. V. Vlijanie avtotransporta na okruzhajuschuju sredu [The impact of motor transport on the environment] / Ju. V. Enoktaev, R. R. Zabelin, D. V. Churnosov, A. S. Muldashov, V. A. Allaj, A. Ju. Sagach, A. B. Chembulatov, A. M. Terkulov // Scientific Journal. — 2021. — 2. — p. 36-38. [in Russian]

7. Kolyshkina D. V. Negativnoe vozdejstvie avtomobil'nogo transporta na ekologiju [The negative impact of road transport on the environment] / D. V. Kolyshkina, D. N. Ajydov, L. E. Kuschenko // Innovative science. — 2019. — 2. — p. 36-38. [in Russian]
8. Maksimova O. V.. Sravnenie metodik rascheta vybrosov ot avtotransporta i ih chuvstvitel'nosti k strukturirovaniju avtoparka [Comparison of methods for calculating emissions from motor vehicles and their sensitivity to fleet structuring] / O. V. Maksimova, V. A. Ginzburg, V. M. Lytov // Bulletin of SibADI; — Omsk: Vestnik SibADI, 2020. — p. 612-622. [in Russian]
9. Mezhdunarodnye metodiki rascheta vybrosov parnikovyh gazov [International methods for calculating greenhouse gas emissions] // Center for Research and Environmental Engineering. — Moscow, 2023. [in Russian]
10. Raschetnaya instrukciya po inventarizacii vybrosov zagryaznyayushchih veshchestv avtotransportnymi sredstvami v atmosferyj vozduh [Calculation instructions for the inventory of emissions of pollutants by motor vehicles into the atmospheric air]. — Moscow : Avtopolisplus, 2008. — p. 84. [in Russian]
11. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019. Technical guidance to prepare national emission inventories. — 2019. — P. 21.
12. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories / Calvo Buendia, E., Tanabe, K., Kranje, A., Baasansuren, J., Fukuda, M., Ngarize S., Osako, A., Pyrozhenko, Y., Shermanau, P. and Federici, S. (eds). — Switzerland: IPCC, 2019.