



УДК 504.3.054 (571.53)

Загрязнение атмосферы крупных городов Иркутской области выбросами автотранспортных средств

С. А. Новикова (novikovasveta41@mail.ru)

Аннотация. Рассматривается проблема загрязнения атмосферного воздуха в крупных городах Иркутской области автотранспортными средствами. С помощью госпитированной методики проведены расчеты выбросов загрязняющих веществ, поступающих в атмосферный воздух от автомобилей на главных кольцевых развязках в городах Иркутске и Ангарске.

Ключевые слова: загрязнение, атмосфера, автотранспорт, методика расчета.

Введение

Атмосферный воздух представляет собой важнейшую жизнеобеспечивающую среду для человека. Загрязнение атмосферы является самым мощным и постоянно действующим фактором воздействия на человека и окружающую среду. Особенно актуальна эта проблема для крупных городов, в которых сосредоточена большая часть населения.

Автотранспорт создает в городах обширные и устойчивые зоны, в пределах которых в несколько раз превышаются санитарно-гигиенические нормативы загрязнения воздуха. Длительный контакт со средой, отравленной выхлопными газами автомобилей, вызывает общее ослабление организма – иммунодефицит. Кроме того, выбросы загрязняющих веществ могут стать причиной различных заболеваний.

Непрерывный стремительный рост автомобильного парка, его значительный средний возраст, низкий технический уровень в сочетании с неудовлетворительным техническим состоянием автомобилей и недостаточной пропускной способностью улиц приводят к тому, что проблема негативного воздействия выбросов автотранспорта на окружающую среду и здоровье населения стала одной из наиболее острых экологических проблем городов.

Качество атмосферного воздуха в крупных городах Иркутской области остается одним из приоритетных направлений оценки среды обитания человека. Степень загрязнения воздушной среды населенных мест является ведущим фактором, влияющим на здоровье населения. Составляющими качествами атмосферного воздуха являются интенсивность загрязнения воздуха выбросами как от стационарных (промышленные предприятия), так и передвижных (автотранспорт) источников загрязнения, а также дальний перенос и пыление подстилающей поверхности.

Города Братск и Иркутск на протяжении многих лет включаются в Приоритетный список городов Иркутской области с самым высоким уровнем загрязнения воздуха, что является следствием как значительных выбросов от промышленных предприятий и автотранспортных средств, так и климатических условий, не способствующих активному рассеянию загрязняющих веществ в атмосфере. Город Зима в Приоритетный список входит с 2001 г., Шелехов входил в этот список на протяжении пяти лет (2000–2004 гг.), г. Ангарск входил в 2004–2005 гг., а Усолье-Сибирское – в 2001–2002 гг. В 2003 г. в этот список вошел и г. Байкальск [1].

Отрицательно на экологической ситуации сказывается не только быстрый рост автопарка, но и тот факт, что в Иркутской области, как и в России в целом, велика доля автотранспорта, эксплуатирующегося более 10 лет [5].

Анализ статистических данных

Уровень загрязнения атмосферы, как правило, оценивается по индексу загрязнения атмосферы (ИЗА) – комплексному показателю степени загрязнения атмосферного воздуха, учитывающему несколько примесей. Величина индекса рассчитывается по значениям среднегодовых концентраций, поэтому данный показатель характеризует уровень хронического, длительного загрязнения атмосферного воздуха. «Высоким» показателем считается индекс от 7 до 14. ИЗА больше 14 является «очень высоким» [2].

По данным Государственных докладов о состоянии и об охране окружающей среды в Иркутской области, автором построены графики динамики уровней загрязнения атмосферы в крупных городах области за период с 1993 по 2012 г. (рис. 1).

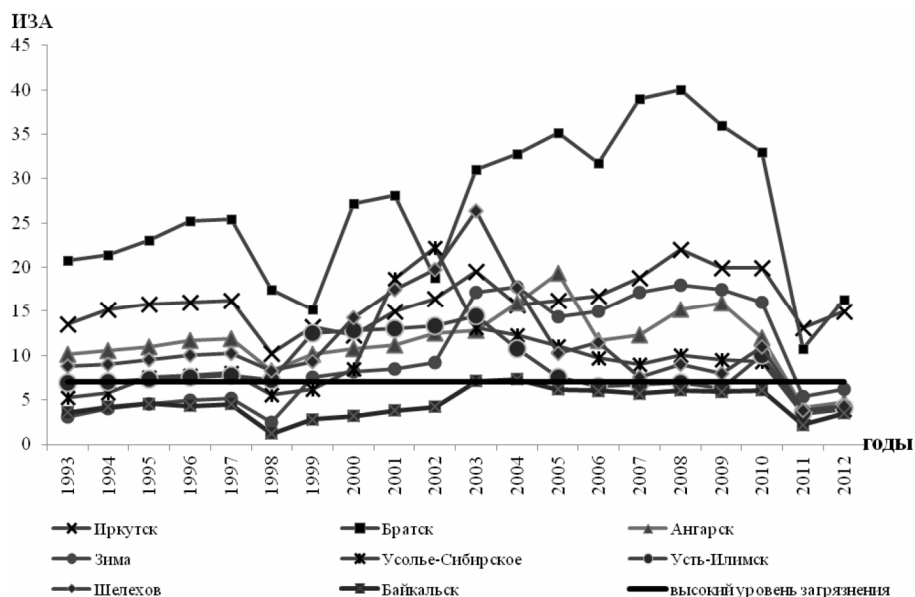


Рис. 1. Динамика уровней загрязнения атмосферы в крупных городах Иркутской области

В промышленных городах области: Братске, Зиме, Иркутске уровень загрязнения атмосферного воздуха (по ИЗА) оценивался как очень высокий, в городах Зиме, Усолье-Сибирском, Шелехове – как высокий.

Веществами, определяющими высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха в этих городах, являются: оксиды азота, диоксид серы, взвешенные вещества, оксид углерода и бенз(а)пирен [1].

Близкое расположение магистралей оказывает негативное влияние на загрязнение атмосферного воздуха жилых территорий. Загрязнение воздуха селитебных территорий вблизи автомагистралей городов Зимы, Саянска, Шелехова, Иркутска, Братска превышало в 2007 г. средний показатель (3,3 %) по Иркутской области (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика загрязнения атмосферного воздуха селитебных территорий вблизи автомагистралей [1]

Населенные пункты	Доля проб атмосферного воздуха (в %), превышающих ПДК _{м.р.}					Динамика 2007 г.
	2003 г.	2004 г.	2005 г.	2006 г.	2007 г.	
Зима+ Саянск	2,24	4,4	2,5	1,3	12,0	↑
Шелехов+Слюдянка	2,5	2,9	3,3	0	8,9	↑
Иркутск	28,3	26,4	22,5	20,4	8,7	↓
Братск	18,5	18,3	18,0	0	4,2	↓
Ангарск	18,4	15,3	1,9	1,4	2,1	↓
Черемхово	21,1	29,5	28,6	14,7	1,6	↓
Нижнеудинск	0	0	22,9	12,7	1,3	↓
Усть-Кут	38,3	36,4	7,6	0,5	1,2	↓
Усть-Илимск	11,3	10,8	0,5	0,6	1,0	↓
Усолье-Сибирское	3,7	4,1	8,0	4,0	0	↓
Иркутская область	9,7	13,1	12,1	10,1	3,3	↓

Примечание: ↑ – рост; ↓ – снижение.

ПДК_{м.р.} – максимальная разовая предельно допустимая концентрация.

По данным Государственных докладов о состоянии и об охране окружающей среды в Иркутской области автором построены диаграммы динамики выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от автотранспортных средств в крупных городах Иркутской области за период с 1992 по 2012 г. (рис. 2).

Как видно из диаграмм, представленных на рис. 2, максимальное количество выбросов загрязняющих веществ, поступающих в атмосферный воздух от автотранспорта, отмечается в г. Иркутске. Это не удивительно, поскольку количество автомобилей в Иркутске растет быстрыми темпами (так, за последние десять лет число автотранспортных средств увеличилось в городе в два раза, и на данный момент в Иркутске их более 200 тыс.).

Количество автотранспортных средств в г. Иркутске составляет примерно треть автотранспорта области (рис. 3) [4].

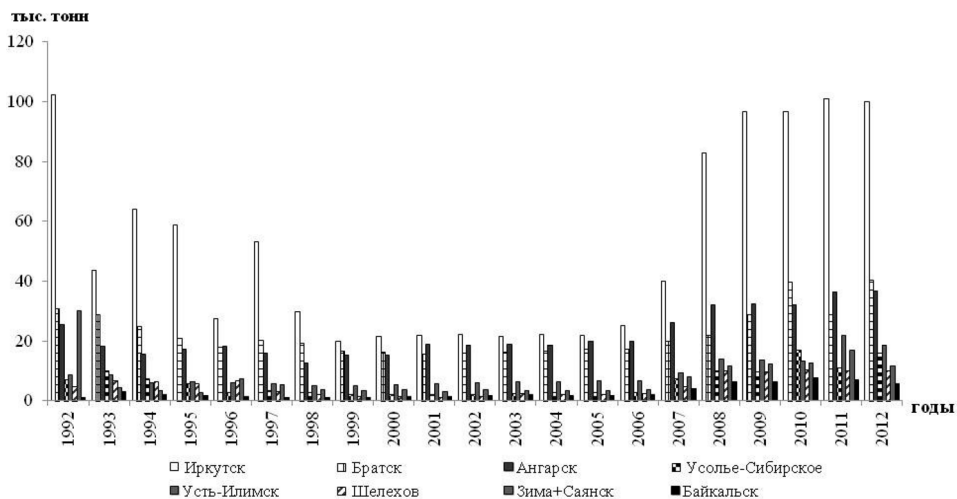


Рис. 2. Динамика выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от автотранспорта в крупных городах Иркутской области

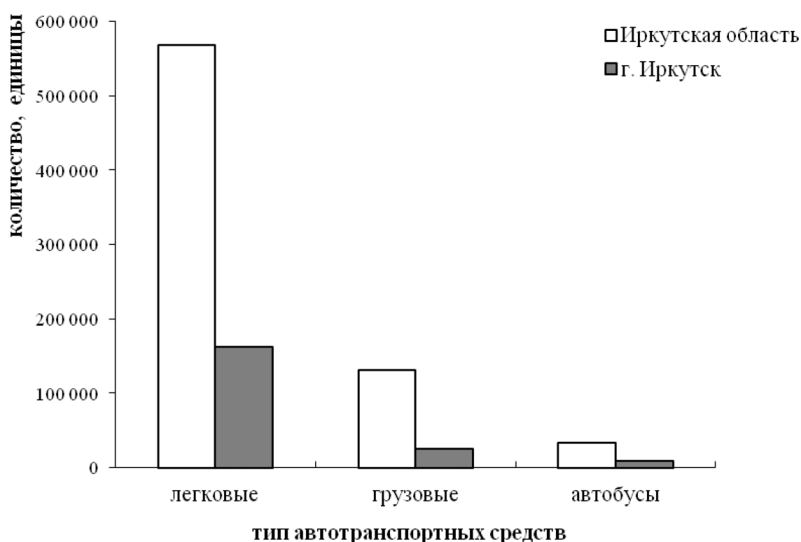


Рис. 3. Количественное соотношение автотранспортных средств в г. Иркутске и Иркутской области (по состоянию на 1 января 2013 г.)

Анализ видовой структуры автомобильного парка крупных городов Иркутской области показал, что на легковой автотранспорт приходится основная часть автопарка городов. На долю автобусов (маршрутных транспортных средств) – меньшая часть (рис. 4).

В городах Братске и Ангарске выбросы загрязняющих веществ, поступающие в атмосферный воздух от автотранспортных средств, на протяжении длительного периода сохраняются на достаточно высоком уровне (см. рис. 2).

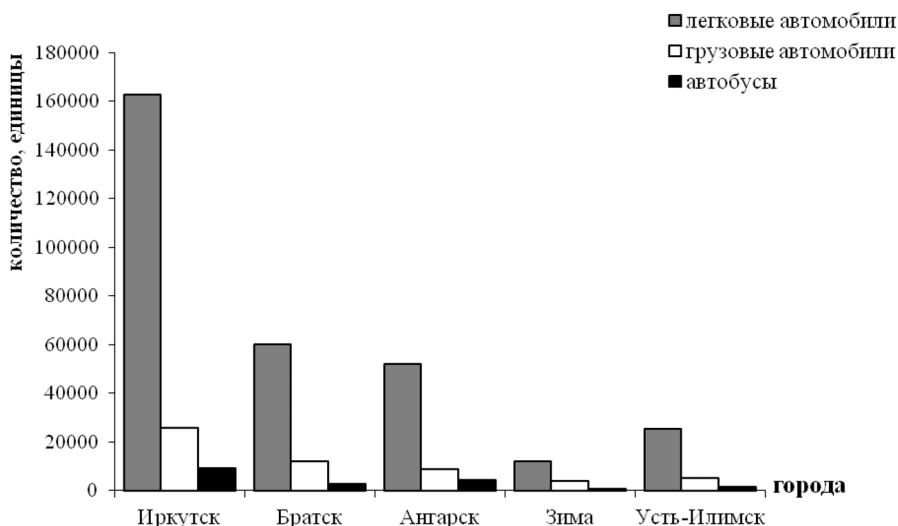


Рис. 4. Количественное соотношение автотранспортных средств в крупных городах Иркутской области (по состоянию на 1 января 2013 г.)

В каждом из городов области наблюдаются превышения предельно-допустимых концентраций (ПДК) по определенным загрязняющим веществам. Так, например, в г. Иркутске выявлены превышения ПДК_{м.р} по следующим загрязняющим веществам: пыль, оксид углерода, оксиды азота, углеводороды, сажа, формальдегид. В г. Ангарске наблюдаются превышения ПДК_{м.р} по пыли, оксиду углерода, фенолу, углеводородам, формальдегиду. В г. Братске – по сероводороду, фенолу, формальдегиду; в Усолье-Сибирском – по фенолу и формальдегиду; в городах Зиме и Саянске выявлены превышения по следующим ингредиентам: оксид углерода, оксиды азота, формальдегид, сажа. В г. Усть-Илимске превышения наблюдаются по пыли, сероводороду, оксидам азота, фенолу, формальдегиду, саже; в Шелехове – по пыли, фенолу, формальдегиду, фтористому водороду [1].

За период 1998–2002 гг. уровень загрязнения атмосферного воздуха оксидом углерода повысился в крупных городах области, взвешенными веществами – понизился, по остальным примесям остался без изменения. За период 2003–2007 гг. средние годовые концентрации взвешенных веществ, оксидов азота, формальдегида возросли [1].

Как известно, между расходом топлива и количеством выделяемых с отработавшими газами углеродосодержащих соединений, в том числе и токсичных, имеется определенная связь. Чем меньше расходы топлива, тем меньше вредных веществ выбрасывается с отработавшими газами.

По данным автозаправочных станций г. Иркутска автором построены диаграммы количественного соотношения потребляемого топлива автотранспортными средствами города за период с 2009 по 2013 г. (рис. 5).

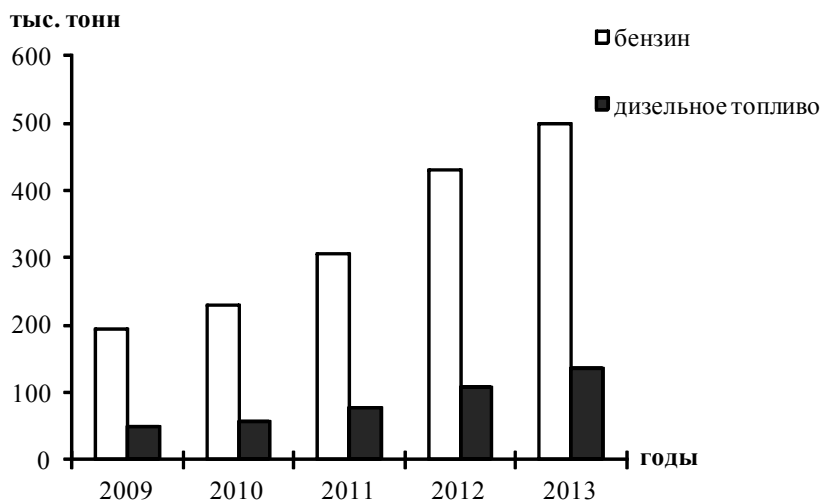


Рис. 5. Количество потребляемого топлива автотранспортными средствами г. Иркутска

Как видно из диаграмм, представленных на рис. 5, основным видом потребляемого автотранспортными средствами топлива является бензин. За последние 5 лет объемы потребляемого бензина и дизельного топлива увеличились в 2 раза.

Специалистами Росприроднадзора периодически осуществляется госсанэпиднадзор за эксплуатацией автозаправочных станций. Основными нарушениями при обследовании автозаправочных станций являются:

- отсутствие графиков проверки загазованности воздуха на территории объекта и на границе санитарно-защитной зоны;
- отсутствие программы производственного контроля;
- отсутствие на ряде объектов нефтеловушек, очистных сооружений;
- разливы нефтепродуктов.

Продолжается работа по реализации мероприятий Постановлений ФС № 10 от 23.03.2005 г., главного государственного санитарного врача Иркутской области № 14 от 06.06.2005 г. «О мерах по усилению надзора за автотранспортом и уменьшением его влияния на здоровье населения», а также за автотранспортными предприятиями и организациями, имеющими автотранспортные средства [1].

С целью предупреждения и пресечения нарушений норм, правил и законодательства по охране атмосферного воздуха природоохранными органами ежегодно осуществляется государственный контроль за эксплуатацией автотранспортных средств и их техобслуживанием.

Основными задачами такого контроля являются:

- проверка автотранспортных предприятий и организаций, имеющих на балансе собственный автотранспорт, пунктов и станций технического

обслуживания, проверка наличия в них контрольно-регулирующих пунктов и их оснащённости средствами контроля, профессиональной подготовки обслуживающего персонала;

– проведение рейдов контроля за содержанием отработавших газов в выбросах от автотранспорта на автомагистралях [1].

Рассматривая причины экологического ущерба, наносимого окружающей среде автотранспортом, необходимо отметить [4]:

– неудовлетворительное техническое состояние автомобилей и низкое качество горюче-смазочных материалов;

– отсутствие контроля токсичности и дымности в частном секторе, в кооперативных гаражах и на автостоянках;

– превышение установленных предельно допустимых выбросов (ПДВ) загрязняющих веществ, содержащихся в отработавших газах автомобилей;

– слабое развитие сети дорог, а также их неудовлетворительное техническое состояние;

– перегруженность автомагистралей, скопление автомобилей на перекрестках, у светофоров;

– увеличение количества личного автотранспорта;

– недостаточное материальное обеспечение многих предприятий, в результате чего возникают сложности с проведением своевременных проверок и ремонта аппаратуры, обновлением приборов дымности и токсичности.

С начала 2013 г. отдел экологической безопасности и контроля управления по охране окружающей среды и экологической безопасности комитета ЖКХ администрации г. Иркутска и Западно-Байкальская межрайонная природоохранная прокуратура с привлечением независимой аккредитованной лаборатории проводят проверки автозаправочных станций (АЗС). Совместные рейды организуются с целью выявления источников негативного воздействия на окружающую среду. На каждой АЗС топливо берется на анализ по показателям, влияющим на ухудшение качества воздуха: это определение массовой доли серы и бензола, фракционного состава, октанового числа, давления насыщенных паров, температуры фильтруемости дизельного топлива, температуры вспышки.

В список проверяемых попали автозаправки, на которые поступали жалобы от водителей. Кроме того, в перечень внесены АЗС, где заправлялись машины, не прошедшие тестов на дымность и токсичность. На 23 АЗС г. Иркутска рейды были проведены в феврале, мае и августе 2013 г. На 13 АЗС качество бензина не соответствовало ГОСТу и техническим условиям [8].

В результате проверок пять АЗС были оштрафованы на сумму от 20 до 100 тыс. руб. По четырем предприятиям судом принято решение о приостановке деятельности из-за отсутствия у них разрешительной документации. В частности, не была проведена инвентаризация источников выбросов, либо отсутствовало разрешение на выброс загрязняющих веществ в атмосферу, которое выдает Министерство природных ресурсов и экологии Иркутской области. По данным специалистов, нарушения были у АЗС «Атлант Групп»

по адресу: ул. Набережная Иркута, 1а, ООО «Сиб-Автотрак» – ул. Ракитная, 15 и «ИП Козленко» – ул. Розы Люксембург, 180. Собственники АЗС «Фаст Ойл» предоставили разрешительную документацию на момент рассмотрения дела в суде, поэтому предприятие смогло работать дальше. А автозаправка в микрорайоне Ново-Ленино «ИП Козленко» уже демонтирована – предприниматель закрыл АЗС [8].

По результатам проверок осенью 2014 г. был выполнен анализ 50 проб топлива. Качество топлива не соответствует требованиям техрегламента Таможенного союза и ГОСТам на 13 АЗС из 25.

Доля серы в бензине не соответствует нормам на 8 АЗС. Эксперты отмечают, что соединения серы, такие как сульфиды, полисульфиды, тиофаны и тиофены, при их полном сгорании в двигателе образуют оксиды серы. При высокой температуре и избытке кислорода образуется диоксид серы, который действует раздражающе на слизистые оболочки и кровеносные органы (костный мозг и селезенку), он вызывает нарушения в обмене углеводов и отравления. Хроническое отравление малыми дозами проявляется в виде головных болей, бессонницы, раздражения слизистых оболочек, а в некоторых случаях – хронического бронхита и конъюнктивита. В условиях работы двигателя оксиды серы легко окисляются до триоксида, а далее, реагируя с парами воды воздуха, образуют кислоты – сернистую и серную. Последние способствуют возникновению смога и кислотных дождей, разрушающе действующих на легочную ткань и вызывающих бронхиальные заболевания [6].

На трех АЗС ООО «КВАНТ» (ОМНИ) в бензине объемная доля монометиланилина (ММА – альтернатива свинцовосодержащим присадкам, которая используется для повышения октанового числа) превышает установленные нормы. В последнее время ММА получил широкое распространение. Однако он является высокотоксичным соединением, которое относится ко 2-му классу опасности, его степень воздействия на окружающую природную среду оценивается как высокая. При попадании в окружающую среду ММА загрязняет воздух и водоемы. Претензии к бензину на заправках ООО «КВАНТ» возникли и по такому показателю, как октановое число (детонационная стойкость бензина). На одной АЗС ОМНИ он не соответствует требованиям [6].

На некоторых АЗС ООО «Система АЗС» (БРК, по адресам: ул. Сеченова, 1б; ул. Лермонтова, 124а; ул. Рабочего штаба, 48; заправка вдоль автомагистрали в обход Ново-Ленино у кладбища) дизтопливо не соответствует заявленному по ряду показателей, в том числе содержанию массовой доли серы. Ряд замечаний возникли к АЗС ООО «ОСН-Иркутск» (ул. Блюхера, 12), АЗС «ИП Редько С. А.» (ул. Тракторная, 18б), АЗС ООО «Центр Бухгалтерских Услуг «СФЕРА» (ул. Розы Люксембург, 202а), АЗС ООО «АС-ОЙЛ» (ул. Шевцова, 152), АЗС «ИП Дорошенко О. В.» (ул. Тракторная, 35а/3).

На некоторых АЗС отсутствует разрешительная документация. Так, на двух АЗС ООО «Контерра+» («Крайс-нефть») проверяющим не предоставили разрешение на выброс загрязняющих веществ в атмосферу.

Материалы проверок направлены в Западно-Байкальскую межрайонную прокуратуру и инспекцию госнадзора по Иркутской области СМТУ СМ Росстандарта. По сравнению с 2013 г., в 2014 г. было выявлено меньше нарушений на АЗС [6].

В области продолжается работа по строительству объездных дорог, автомобильных развязок, подземных пешеходных переходов, по проведению ярусного озеленения на крупных автомагистралях, совершенствованию и расширению системы светового регулирования с применением последних достижений компьютерного обеспечения.

Все большее внимание как у нас в стране, так и за рубежом, уделяется идее применения в будущем водорода в качестве топлива для автомобилей. Перспективность этого топлива определяется его экологической чистотой (у автомобилей, работающих на данном топливе, выброс оксида углерода уменьшается в 30–50 раз, оксидов азота – в 3–5 раз и углеводородов – в 2–2,5 раза), неограниченностью и возобновляемостью сырьевых ресурсов и прекрасными моторными свойствами. Однако внедрение водородного топлива зависит от создания энергоемких систем хранения водорода на борту автомобиля [9].

Применяемые в настоящее время металлгидридные аккумуляторы, реакторы разложения метанола и другие системы очень сложны и дороги. Поскольку также возникают трудности, связанные с требованиями компактного и безопасного образования и хранения водорода на борту автомобиля, такие автомобили практического применения пока не находят [2].

Среди энергоустановок, отличных от двигателей внутреннего сгорания, значительный интерес представляют электрические силовые установки, использующие электрохимические источники энергии, аккумуляторные батареи и электрохимические генераторы.

Электромобили отличаются хорошей приспособляемостью к переменным режимам городского движения, простотой технического обслуживания и, главное, экологической чистотой. Однако их практическое применение остается пока проблематичным. Во-первых, нет надежных, легких и достаточно энергоемких электрохимических источников тока. Во-вторых, перевод автомобильного парка на питание электрохимическими аккумуляторами приведет к расходованию огромного количества энергии на их подзарядку. В таком случае экологическая проблема будет перенесена из автомобильной сферы в сферу тепловых электростанций [2].

Натурные обследования

Антропогенные нагрузки со стороны автомобильного транспорта увеличивают деградацию растительности, снижают качество воды и воздуха. Это в свою очередь негативно сказывается на здоровье населения города.

Наблюдается увеличение случаев заболевания органов дыхания, нервной системы, системы кровообращения.

Присутствие токсичных компонентов в отработавших газах поршневых двигателей обусловлено рядом конструктивных и регулировочных факторов, видом используемых топлив и масел, зависит от протекания процесса сгорания, условий работы и технического состояния двигателей автомобилей [2].

В крупных городах Иркутской области наибольшее количество токсичных веществ выбрасывается автотранспортом в атмосферный воздух на малом ходу, на перекрестках, остановках перед светофорами.

В утренние и вечерние часы пик движение на крупных магистралях городов затруднено. По мнению специалистов, необходимо разгружать главные перекрестки и развязки. Каждый день через кольцо на стыке улиц Ангарской, Рабочей, Рабочего Штаба, Радищева и Баррикад Иркутска проходит около 100 тыс. автомобилей в сутки. Это ключевой узел, который связывает все районы города между собой и обеспечивает выходы на внешние автомагистрали в сторону Ангарска, Шелехова, Усть-Орды, Большого Голоустного, Листвянки. Специалисты отмечают, что развязка уже давно не справляется с проходящим потоком автомобилей [7].

Перманентные автомобильные пробки и частые ДТП давно стали визитной карточкой Маратовской развязки в Иркутске. Транспортное кольцо в диаметре всего 80 м, связывает пять направлений движения, для перестроения у автомобилей есть лишь 10–15 м. Максимальная интенсивность движения на узле составляет более 7 300 автомобилей в час пик. По нормативам развязка нуждается в двух уровнях, как только максимальная часовая нагрузка достигает свыше 4 тыс. автомобилей. Разгрузить этот транспортный узел, построить современную многоуровневую развязку в Иркутске пытаются уже много лет. Неоднократно эту тему поднимали на градостроительном совете, не раз представлялись различные проекты, однако, когда дело доходило до их реализации, возникали проблемы – то не хватало денег в городской казне, то появлялись сложности с частными компаниями, памятниками истории и культуры [7].

Осенью 2014 г. были проведены натурные обследования по изучению автотранспортных потоков (интенсивности движения) на крупных кольцевых развязках Иркутска (Маратовское кольцо) и Ангарска (на стыке Ангарского проспекта и ул. Декабристов).

Ситуационные планы исследуемых территорий представлены на рис. 6 и 7. Наблюдения проводились за автомобилями трех категорий: грузовые, легковые, автобусы (маршрутные такси). Подсчет проходящих по данным участкам автодорог транспортных средств проводился в течение 20 мин в часы пик: 8:30–8:50, 13:20–13:40, 18:20–18:40 с использованием видеозаписывающего устройства (видеокамеры) синхронно отдельно по каждому направлению движения.



Рис. 6. Ситуационная карта-схема исследуемой территории (г. Иркутск) «Маратовское кольцо». Цифрами обозначены номера домов

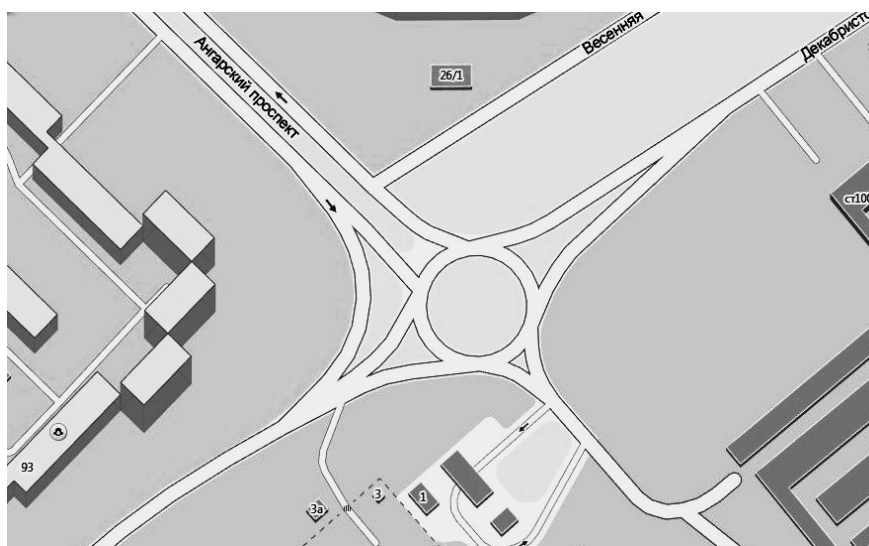


Рис. 7. Ситуационная карта-схема исследуемой территории (г. Ангарск)

В таблице 2 представлены данные видеонаблюдения в будние дни в часы пик на Маратовском кольце г. Иркутска (см. рис. 6)

Таблица 2

Данные наблюдений в будние дни на кольцевой развязке г. Иркутска

Время: 8:30–8:50	
Тип автотранспортных средств	Количество автомобилей
Легковые автомашины	1010
Автобусы, маршрутные такси	150
Грузовые автомашины	90
Всего	1 250
Время: 13:20–13:40	
Тип автотранспортных средств	Количество автомобилей
Легковые автомашины	550
Автобусы, маршрутные такси	120
Грузовые автомашины	30
Всего	700
Время: 18:20–18:40	
Тип автотранспортных средств	Количество автомобилей
Легковые автомашины	1100
Автобусы, маршрутные такси	170
Грузовые автомашины	130
Всего	1400

Как видно из табл. 2, наибольшее количество автотранспортных средств на данной кольцевой развязке автодороги наблюдалось в вечерние и утренние часы, наименьшее количество автомобилей было отмечено днем.

На рисунке 8 представлен снимок, сделанный на Маратовском кольце в час пик.



Рис. 8. Кольцевая развязка в г. Иркутске в час пик

В таблице 3 представлены данные видеонаблюдений в будние дни в часы пик на кольцевой развязке г. Ангарска.

Таблица 3

Данные наблюдений в будние дни на кольцевой развязке г. Ангарска

Время: 8:30–8:50	
Тип автотранспортных средств	Количество автомобилей
Легковые автомашины	420
Автобусы, маршрутные такси	50
Грузовые автомашины	30
Всего	500
Время: 13:20–13:40	
Тип автотранспортных средств	Количество автомобилей
Легковые автомашины	250
Автобусы, маршрутные такси	30
Грузовые автомашины	20
Всего	300
Время: 18:20–18:40	
Тип автотранспортных средств	Количество автомобилей
Легковые автомашины	460
Автобусы, маршрутные такси	60
Грузовые автомашины	30
Всего	550

Как видно из табл. 3, наибольшее количество автотранспортных средств на данной кольцевой развязке автодороги наблюдалось в вечерние и утренние часы, наименьший поток легковых автомобилей и автобусов (маршрутных такси) был отмечен днем.

На рисунке 9 представлен снимок, сделанный на данном кольце в час пик.



Рис. 9. Кольцевая развязка в г. Ангарске в час пик

Результаты расчетов

Далее были проведены расчеты выбросов загрязняющих веществ по методике [3], которая используется для оценки загрязнения воздушной среды движущимся автотранспортным потоком на участке автодороги. Данная методика устанавливает порядок расчета и определения выбросов автотранспорта для их использования при проведении сводных расчетов загрязнения атмосферы городов; может быть применена ко всем категориям автотранспортных средств при эксплуатации в городских условиях. В качестве исходных данных для расчета выбросов автотранспорта в атмосферу на действующих автодорогах используются результаты натуральных обследований структуры и интенсивности автотранспортных потоков с подразделением по основным группам автотранспортных средств: легковые, автобусы, грузовые.

Выброс i -го загрязняющего вещества M_{Li} (г/с) движущимся автотранспортным потоком на автодороге с фиксированной протяженностью L (км) рассчитывался по формуле:

$$M_{L_i} = \frac{L}{1200} \sum_{k=1}^3 M_{k,i} \cdot G_k \cdot r_{k,i} \quad (\text{г/с}), \quad (1)$$

где M_{ki} (г/км) – удельный пробеговый выброс i -го вредного вещества автомобилями k -й группы, определяемый по табл. 4; k – количество групп автомобилей; G_k – фактическая наибольшая интенсивность движения, т. е. количество автомобилей каждой из k групп, проходящих через фиксированное сечение выбранного участка автодороги в единицу времени (20 мин) в обоих направлениях по всем полосам движения; $r_{k,i}$ – поправочный коэффициент, учитывающий среднюю скорость движения транспортного потока (км/ч) на выбранной автодороге, определяемый по табл. 5.

Средняя скорость движения транспортного потока по Маратовскому кольцу г. Иркутска составляет 45 км/ч. По кольцу г. Ангарска – 35 км/ч.

L (км) – протяженность автодороги (или ее участка), из которого исключена протяженность очереди автомобилей перед запрещающим сигналом светофора, включающая длину соответствующей зоны перекрестка (для перекрестков, на которых проводились дополнительные обследования). Протяженность полного круга по Маратовскому кольцу г. Иркутска составляет примерно 1 км. По кольцу г. Ангарска – 200 м (0,2 км).

1200 с – время наблюдения (20 мин).

Удельные выбросы загрязняющих веществ представляют собой усредненные для рассматриваемых групп автомобилей значения удельных выбросов загрязняющих веществ при их движении на участках городских автомагистралей, а также в условиях их пребывания на пересечениях городских автомагистралей. При назначении удельных выбросов загрязняющих веществ для автомагистралей принималось во внимание то, что в городских условиях автомобиль на конкретном участке автодороги совершает непрерывные разгоны и торможения, перемещаясь с некоторой средней скоростью, определяемой дорожными условиями.

В таблицах 6 и 7 приведены результаты расчетов выбросов загрязняющих веществ движущимися автотранспортными средствами на крупных кольцевых развязках Иркутска и Ангарска, полученные по формуле (1). Максимальное количество выбросов приходится на легковые автомобили, что прямо пропорционально количеству автотранспортных средств, зафиксированных на данном участке дороге при натуральных наблюдениях (см. табл. 6).

Общее количество загрязняющих веществ на рассматриваемой кольцевой развязке г. Иркутска в часы пик составляет 4 г/с (по данным табл. 6). На кольцевой развязке г. Ангарска – 1,5 г/с (см. табл. 7).

На основании проведенных натуральных исследований можно сделать вывод, что в ближайшее время в Иркутске и Ангарске необходимо проводить комплекс следующих мероприятий:

- разгрузить улично-дорожную сеть юго-западной части Ангарска обеспечить устойчивую транспортную связь между отдельными районами города, повысить пропускную способность улично-дорожной сети городов;
- привести в соответствие с действующими нормами дорожное покрытие (устройство второго слоя асфальта);
- улучшить транспортно-эксплуатационное состояние дорог.

Состояние автомобильных дорог и организация дорожного движения в г. Иркутске не позволяют выдерживать режимы эксплуатации двигателей с минимальной токсичностью. Кроме того, естественный обмен воздуха в городе ограничен из-за плотной застройки [4].

Заключение

Автомобили, эксплуатируемые в настоящее время в России, не соответствуют современным европейским ограничениям по токсичности и выбрасывают больше вредных веществ, чем их зарубежные аналоги [9]. Существует несколько важных причин отставания России в этой сфере:

- эксплуатация большого количества неисправных автомобилей;
- отсутствие жестких законодательных требований к экологическим качествам автомобилей. Экологические стандарты существенно отстают от европейских норм;
- в отличие от европейских стран, в России до сих пор затруднено внедрение нейтрализаторов.

Кроме того, в настоящее время во многих европейских странах вводятся ограничения по времени движения транспорта в отдельных районах города: по времени суток, дням недели, сезонам. Применяют также и плату за пользование дорогами [9].

На основании проведенного исследования можно констатировать тот факт, что в крупных городах Иркутской области создается высокий уровень загрязнения атмосферы выбросами автотранспортных средств. Решение этой проблемы требует слаженных действий на разных уровнях. Необходимо принятие широкомасштабных и комплексных мер по сокращению, предотвращению, нейтрализации негативных последствий, которые порождаются процессом автомобилизации.

Таблица 4

Удельные пробеговые выбросы загрязняющих веществ $M_{k,i}$ (г/км)

Наименование группы автомобилей	Выброс , г/км						
	CO	NO ₂	CH	Сажа	SO ₂	Формальдегид	Бензпирен
Легковые	3,5	0,9	0,8	$7 \cdot 10^{-3}$	$1,5 \cdot 10^{-2}$	$3,2 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-7}$
Микроавтобусы, до 3,5 т	8,4	2,1	2,4	$3,8 \cdot 10^{-2}$	$2,8 \cdot 10^{-2}$	$8,4 \cdot 10^{-3}$	$8 \cdot 10^{-7}$
Грузовые, от 3,5 до 12 т	6,8	6,9	5,2	0,4	$5,1 \cdot 10^{-2}$	$2,2 \cdot 10^{-2}$	$2,1 \cdot 10^{-6}$
Грузовые, свыше 12 т	7,3	8,5	6,5	0,5	$7,3 \cdot 10^{-2}$	$2,5 \cdot 10^{-2}$	$2,6 \cdot 10^{-6}$
Автобусы, свыше 3,5 т	5,2	6,1	4,5	0,3	$4,2 \cdot 10^{-2}$	$1,8 \cdot 10^{-2}$	$1,8 \cdot 10^{-6}$

Таблица 5

Значения коэффициентов $r_{k,i}$, учитывающих изменения количества выбрасываемых вредных веществ в зависимости от средней скорости движения

К	Скорость движения V , км/ч														
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	100	110
$r_{k,i}$	1,4	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,5	0,3	0,4	0,5	0,7	0,8
$r_{k,i}$ NO ₂	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,2

Таблица 6

Выбросы загрязняющих веществ автотранспортом на кольцевой развязке г. Иркутска

Группа автомобилей	Часы наблюдений	Выброс, г/с						
		CO	NO ₂	CH	Сажа	SO ₂	Формальдегид	Бензпирен
Легковые	8:30–8:50	0,50	0,10	0,10	10^{-3}	$2 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-8}$
	13:20–13:40	0,30	0,07	0,10	10^{-3}	10^{-3}	$3 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-8}$
	18:20–18:40	0,60	0,10	0,10	10^{-3}	$2 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-8}$

Группа автомобилей	Часы наблюдений	Выброс, г/с						
		CO	NO ₂	CH	Сажа	SO ₂	Формальдегид	Бензпирен
Автобусы	8:30–8:50	0,10	0,10	0,10	10 ⁻²	10 ⁻³	4·10 ⁻⁴	4·10 ⁻⁸
	13:20–13:40	0,10	0,10	0,10	10 ⁻²	10 ⁻³	3·10 ⁻⁴	3·10 ⁻⁸
	18:20–18:40	0,10	0,20	0,11	10 ⁻²	10 ⁻³	5·10 ⁻⁴	5·10 ⁻⁸
Грузовые	8:30–8:50	0,10	0,10	0,10	10 ⁻²	10 ⁻³	3·10 ⁻⁴	4·10 ⁻⁸
	13:20–13:40	0,03	0,04	0,03	2·10 ⁻³	3·10 ⁻⁴	10 ⁻⁴	10 ⁻⁸
	18:20–18:40	0,14	0,20	0,10	10 ⁻²	10 ⁻³	5·10 ⁻⁴	5·10 ⁻⁸
Всего		2,01	1,08	0,86	4·10 ⁻²	10 ⁻²	3·10 ⁻³	3·10 ⁻⁷

Таблица 7

Выбросы загрязняющих веществ автотранспортом на кольцевой развязке г. Ангарска

Группа автомобилей	Часы наблюдений	Выброс, г/с						
		CO	NO ₂	CH	Сажа	SO ₂	Формальдегид	Бензпирен
Легковые	8:30–8:50	0,20	0,10	0,10	4·10 ⁻⁴	10 ⁻³	2·10 ⁻⁴	2·10 ⁻⁸
	13:20–13:40	0,10	0,03	0,01	3·10 ⁻⁴	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁸
	18:20–18:40	0,20	0,10	0,10	5·10 ⁻⁴	10 ⁻³	2·10 ⁻⁴	2·10 ⁻⁸
Автобусы	8:30–8:50	0,04	0,05	0,03	2·10 ⁻³	3·10 ⁻⁴	10 ⁻⁴	10 ⁻⁸
	13:20–13:40	0,02	0,03	0,02	2·10 ⁻⁴	2·10 ⁻⁴	10 ⁻⁴	10 ⁻⁸
	18:20–18:40	0,05	0,05	0,04	3·10 ⁻⁴	4·10 ⁻⁴	2·10 ⁻⁴	2·10 ⁻⁸
Грузовые	8:30–8:50	0,03	0,04	0,03	2·10 ⁻⁴	3·10 ⁻⁴	10 ⁻⁴	10 ⁻⁸
	13:20–13:40	0,02	0,03	0,02	2·10 ⁻⁴	2·10 ⁻⁴	10 ⁻⁴	10 ⁻⁸
	18:20–18:40	0,03	0,04	0,03	2·10 ⁻⁴	3·10 ⁻⁴	10 ⁻⁴	10 ⁻⁸
Всего		0,8	0,4	0,3	10 ⁻²	4·10 ⁻³	10 ⁻³	10 ⁻⁷

Проблема загрязнения атмосферного воздуха выбросами автотранспорта стоит очень остро в крупных городах области, несмотря на периодически меняющуюся ситуацию в сторону снижения количества выбросов. Кроме того, необходимость снижения вредных выбросов от двигателей автотранспорта в городах Иркутской области обостряется ввиду непрерывного увеличения парка эксплуатируемых автотранспортных средств, уплотнения автотранспортных потоков, а также нестабильности показателей самих мероприятий по снижению вредных веществ в процессе эксплуатации автотранспортных средств.

Все вышеизложенное определяет необходимость принятия широкомасштабных и комплексных мер по сокращению, предотвращению, нейтрализации тех негативных последствий, которые порождаются процессом автомобилизации.

В целях улучшения экологической обстановки в населенных пунктах Иркутской области и повышения эффективности контроля за снижением загрязнения атмосферного воздуха отработавшими газами автомобилей необходимо проведение следующих мероприятий:

- организация контрольно-регулирующих пунктов на крупных автостоянках;
- организация и осуществление вневедомственного контроля за качеством топлива на АЗС;
- улучшение состояния дорог и качества их ремонта;
- перевод автомобильного транспорта на экологически чистое топливо (неэтилированные бензины, природный газ);
- создание и внедрение эффективных систем нейтрализации отработавших газов, использование катализаторов и фильтров;
- совершенствование дорог, организация и регулирование дорожного движения с целью сокращения пробок на автомагистралях;
- строительство подземных парковок в городах;
- увеличение темпов и объемов работ по озеленению и благоустройству городов (для снижения концентрации углекислого газа) [2].

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта 2014 г. для аспирантов и молодых сотрудников ИГУ. Тема: «Оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха г. Иркутска выбросами автотранспорта» № 091-14-22.

Список литературы

1. О состоянии и об охране окружающей среды Иркутской области за 2012 г. : гос. докл. – Иркутск : Изд-во Ин-та географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, 2013. – 337 с.
2. Куров Б. В. Как уменьшить загрязнение окружающей среды автотранспортом? / Б. В. Куров // Россия в окружающем мире : аналит. ежедневник. – М. : Изд-во МНЭПУ, 2000. – 328 с.
3. Методика определения выбросов автотранспорта для проведения сводных расчетов загрязнения атмосферы городов. – СПб. : НИИ «Атмосфера», 2010. – 15 с.

4. Новикова С. А. Экологическая обстановка в г. Иркутске / С. А. Новикова // Российская цивилизация: история, проблемы, перспективы : материалы IX регион. молодеж. науч. конф. (9 дек. 2012 г.) – Иркутск : Изд-во ИИПКРО, 2013. – С. 38–44.

5. Новикова С. А. Оценка вклада выбросов отработанных газов автотранспорта в загрязнение атмосферы г. Иркутска / С. А. Новикова // Российская цивилизация: история, проблемы, перспективы : материалы X регион. молодеж. науч. конф. (21 апр. 2013 г.) – Иркутск : Изд-во ИИПКРО, 2013. – С. 188–192.

6. Павлова А. Бензиновая защита [Электронный ресурс] / А. Павлова. – URL: <http://www.vsp.ru/social/>.

7. Постнова Е. Магистральное сердце города [Электронный ресурс] / Е. Постнова. – URL: <http://www.vsp.ru/economic>.

8. Пшонко Е. Плохой бензин выявлен на автозаправочных станциях Иркутска [Электронный ресурс] / Е. Пшонко. – URL: <http://www.ogirk.ru/news>.

9. Air quality in Europe. European Environment Agency Report. European Union, 2013. – 107 p.

Pollution of Atmosphere by Auto Transport Emissions in Big Cities of Irkutsk Region

S. A. Novikova

Abstract. The article is devoted to the problem of air pollution due to emissions of pollutants from transport in the big cities of Irkutsk Region. The calculations of emissions of vehicles into the atmosphere were carried out with help of the special state method. The observations were made at the main roundabout roads in Irkutsk and Angarsk.

Keywords: pollution, atmosphere, transport, method of calculation.

*Новикова Светлана Александровна
аспирант
Иркутский государственный университет
664003, г. Иркутск, ул. К. Маркса, 1
тел.: (3952)52-10-72*

*Novikova Svetlana Alexandrovna
Postgraduate
Irkutsk State University
1, K. Marx st., Irkutsk, 664003
tel.: (3952)52-10-72*