

УДК 661.92

АНАЛИЗ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ В УСЛОВИЯХ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ НА ПРИМЕРЕ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

© 2023 А.В. Васильев

Самарский государственный технический университет, г. Самара, Россия

Статья поступила в редакцию 01.12.2023

Проблема загрязнения воздушного бассейна в условиях урбанизированных территорий становится всё более актуальной. Наиболее значительные превышения санитарно-гигиенических норм при выбросах в окружающую среду создаются автомобильным транспортом и промышленными предприятиями. В настоящей статье на примере урбанизированной территории Самарской области рассмотрены основные источники выбросов в воздушную среду и результаты их экспериментальных исследований. Проведен анализ особенностей негативного воздействия выбросов в атмосферу на здоровье населения и окружающую среду. При анализе загрязнения воздушной среды урбанизированных территорий Самарской области был использован метод зонирования. Установлены зоны урбанизированных территорий Самарской области с превышением нормативных значений выбросов.

Ключевые слова: выбросы, атмосфера, загрязняющие вещества, воздействие, оценка, анализ

DOI: 10.37313/1990-5378-2023-25-6-192-202

EDN: CMAQXM

Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема №FSSE-2023-0003) в рамках государственного задания Самарского государственного технического университета.

1. ВВЕДЕНИЕ

Проблема загрязнения воздушного бассейна в условиях урбанизированных территорий становится всё более актуальной [1-7, 9, 11, 13, 14]. Наиболее значительные превышения санитарно-гигиенических норм при выбросах в окружающую среду создаются автомобильным транспортом, промышленными предприятиями (прежде всего, химических и нефтехимических) и объектами энергетики.

При работе предприятий промышленности и энергетики помимо угарного газа с дымом в воздух попадают разные несгоревшие частицы: сажа, зола и пыль, которые позже оседают на землю в ближайших районах. Кроме продуктов горения, промышленность является источником выброса в атмосферу мелкодисперсной пыли.

Основным источником выбросов, загрязняющих атмосферу в условиях урбанизированных территорий, в большинстве случаев является автомобильный транспорт [1, 3, 9, 12, 13].

В настоящей статье на примере урбанизированных территорий Самарской области рассмотрены основные источники выбросов в воздуш-

ную среду, результаты их экспериментальных исследований и особенности их негативного воздействия.

2. АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ВЫБРОСОВ В АТМОСФЕРУ КАК ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ

Решение проблемы безопасности человека в условиях химического загрязнения урбанизированных территорий вызывает необходимость всесторонней оценки влияния приоритетных токсикантов-загрязнителей на здоровье человека с целью предотвращения возникновения и распространения экологически обусловленных заболеваний.

В окружающей среде присутствуют сотни различных химических соединений, но для любых, даже самых «чистых» регионов или стран, в результате эколого-токсикологического мониторинга определяется перечень наиболее опасных именно для данного региона загрязняющих веществ (приоритетных загрязнителей) [8, 9]. Для них характерны высокая токсичность, способность к накоплению в трофических цепях, устойчивость в окружающей среде. Среди показателей токсичности - определяющие: канцерогенность, мутагенность, репродуктивное здоровье и эндокринный статус человека, нервно-психическое развитие детей и др. [8, 11].

*Васильев Андрей Витальевич, доктор технических наук, профессор, директор Поволжского ресурсного центра инженерной экологии и химической технологии Самарского государственного технического университета.
E-mail: vasilyev.av@samgtu.ru*

Значительная роль в развитии патологии дыхательных путей принадлежит химическим загрязнениям атмосферы. В крупных промышленных городах со значительным выбросом в атмосферу города формальдегида, соединений серы и азота, оксида углерода болезни органов дыхания, такие как ОРЗ, бронхиты, синуситы, ларинготрахеиты находятся на первых позициях [2, 8, 11].

Среди различных видов химических загрязнений атмосферы можно выделить наиболее значительные, так называемые приоритетные токсиканты, вносящие наибольший вклад в развитие экологически обусловленных заболеваний населения. Анализ литературных источников, а также собственные исследования автора [3, 7-11, 13] показывают, что к приоритетным токсикантам, наиболее часто встречающимся в атмосферном воздухе урбанизированных территорий Самарской области и наиболее опасным для здоровья жителей относятся: формальдегид, бенз(а)пирен, аммиак, диоксид азота, фтористый водород, диоксид серы и др. (см. табл. 1).

Иммунная система организма человека высоко чувствительна к воздействию выбросов в атмосферу, которые являются модификаторами иммунных реакций. Эпителий дыхательных путей легко повреждается соединениями серы, формальдегида, дисперсными аэрозолями токсических веществ и выхлопными газами. Это может привести к нарушению деятельности реснитчатого аппарата слизистой оболочки и застою слизи в полости носа и пазух [8, 10, 11]. Вышеуказанные факторы, в комплексе, приводят к снижению защитных свойств слизистой оболочки носа и усилению адгезивных свойств патогенной флоры. Так, в результате сравнительных исследований состава микрофлоры слизистой носа у городских и сельских жителей были выявлены существенные различия в видовом составе микрофлоры [10]. Обеднённый видовой состав и преобладание патогенной микрофлоры у городских жителей свидетельствует о снижении адаптационных возможностей организма и влиянии неблагоприятных экологических факторов – аэрополлютантов урбанизированных территорий.

Практически все выявленные приоритетные загрязнители атмосферного воздуха влияют на организм человека, оказывая в первую очередь раздражающее действие на верхние дыхательные пути, изменяют нормальный ход иммунных реакций, вызывают огромное количество обострений респираторных аллергозов, заболеваний дыхательных путей и развитие других экологически обусловленных патологий у жителей Самарской области.

В целом анализ токсичности выбросов химических и нефтехимических предприятий и

комплексная оценка рисков здоровью человека от приоритетных загрязняющих веществ показывают, что органические вещества, находящиеся в составе газовоздушных выбросов, опасны и при невысокой степени очистки газовоздушных выбросов у людей, работающих на предприятиях и живущих в городе высока степень развития онкологических заболеваний, заболеваний ЦНС, дыхательной системы, сердечно-сосудистой и других хронических заболеваний.

Приоритетные факторы загрязнения воздуха веществами, содержащимися в газовоздушных выбросах химических и нефтехимических предприятий, на органы и системы человека, показаны в таблице 2.

3. АНАЛИЗ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ В УСЛОВИЯХ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

Основными источниками загрязнения воздушного бассейна урбанизированных территорий Самарской области являются выбросы предприятий автомобилестроения (АО «АВТОВАЗ»), нефтепереработки (АО «Куйбышевский нефтеперерабатывающий завод», АО «Сызранский нефтеперерабатывающий завод», АО «Самаранефтегаз» и др.), химии и нефтехимии (ООО «Тольяттикаучук», ПАО «Тольяттиазот», ПАО «КуйбышевАзот» и др.), крупные ТЭЦ, а также автомобильный, железнодорожный и речной транспорт [2, 6, 9, 13].

Источники выбросов расположены неравномерно по территории Самарской области, однако в основном промышленные зоны расположены в городских округах Самарской области.

Ведущими промышленными предприятиями Самарской области систематически проводится производственный экологический контроль за соблюдением нормативов в области охраны атмосферного воздуха, в том числе в периоды неблагоприятных метеоусловий (многие из предприятий оснащены собственными промышленно-санитарными лабораториями). Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу ряда предприятий снижены также за счет проведения мероприятий по охране атмосферного воздуха, внедрения системы экологического менеджмента и её сертификации в соответствии с требованиями международного стандарта ИСО 14000, подтверждаемой ежегодно предприятиями АО «АВТОВАЗ», ПАО «КуйбышевАзот».

Систематические наблюдения за уровнем загрязнения атмосферного воздуха и оценка качества атмосферы на территории городского округа Самарской области осуществляются комплексными лабораториями мониторинга федерального государственного бюджетного учреждения «Приволжское управление по ги-

Таблица 1. Приоритетные загрязнители атмосферного воздуха города Тольятти и их влияние на организм человека

Название загрязнителя	Основные свойства	Класс опасности	Влияние на организм человека
Бенз(а)пирен	Представитель семейства полициклических ароматических углеводородов. Молекулярная формула – $C_{20}H_{12}$. Температура плавления 179°C, температура кипения - 495°C. Хорошо растворим в маслах, жирах, сыворотке человеческой крови. Под воздействием ультрафиолетового излучения вступает в реакцию с оксидами азота, образуя токсичный смог.	1	Канцерогенное вещество. Имеет хорошую проникающую способность в клетки живых организмов. Поступает в организм человека через кожу, дыхательные пути и с пищей. БП обладает способностью накапливаться в живых организмах, провоцируя в дальнейшем онкологические заболевания. В организме бенз(а)пирен частично окисляется, давая производные фенольного и хинонного типа, также обладающими мутагенной активностью, а частично выводится из организма в неизменном виде.
Фтороводород (фтористый водород, гидрофторид, фторид водорода)	Фтороводород - бесцветный газ с резким запахом, при комнатной температуре существует преимущественно в виде димера $H_2 F_2$, ниже 19,9°C - бесцветная подвижная жидкость. Смешивается с водой в любом отношении с образованием фтороводородной (плавиковой) кислоты.	1	Обладает выраженным ингаляционным, раздражающим, резорбтивным, эмбриотропным, мутагенным и кумулятивным действием.
Формальдегид или муравьиный альдегид	НСНО. Бесцветный газ с резким раздражающим запахом. Формальдегид хорошо растворяется в воде, спиртах и полярных растворителях. Наиболее высокие концентрации вещества наблюдаются в городских застройках в часы пик или в условиях фотохимического смога	2	Формальдегид – раздражающий газ, обладающий общей ядовитостью. Он оказывает общетоксическое действие. Вызывает поражение ЦНС, легких, печени, почек, органов зрения. Возможно кожно-резорбтивное действие. Формальдегид обладает аллергенным, мутагенным, сенсibiliзирующим, канцерогенным действием. Основным путем поступления формальдегида в организм является ингаляционный. Опасен при попадании на кожу, слизистые, при вдыхании.
Оксиды азота Оксид азота	Оксид азота (NO) – бесцветный газ в высоких концентрациях содержится в атмосферном воздухе только вблизи источников выбросов. Попадая в атмосферу	3	Монооксид азота (NO) – кровяной яд, препятствует переносу кислорода гемоглобином, не раздражает дыхательные пути человека и поэтому человек может его не почувствовать. При

Таблица 1. Приоритетные загрязнители атмосферного воздуха города Тольятти и их влияние на организм человека (окончание)

Диоксид азота	<p>оксид азота постепенно превращается в диоксид путем взаимодействия с озоном и гидроперекисными радикалами.</p> <p>Оксиды азота накапливаются в нижних слоях атмосферы, вызывая кислотные дожди.</p> <p>Также способствуют образованию фотохимического тумана-смога.</p> <p>По мере удаления от источника выбросов все большее количество NO переходит в NO₂.</p> <p>NO₂ - желто-коричневый газ, особенно сильно раздражает слизистые оболочки.</p>	2	<p>вдыхании NO образует с гемоглобином нестойкое нитросоединение, которое быстро переходит в метгемоглобин, при этом железо +2 переходит в железо +3. Концентрация метгемоглобина в крови выше 60-70% считается летальной. Оксид азота действует на нервную систему человека, вызывает параличи и судороги, связывает гемоглобин крови и вызывает кислородное голодание.</p> <p>NO₂ - газ, особенно сильно раздражает слизистые оболочки. При контакте с влагой в организме образуются азотистая и азотная кислоты, которые разъедают стенки альвеол легких. Высокие концентрации оксидов азота в атмосферном воздухе приводят к учащению случаев катара верхних дыхательных путей, бронхита и воспаления легких у населения.</p>
Аммиак	<p>NH₃ – бесцветный газ с резким запахом, горит в кислороде, легко растворим в воде, частично с ней реагирует с образованием аммиачной воды (нашатырного спирта)</p>		<p>Аммиак обладает раздражающим, нейротоксическим действием. При попадании на кожу, слизистые вызывает химический ожог. При ингаляционном воздействии наблюдается слезоточивость, ощущение сухости в носу, раздражение слизистых оболочек носа, глотки, трахеи, спазм век. При сильном отравлении может наступить острая сердечно-сосудистая недостаточность и остановка дыхания.</p>
Оксид серы (IV) – сернистый газ SO ₂	<p>SO₂ - сернистый газ, бесцветный. В атмосфере сернистый газ претерпевает ряд химических превращений – окисление и образование кислот. Может быть причиной образования кислотных дождей.</p>	2	<p>Оказывает многостороннее общетоксическое действие. Нарушает углеводный и белковый обмен, ингибирует ферменты. Обладает раздражающим действием. Нарушает функцию печени, желудочно-кишечного тракта, сердечно-сосудистой системы, почек. Одна из форм поражения – бронхиты: кашель, боли в груди, одышка, слабость, утомляемость, потливость. Поражение печени – токсический гепатит – тяжесть и боль в правой подреберной области, тошнота, горечь во рту.</p>

Таблица 2. Приоритетные факторы загрязнения воздуха от химических и нефтехимических предприятий

Код	Наименование вещества	Основание включения в перечень			
		Объём >95%	Приоритетные вещества	Канцерогенные вещества	Критические органы, системы
403	Гексан	+			ЦНС, органы дыхания
408	Циклогексан	+			ЦНС, органы дыхания
410	Метан	+			
503	1,3бутадиен	+	+	+	Репродуктивная система
602	Бензол		+	+	Развитие, кровь, ЦНС
602	Винилбензол (стирол)	+	+		ЦНС
621	Толуол	+			ЦНС, развитие, органы дыхания
703	Бенз-а-пирен			+	
902	Трихлорэтилен		+	+	Развитие
1071	Фенол		+		Сердечно-сосудистая система, почки. ЦНС, печень
2001	Акрилонитрил		+	+	Органы дыхания
1325	Формальдегид		+	+	Органы дыхания, иммунитет

дрометеорологии и мониторингу окружающей среды» (ФГБУ «Приволжское УГМС»). Например, в г.о. Тольятти наблюдения осуществляются комплексной лабораторией мониторинга Тольяттинской специализированной гидрометеорологической обсерватории ФГБУ «Приволжское УГМС». Наблюдения проводятся на восьми стационарных постах (ПНЗ), расположенных по адресам:

ПНЗ-2 – Центральный р-н, б-р 50 лет Октября, юго-вост. д.65,

ПНЗ-3 – Центральный р-н, ул. Мира, восточнее д.100,

ПНЗ-4 – Комсомольский р-н, ул. Ярославская, западнее д.10,

ПНЗ-7 – Автозаводский р-н, ул. Ботаническая, д.12,

ПНЗ-8 – Автозаводский р-н, пр. Степана Разина, восточнее д. 26,

ПНЗ-9 – Центральный р-н, ул. К.Маркса, ООТ «Буревестник»,

ПНЗ-10 – с.Тимофеевка, Южный проезд, 1Г,

ПНЗ-11 - Комсомольский р-н, ул. Шлюзовая, д. 8.

На стационарных постах ПНЗ проводятся наблюдения за содержанием в воздухе основных загрязняющих веществ: взвешенные частицы (пыль), диоксид серы, диоксид азота, оксид азота, оксид углерода, а также специфических загрязняющих веществ, определенных для нашего города: аммиак, формальдегид, фтористый водород, суммарные углеводороды, бен-

зол, толуол, этилбензол и ксилол. Также на двух стационарных ПНЗ-7 и ПНЗ-2 производится отбор пыли для последующего анализа на содержание бенз(а)пирена и металлов: никель, железо, марганец, хром, свинец, кадмий, цинк, медь, алюминий.

Оценка суммарного загрязнения воздуха выполняется по значениям комплексного индекса загрязнения атмосферы (ИЗА) по данным наблюдений на всех ПНЗ города.

Проводится ежегодная работа по предоставлению специализированной информации в области гидрометеорологии и по мониторингу загрязнения окружающей среды, составлению прогнозов загрязнения атмосферного воздуха, оперативному обеспечению предупреждениями в периоды неблагоприятных метеоусловий по городским округам Самарской области с целью доведения этой информации до населения, а также определения экологической обстановки в городах. Специализированная информация поступает в департамент городского хозяйства мэрии в виде ежедневных экспресс-бюллетеней электронной почтой, ежемесячных информационных обзоров.

Полученная информация о качестве атмосферного воздуха через СМИ доводится до населения городских округов Самарской области и в случаях превышения установленных норм - до предприятий города и соответствующих исполнительных органов власти для принятия мер реагирования.

Проведены натурные обследования структуры и интенсивности автотранспортных потоков на примере г.о. Тольятти с подразделением по основным категориям автотранспортных средств, по результатам которых были определены узловые точки транспортной сети г.о. Тольятти с максимальной интенсивностью движения (табл. 3).

Для определения объема выбросов автотранспорта на городских автомагистралях и последующего их использования в качестве исходных данных при проведении расчетов загрязнения атмосферы проведено изучение особенностей распределения автотранспортных потоков (их состава и интенсивности) по г. о. Тольятти и их изменений во времени (в течение суток, недели и года).

Территориальные различия состава и интенсивности транспортных потоков зависят от площади и поперечных размеров города, количества населения, схемы планировки улично-дорожной сети, особенностей расположения промышленных предприятий, автохозяйств, бензозаправочных станций и станций техобслуживания.

Временные различия в значительной степени связаны с режимом работы промышленных предприятий и учреждений города и с климатическими особенностями района, в котором расположен город.

На основе изучения схемы улично-дорожной сети города, а также информации о транс-

портной нагрузке составлен перечень основных автомагистралей (и их участков) с повышенной интенсивностью движения и перекрестков с высокой транспортной нагрузкой. Выбранные автомагистрали (или их участки) и перекрестки были нанесены на карту-схему города (с учетом масштаба карты).

Для определения характеристик автотранспортных потоков на выбранных участках улично-дорожной сети проводился учет проходящих автотранспортных средств в обоих направлениях с подразделением по следующим группам:

- Л - легковые, из них отдельно автомобили производства стран СНГ и отдельно зарубежные;
- ГК<3 - грузовые карбюраторные грузоподъемностью менее 3 тонн и микроавтобусы ГАЗ-51-53, УАЗы, «Газель», РАФ и др.);
- ГК>3 - грузовые карбюраторные грузоподъемностью более 3 тонн (ЗиЛы, Урал и др.);
- АК - автобусы карбюраторные (ПАЗ, ЛАЗ, ЛИАЗ);
- ГД - грузовые дизельные (КРАЗ, КАМАЗ);
- АД - автобусы дизельные (городские и интуристовские «Икарусы»);
- ГГБ - грузовые газобаллонные, работающие на сжатом природной газе.

Подсчет проходящих по данному участку автомагистрали транспортных средств проводился в течение 20 минут каждого часа. При высокой интенсивности движения (более 2-3 тыс. автомашин в час) подсчет проходящих ав-

Таблица 3. Узловые точки транспортной сети г.о. Тольятти с максимальной интенсивностью движения

№ участка	Наименование участка, на котором расположена точка измерения	Координаты точки измерения
Автозаводский район		
12	Пр-т Степана Разина (ул. Дзержинского - Приморский б-р)	53°31'17"N (53.52135) 49°17'43"E (49.295294)
22	Ул. Свердлова (пр-т Ст. Разина - ул. Ворошилова)	53°31'35"N (53.526521) 49°18'40"E (49.311185)
25	Ул. Автостроителей (ул. Дзержинского - ул. Свердлова)	53°32'0"N (53.533415) 49°19'43"E (49.328684)
Центральный район		
45	Ул. Карла Маркса (Молодежный б-р - ул. Лесная)	53°30'58"N (53.516066) 49°24'30"E (49.40823)
39	Ул. Ленина (б-р 50 лет Октября – ул. Горького)	53°31'22"N (53.522806) 49°24'51"E (49.414267)
59	Ул. Баныкина (ул. Ушакова - ул. Комсомольская)	53°30'1"N (53.50029) 49°24'53"E (49.414653)
Комсомольский район		
67	Ул. Громовой (ул. Матросова - ул. Ярославская)	53°29'10"N (53.48603) 49°28'29"E (49.474804)
71	Ул. Ярославская (ул. Громовой - ул. Коммунистическая)	53°28'38"N (53.477194) 49°29'10"E (49.48615)
64	Ул. Матросова (ул. Громовой – ул. Коммунистическая)	53°28'36"N (53.476572) 49°28'26"E (49.473987)

тотранспортных средств проводился синхронно отдельно по каждому направлению движения.

Для выявления максимальной транспортной нагрузки наблюдения выполнялись в часы «пик». Для большинства городских автомагистралей отмечается два максимума: утренний и вечерний (соответственно с 7.00 - 8.00 час. до 10.00 - 11.00 час. и с 16.00 - 17.00 час. до 19.00 - 20.00 час.), для многих транзитных автомагистралей наибольшая транспортная нагрузка характерна для дневного времени суток до 20.00 час.

С целью получения исходных данных о выбросах для проведения сводных расчетов загрязнения атмосферы города наблюдения были организованы в часы «пик» летнего сезона года.

Натурные обследования состава и интенсивности движущегося автотранспортного потока проводились не менее 4-6 раз в часы «пик» на каждой автомагистрали.

Для оценки транспортной нагрузки в районе регулируемых перекрестков были проведены следующие обследования: последовательно (а при возможности одновременно) на каждом направлении движения в период действия запрещающего сигнала светофора (включая и желтый цвет) выполнялся подсчет автотранспортных средств (по группам), образующих «очередь». Одновременно фиксировалась длина «очереди» в метрах. Подсчеты проводились не менее 4-6 раз.

В ходе проведения натурных обследований был определен ряд параметров, необходимых как для расчета объема выбросов, так и проведения расчетов загрязнения атмосферы.

На каждой автомагистрали (или ее участке) фиксировались следующие параметры: - ширина проезжей части (м); - количество полос движения в каждом направлении; - протяженность выбранного участка автомагистрали (км) с указанием названий улиц, ограничивающих данную автомагистраль (или ее участок); - средняя скорость автотранспортного потока с подразделением на три основные категории: легковые, грузовые и автобусы (в км/час) (определяется по показаниям спидометра автомобиля, движущегося в автотранспортном потоке). Определение средней скорости движения основных групп автотранспортного потока выполнялось по всей протяженности обследуемой автомагистрали или ее участка, включая зоны нерегулируемых перекрестков и регулируемых перекрестков.

На перекрестках фиксировались следующие параметры: - ширина проезжей части (м); - количество полос движения в каждом направлении; - протяженность зоны перекрестка в каждом направлении (м).

Согласно результатам натурных обследований структуры и интенсивности автотранспортных потоков на основных автомагистралях г.о.

Тольятти максимальная интенсивность движения наблюдалась на следующих участках:

- Автозаводский район (участки 12, 22, 25);
- Центральный район (участки 39, 45, 59);
- Комсомольский район (участки 64, 67, 71).

По результатам натурных обследований натурных обследований интенсивности движения транзитного автотранспорта по автодорогам, проходящим в границах г.о. Тольятти, можно заключить, что основное количество транзитного автотранспорта, проходящего в границах г.о. Тольятти, сосредоточено на участке трассы М-5, а по результатам расчета валовых выбросов (табл. 4) выявлено, что на этом же участке больше всего выбрасывается вредных веществ, характерных для автотранспорта. Таким образом, необходимо принять меры по снижению выбросов автотранспорта на данном участке.

Были проведены лабораторные инструментальные исследования качества атмосферного воздуха на основе среднесуточных концентраций загрязняющих веществ, характерных для автотранспорта (оксид углерода, диоксид азота, оксид азота, углеводороды, диоксид серы) в узловых точках транспортной сети г.о. Тольятти с максимальной интенсивностью движения. Для определения концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе г.о. Тольятти от выхлопов автотранспортных средств пробы отбирались на обочине автодорог с максимальной интенсивностью движения, в зонах пересечения двух и более улиц с интенсивным движением транспорта.

Получены результаты инструментальных исследований качества атмосферного воздуха на основе среднесуточных концентраций загрязняющих веществ, характерных для автотранспорта (оксид углерода, диоксид азота, оксид азота, углеводороды, диоксид серы) в узловых точках транспортной сети г.о. Тольятти с максимальной интенсивностью движения.

Среднесуточная концентрация предельных углеводородов С1-С10 не нормируется. Максимально разовая концентрация примеси (16,9 мг/м³) зафиксирована 07 августа 2015 года в 1300 в т.1 (участок 12 Пр-т Степана Разина на участке между ул. Дзержинского и Приморским бульваром), при ПДКм.р. равной 60 мг\м³ (по гексану).

Среднесуточное содержание диоксида азота, оксида азота, углеводородов, диоксида серы сохранялось в пределах нормы (на уровне 0,1ПДКс.с. - 0,5ПДКс.с.). Во всех точках измерений превышение допустимого санитарного критерия ПДКс.с. зафиксировано по оксиду углерода. Среднесуточные концентрации (в долях ПДК) по оксиду углерода составили 1,5ПДКс.с. - 2,9ПДКс.с.

Таким образом, атмосферный воздух вблизи автомагистралей городского округа Тольятти с

Таблица 4. Данные о выбросах на участке трассы М-5

Данные о выбросах на участке трассы М-5 в границах г.о. Тольятти		
Название вещества	Выброс, т/с	Выброс, т/год
Оксид углерода	114,5014933	3610,919094
Диоксид азота	12,40448	391,1876813
Углеводороды	15,99884	504,5394182
Сажа	0,158253333	4,99067712
Диоксид серы	0,850798667	26,83078675
Формальдегид	0,1205512	3,801702643
Бенз(а)пирен	0,0000119699	0,000377483

максимальной интенсивностью движения наиболее загрязнен оксидом углерода, содержащимся в выбросах автотранспорта.

Также проведены анализы компонентов атмосферного воздуха в районе санитарно-защитной зоны предприятий Северного промышленного узла г.о. Тольятти: отобраны пробы и выполнены анализы воздуха на содержание в воздухе оксида углерода (угарного газа) CO, серы диоксида (сернистого ангидрида) SO₂ и метана CH₄. Всего отобрано и проанализировано более 150 проб атмосферного воздуха.

Выполненные анализы проб воздуха и контрольные измерения на границах санитарно-защитной зоны предприятий Северного промышленного узла г.о. Тольятти показывают, что для всех точек измерений параметры атмосферного воздуха соответствуют санитарно-гигиеническим требованиям. также подтверждают соответствие параметров атмосферного воздуха санитарно-гигиеническим требованиям.

Оценим предполагаемый объем выброса диоксида серы для реконструируемых производственных площадок некоторых предприятий Северного промышленного узла г.о. Тольятти.

Выброс диоксида серы определяется следующим образом:

$$M_{SO_2} = 0,02 \cdot B \cdot S_r \cdot (1 - A_{SO_2}') \cdot (1 - A_{SO_2}''), m/год \quad (1)$$

где B – расход натурального топлива за рассматриваемый период, т/год (принимается B = 1000);

S_r – содержание серы в топливе на рабочую массу, 1,62% (для валового содержания);

A_{SO_2}' – доля оксидов серы, связываемых летучей золой в источнике выбросов, 0,1;

A_{SO_2}'' – доля оксидов серы, улавливаемых попутно с улавливанием твердых частиц, 0.

Получаем:

$$M_{SO_2} = 0,02 \cdot 1000 \cdot 1,62 \cdot (1 - 0,1) \cdot (1 - 0) = 29,16 \text{ м/год}, \quad (2)$$

Данная величина выбросов не является существенной и не окажет влияние на ПДК двуокиси серы за границами санитарно-защитной зоны предприятий.

При анализе загрязнения урбанизированных территорий Самарской области был использован метод зонирования, в основе которого реализована геометрическая схема

деления территории города на равные площади – «метод квадратов», который позволил: а) получить дифференцированные величины химической нагрузки на отдельных территориях; б) ранжировать территорию города, вне зависимости от административных границ и выявить те зоны, где следует проводить углубленные медико-биологические исследования. На основании ранговой оценки каждого химического элемента, входящего в квадрат была определена количественная оценка степени суммарной химической нагрузки. Квадраты были сгруппированы по зонам сравнения, что позволило выделить наиболее неблагоприятные зоны по уровню загрязнения атмосферы. Результаты расчетов представлены в виде таблицы, ячейки которой соответствуют секторам на карте, карта разбита на N секторов, M по вертикали, K по горизонтали.

При анализе суммарных индексов опасности для веществ, действующих на одни и те же системы, наиболее высокие значения НИ установлены для группы веществ, влияющих на респираторную систему (НИ = 9,1). Среди приоритетных веществ, определяющих максимальные значения индексов опасности, были выявлены: диоксид азота, оксид углерода, формальдегид, аммиак. Эти вещества вызывают специфические заболевания.

По результатам анализа выбросов в атмосферу в г.о. Тольятти была проведена интегральная оценка качества окружающей среды г.о. Тольятти и выявлены зоны разной степени загрязнения атмосферного воздуха (рис. 1). Интегральная оценка качества воздушной среды г.о. Тольятти показала, что наиболее неблагоприятными участками в городе с повышенной токсичностью выбросов в атмосферу являются северная часть Автозаводского района, расположенная рядом с промышленно-транспортным узлом, а также зона Центрального района, граничащая с химическими предприятиями (ООО «Тольяттикаучук», ПАО «КуйбышевАзот»). Повышенная токсическая нагрузка в этих районах, вероятно, связана с повышенной концентрацией и наличием токсичных компонентов выбросов вблизи источников выбросов.



Рисунок 1 – Интегральная оценка степени загрязнения воздушной среды г.о. Тольятти

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Среди различных видов химических загрязнений атмосферы выделены наиболее значительные, так называемые приоритетные токсиканты, вносящие наибольший вклад в развитие экологически обусловленных заболеваний населения. К приоритетным токсикантам, наиболее часто встречающимся в атмосферном воздухе урбанизированных территорий Самарской области и наиболее опасным для здоровья жителей относятся: формальдегид, бенз(а)пирен, аммиак, диоксид азота, фтористый водород, диоксид серы и др.

Проведенные исследования показали, что выбросы в воздушную среду в условиях урбанизированных территорий Самарской области зачастую превышают гигиенические требования и могут приводить к негативным последствиям для здоровья населения.

В связи с этим необходимо осуществлять постоянный мониторинг и химический анализ различных компонентов газовой воздушной среды, разрабатывать и внедрять мероприятия по снижению их негативного воздействия на человека и биосферу.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Асфандиярова, Л.Р. Экологический анализ содержания загрязняющих веществ в воздушном бассейне промышленного города (на примере оксидов азота в г. Стерлитамак Республики Башкортостан) / Л.Р. Асфандиярова, А.А. Панченко, Г.В. Юнусова, Е.А. Ямлиханова // Вестник Тюменского государственного университета. Экология. – 2013. – № 12. – С.182-188
2. Бикбулатов, И.Х. Определение перечня загрязняющих веществ для постоянного контроля их содержания в атмосферном воздухе г. Стерлитамак / И.Х. Бикбулатов, Л.Р. Асфандиярова, А.А. Панченко, Г.В. Юнусова, Е.А. Ямлиханова // Башкир-

ский химический журнал. – 2013. – Т. 20. № 4. – С. 79-82.

3. Васильев, А.В. Обеспечение экологической безопасности в условиях городского округа Тольятти: учебное пособие / А.В. Васильев. – Самара: Изд-во Самарского научного центра РАН, 2012. – 201 с.
4. Васильев, А.В. Анализ и оценка загрязнения биосферы при воздействии нефтесодержащих отходов: Монография. – Самара: Изд-во Самарского научного центра РАН, 2022. – 106 с.
5. Васильев, А.В. Повышение безопасности жизнедеятельности информационно-программными методами / А.В. Васильев // Автотракторное электрооборудование. – 2004. – № 11. – С. 34-37.
6. Васильев, А.В. Перспективы и проблемы создания химических парков: пути снижения негативного экологического воздействия (на примере ЗАО «Тольяттисинтез») / А.В. Васильев, Е.А. Нустрова // Экология и промышленность России. – 2013. – № 7. – С.42-45.
7. Гумерова Г.И. Новый подход к качественному и количественному определению диоксинов / Г.И. Гумерова, Э.В. Гоголь, А.В. Васильев // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2014. – Т. 16. – № 1(6). – С. 1717-1720.
8. Дунаев, В.Н. Структура риска здоровью при воздействии комплекса химических факторов окружающей среды / В.Н. Дунаев, В.М. Боев, Е.Г. Фролова, Р.М. Шагеев, С.В. Колосков // Гигиена и санитария. – 2008. – № 6. – С. 67-71.
9. Заболотских, В.В. Приоритетные загрязнители атмосферного воздуха города Тольятти и их влияние на здоровье населения /ELPIT 2011. Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов: сборник трудов III Международного экологического конгресса (V Международной научно-технической конференции), научный симпозиум «Биотические компоненты экосистем», 21 – 25 сентября 2011 года, Тольятти – Самара, Россия / В.В. Заболотских, И.С. Потапова. – Тольятти: ТГУ, 2011. – Т. 2. – С. 87 – 93.
10. Потапова, И.С. Экологические аспекты распространённости и особенности течения хронического синусита у жителей города Тольятти: Автореф. дис... канд. биол. наук / И.С. Потапова. – Тольятти, 2010. – 20 с.

11. Унгурияну, Т.Н. Загрязнение атмосферного воздуха и болезни органов дыхания у населения Новодвинска / Т.Н. Унгурияну // Гигиена и санитария. – 2008. – № 5. – С. 28-30.
12. Vasilyev A.V., Khamidullova L.R., Nyukhtina L.V. Environmental Control Of Toxicity Of Urban Territories Using Biological Monitoring Methods. Proc. of the international scientific conference (X International forum) Less More Architecture. Design. Landscape «Le vie dei Mercanti», 30 May – 4 June 2012, Aversa-Capri, Italy, pp. 1245-1252.
13. Vasilyev A.V. Estimation of atmosphere air pollutants as factors of ecological risks of urban territories. World Heritage and Disaster. Knowledge, Culture and Representation “Le vie dei Mercanti” Proceedings of the International Scientific Conference (XV International Forum). Cep. «Fabbrica della Conoscenza series» Carmine Gambardella, President and Founder of the Forum. 2017. pp. 1524-1528.
14. Vasilyev A. Method and approaches to the estimation of ecological risks of urban territories. Safety of Technogenic Environment. 2014. № 6. С. 43-46.

ANALYSIS OF EMISSIONS TO AIR ENVIRONMENT IN CONDITIONS OF URBAN TERRITORIES ON THE EXHAMPLE OF SAMARA REGION

© 2023 A.V.Vasilyev

Samara State Technical University, Samara, Russia

Problem of pollution of air environment in conditions of urban territories is becoming more and more important. The most significant exceeding of sanitary-hygienic norms values during emissions to environment are created by automobile transport and industrial enterprises. In this paper on the example of urban territories of Samara region the main sources of emissions to air environment and results of its experimental investigations are considered. Analysis of peculiarities of negative impact of air emissions to the population and to environment have been carries out. During analysis of air environment of urban territories of Samara region method of zoning have been used. Zones of urban territories of Samara region with exceeding of normative values of emissions have been determined.

Key words: gas emissions, atmosphere, pollutants, impact, estimation, analysis

DOI: 10.37313/1990-5378-2023-25-6-192-202

EDN: CMAQXM

REFERENCES

1. Asfandiyarova, L.R. Ekologicheskij analiz sodержaniya zagryaznyayushchih veshchestv v vozdushnom bassejne promyshlennogo goroda (na primere oksidov azota v g. Sterlitamak Respubliki Bashkortostan) / L.R. Asfandiyarova, A.A. Panchenko, G.V. Yunusova, E.A. Yamlihanova // Vestnik Tyumenskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekologiya. – 2013. – № 12. – S.182-188
2. Bikbulatov, I.H. Opredelenie perechnyya zagryaznyayushchih veshchestv dlya postoyannogo kontrolya ih sodержaniya v atmosfernom vozduhe g. Sterlitamak / I.H. Bikbulatov, L.R. Asfandiyarova, A.A. Panchenko, G.V. Yunusova, E.A. Yamlihanova // Bashkirskij himicheskij zhurnal. – 2013. – T. 20. № 4. – S. 79-82.
3. Vasil'ev, A.V. Obespechenie ekologicheskoy bezopasnosti v usloviyah gorodskogo okruga Tol'yatti: uchebnoe posobie / A.V. Vasil'ev. – Samara: Izd-vo Samarskogo nauchnogo centra RAN, 2012. – 201 s.
4. Vasil'ev, A.V. Analiz i ocenka zagryazneniya biosfery pri vozdejstvii neftesoderzhashchih othodov: Monografiya. – Samara: Izd-vo Samarskogo nauchnogo centra RAN, 2022. – 106 s.
5. Vasil'ev, A.V. Povyshenie bezopasnosti zhiznedeyatel'nosti informacionno-programmnyimi metodami / A.V. Vasil'ev // Avtotraktoroe elektrooborudovanie. – 2004. – № 11. – S. 34-37.
6. Vasil'ev, A.V. Perspektivy i problemy sozdaniya himicheskikh parkov: puti snizheniya negativnogo ekologicheskogo vozdejstviya (na primere ZAO "Tol'yattisintez") / A.V. Vasil'ev, E.A. Nustrova // Ekologiya i promyshlennost' Rossii. – 2013. – № 7. – S. 42-45.
7. Gumerova G.I., Gogol' E.V., Vasil'ev A.V. Novyj podhod k kachestvennomu i kolichestvennomu opredeleniyu dioksinov / G.I. Gumerova, E.V. Gogol', A.V. Vasil'ev // Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk. – 2014. – T. 16. – № 1(6). – S. 1717-1720.
8. Dunaev, V.N. Struktura riska zdorov'yu pri vozdejstvii kompleksa himicheskikh faktorov okruzhayushchej sredy / V.N. Dunaev, V.M. Boev, E.G. Frolova, R.M. SHageev, S.V. Koloskov // Gigena i sanitariya. – 2008. – № 6. – S. 67-71.
9. Zabolotskih, V.V. Prioritetnye zagryazniteli atmosfernogo vozduha goroda Tol'yatti i ih vliyanie na zdorov'e naseleniya /ELPIT 2011. Ekologiya i bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti promyshlennotransportnykh kompleksov: sbornik trudov III Mezhdunarodnogo ekologicheskogo kongressa (V Mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoy konferencii), nauchnyj simpozium «Bioticheskie komponenty ekosistem», 21 – 25 sentyabrya 2011 goda, Tol'yatti – Samara, Rossiya / V.V. Zabolotskih, I.S. Potapova. – Tol'yatti: TGU, 2011. – T. 2. – S. 87 – 93
10. Potapova, I.S. Ekologicheskie aspekty rasprostranyonnosti i osobennosti techeniya hronicheskogo sinusita u zhitelej goroda Tol'yatti: Avtoref. dis...kand. biol. nauk / I.S. Potapova. – Tol'yatti, 2010. - 20 s.

11. *Unguryanu, T.N.* Zagryaznenie atmosfernogo vozduha i bolezni organov dyhaniya u naseleniya Novodvinska / T.N. Unguryanu // *Gigiena i sanitariya*. – 2008. – № 5. – S. 28-30.
12. *Vasilyev A.V., Khamidullova L.R., Nyukhtina L.V.* Environmental Control Of Toxicity Of Urban Territories Using Biological Monitoring Methods. Proc. of the international scientific conference (X International forum) *Less More Architecture. Design. Landscape "Le vie dei Mercanti"*, 30 May – 4 June 2012, Aversa-Capri, Italy, pp. 1245-1252.
13. *Vasilyev A.V.* Estimation of atmosphere air pollutants as factors of ecological risks of urban territories. *World Heritage and Disaster. Knowledge, Culture and Representation "Le vie dei Mercanti" Proceedings of the International Scientific Conference (XV International Forum)*. Ser. "Fabbrica della Conoscenza series" *Carmine Gambardella, President and Founder of the Forum*. 2017. pp. 1524-1528.
14. *Vasilyev A.* Method and approaches to the estimation of ecological risks of urban territories. *Safety of Technogenic Environment*. 2014. № 6. S. 43-46.