

УДК 504.064.2

ВОЗДЕЙСТВИЕ АВТОТРАНСПОРТА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ Г. ДУБНЫ

Каманина И.З., Савватеева О.А.

*ГБОУ ВПО «Международный университет природы, общества и человека «Дубна»,
Дубна, e-mail: ol_savvateeva@mail.ru*

Проблема воздействия транспорта на окружающую среду – одна из наиболее актуальных на сегодняшний день. Во многих городах автомобильный транспорт является основным источником загрязнения окружающей среды в целом и атмосферного воздуха в частности. Данная статья посвящена оценке воздействия автотранспорта на окружающую среду г. Дубны Московской области. Обсуждаются результаты оценки интенсивности движения транспортного потока по основным дорогам города за период 1998–2014 годы, накопления тяжелых металлов в придорожной растительности, а также возможные последствия воздействия на организм человека. Показан рост количества автомашин в городе в 3 раза и интенсивности движения в 2 раза за последние 10 лет. Содержание тяжелых металлов в придорожной растительности коррелирует с интенсивностью движения транспорта. Воздействие компонентов выбросов автотранспорта на здоровье населения города зафиксировано от таких составляющих, как сажа, двуокиси азота и серы, соединения свинца, формальдегид.

Ключевые слова: автомобильный транспорт, антропогенное воздействие, окружающая среда, придорожная растительность, здоровье человека.

THE IMPACT OF MOTOR VEHICLES ON THE DUBNA CITY ENVIRONMENT

Kamanina I.Z., Savvateeva O.A.

*International University of Nature, Society and Man «Dubna»,
Dubna, e-mail: ol_savvateeva@mail.ru*

Today the transport impact on the environment is one of the most relevant problems. For many cities motor transport is the main source of environment pollution in general and air pollution in particular. This article is devoted the transport influence on the Dubna city environment, Moscow region. The results of assessment of vehicles intensity on the main city roads for the period 1998-2014 years, the heavy metals accumulation in roadside vegetation, possible effects on the human health are discussed. The growth of cars number is 3 times and traffic intensity is 2 times in the last 10 years for Dubna city. The contents of heavy metals in roadside vegetation correlate the traffic intensity. Exposure of vehicle emissions components on the city population health is identified for such components as carbon black, nitrogen dioxide and sulfur dioxide, lead compounds, formaldehyde.

Keywords: motor transport, anthropogenic impact, environment, roadside vegetation, human health.

На автотранспорте перевозится 70-80% всех грузов на планете. В России динамика роста автомобильного парка является одной из самых высоких в мире.

Одной из главных проблем является существенное отставание экологических показателей отечественных автотранспортных средств и используемых моторных топлив от достигнутого мирового уровня, а также отставание в развитии и техническом состоянии улично-дорожной сети. Воздействие транспорта на окружающую среду возрастает с увеличением возраста используемых транспортных средств. Более 50% транспортных средств на территории Российской Федерации старше 10 лет, при этом доля таких транспортных средств в общем потоке возрастает и в 2012 году составила 22 948 054 шт. [1]

В состав загрязнителей, поступающих в экосистемы, граничащие с автодорогами, входят оксиды углерода и азота, ненасыщенный водород, углеводороды, бенз (а) пирен, сажа, пыль и примеси тяжелых ме-

таллов, таких как Pb, Cd, Ni и др. Все эти проблемы затрагивают не только крупные города и мегаполисы, но и средние и малые города с населением до 100 000 человек, такие как г. Дубна.

Материалы и методы исследования

Исследование проведено для г. Дубна Московской области, расположенного в 120 км от Москвы. Город Дубна является городом областного подчинения и наделен статусом наукограда, с промышленностью, характеризующейся относительно небольшими объемами производства.

Основным источником загрязнения атмосферного воздуха на территории города Дубна является автотранспорт, среди стационарных источников – котельные. Суммарный выброс от стационарных источников в среднем составляет ~ 1500 т/год, выбросы от автотранспорта – ~ 2000 т/год/ [3] Численность автомобильного парка г. Дубна в настоящее время составляет 51775 единиц, при этом в 2005 году всего насчитывалось 18040 единиц [7]. За последние 10 лет численность автотранспорта увеличилась почти втрое.

На территории города Дубна исследование проводилось в 1998, 2003, 2005, 2013–2014 гг. Интенсивность, скорость движения автотранспорта и состав

транспортного потока, необходимые для оценки воздействия автотранспорта на окружающую среду, фиксировались в результате визуального исследования движения на отдельных участках, которое проводится в период с мая по сентябрь, когда транспортные нагрузки наиболее велики. В это время, в отличие от зимы, широко используется индивидуальный транспорт. Во время наибольшей транспортной активности (8.00–10.00, 13.00–14.30, 17.30–19.00). Занималось место у исследуемой магистрали и в течение часа отмечался проезжающий через наблюдаемое сечение дороги транспорт. Таким образом, были исследованы все основные магистрали города [4].

Результаты натурных исследований были использованы в качестве исходных данных для расчета выбросов от автотранспорта в атмосферу в программе «Магистраль-город 2.1.».

Для расчета прогноза интенсивности движения автотранспорта и количества выбросов в г. Дубна был использован один из программных продуктов компании SAS лицензионная программа *SAS Enterprise Guide 3.0*. Расчет в программе проводился по функции «Простое прогнозирование». В качестве прогнозного метода был выбран метод экспоненциального сглаживания.

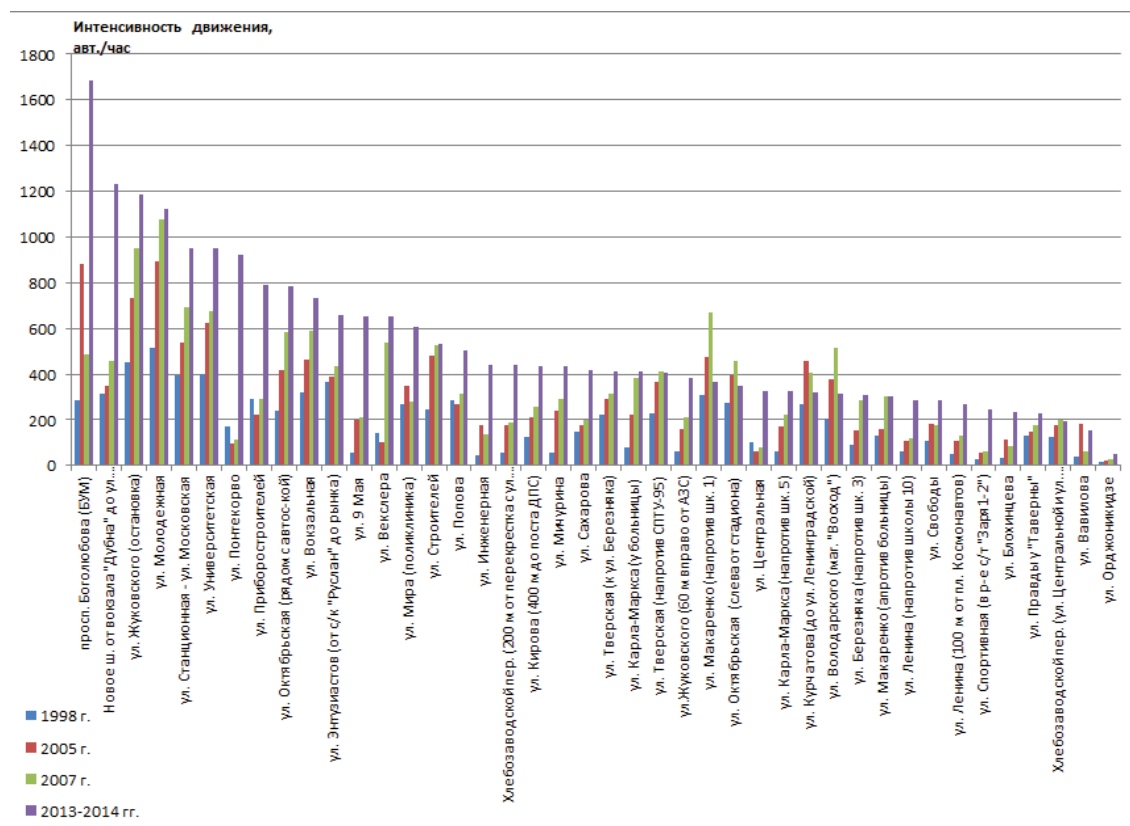
Пробы растительного материала отбирались методом укоса, на площади 1х1 м, на расстоянии от автодорог 1 м. Наземную часть травяного покрова срезают острым ножом или ножницами, не засоряя почву. Если нижняя часть растения была загрязнена

почвой, растения срезались на 3–6 см выше поверхности почвы.

Пробы растительности были высушены, минерализованы в автоклаве, а затем анализировались на содержание тяжелых металлов методом атомной абсорбции.

Результаты исследования

Средняя скорость движения автотранспорта в г. Дубне составляет 40-60 км/ч. Наиболее высокая интенсивность движения автотранспорта (рисунок) зафиксирована на проспекте Боголюбова (1683 авт./ч), который является основной транспортной осью правобережной части города, Новом шоссе (1223 авт./ч), являющимся выходом на трассу Дубна–Дмитров–Москва, ул. Жуковского (1188 авт./ч), которая связывает правобережную и левобережную части города, и ул. Молодежной (1125 авт./ч) – основной транспортной оси Институтской части города. Наименее загруженными являются улицы Орджоникидзе – 48 авт./ч, Вавилова 154 авт./ч, и Хлебозаводской переулков – 194 авт./ч с относительно невысокой плотностью населения и отсутствием крупных магазинов и промышленных объектов.



Интенсивность движения автотранспорта на основных магистралях в г. Дубна в период 1998–2014 гг.

Сравнение интенсивности движения автотранспорта в 2013–2014 годах и 2007 году показало, что в 78% точек наблюдения интенсивность движения автотранспорта возросла. Особо следует обратить внимание на рост интенсивности движения на улице Понтекорво (924 авт./ч в настоящее время) более 8 раз, что может быть связано со строительством торгово-развлекательного центра, магазинов и точечной застройкой. Более чем в 4 раза увеличилась интенсивность движения транспорта на улицах Спортивная (248 авт./ч в настоящее время) и Центральная (324 авт./ч в настоящее время), что можно объяснить развитием предприятий Особой экономической зоны в левобережной части города. В 3–3,5 раза увеличилась интенсивность движения транспорта на улицах 9 Мая (650 авт./ч в настоящее время), Инженерная (443 авт./ч в настоящее время), а также на проспекте Боголюбова (1683 авт./ч в настоящее время. В 2–3 раза повысилась загруженность таких улиц, как Сахарова, Ленина, Мира, Вавилова, Приборостроителей и Блохинцева, Хлебозаводской переулоч, Новое шоссе.

Только 12% точек наблюдения интенсивность движения автотранспорта фактически не изменилась (улицы Молодежная, Строителей, Макаренко, Тверская, Хлебозаводской переулоч), в 10% точек наблюдения даже снизилась (улица Макаренко (снижение на 50%), Володарского (снижение на 40%), Октябрьская и Курчатова (снижение на 20%).

Хотелось бы отметить, что на довольно загруженной ранее улице Университетской отмечено незначительное (около 2 раз) увеличение интенсивности (949 авт./ч в настоящее время), в связи с перенаправлением грузового автотранспорта по объездной улице Приборостроителей (789 авт./ч в настоящее время).

Если рассмотреть изменение интенсивности движения автотранспорта по улицам города за 15 лет (период 1998–2014 годы) с использованием методов кластерного анализа (с помощью К-средних с метрикой по наиболее отстоящим (отличным) друг от друга объектам), то выделение 5 кластеров позволяет нам сгруппировать все городские улицы следующим образом:

1 группа: проспект Боголюбова – самая используемая магистраль города и застраиваемый район г. Дубны;

2 группа: улицы Понтекорво, Приборостроителей и Новое шоссе, объединение которых можно объяснить постройкой высотных домов «Фрегат», торговых и развлекательных комплексов в районе Черная речка, объездами проспекта Боголюбова и выездом из г. Дубны;

3 группа: улицы Университетская, Станционная, Московская, Жуковского, Молодежная – центральные магистрали всех районов г. Дубны, если исключить из рассмотрения проспект Боголюбова;

4 группа: улицы Мира, Попова, Энтузиастов, Октябрьская, Тверская, Вокзальная, Векслера, Строителей, Курчатова, Володарского, Макаренко – улицы селитебной части города с малыми предприятиями бытового обслуживания населения;

5 группа: Спортивная, Центральная, Инженерная, 9 Мая, Блохинцева, Ленина, Вавилова, Сахарова, Жуковского, Кирова, Свободы, Орджоникидзе, Мичурина, Карла-Маркса, Правды, Березняка, Макаренко и переулок Хлебозаводской – улицы спальных районов.

Как показали расчеты, выполненные в 2007 году, интенсивность движения автотранспорта продолжит увеличиваться практически на всех дорогах города, и в 2010 году интенсивность в среднем достигнет 469 авт./ч. [6]. Прогноз полностью оправдался, и в 2013 г. по натурным данным средняя интенсивность составляет 532 авт./ч.

Интенсивность движения автотранспорта в 2010 г. прогнозировалась более 1000 автомобилей на улицах Жуковского, Молодежная, Векслера, проспект Боголюбова, более 500 авт./ч на улицах Макаренко, Октябрьская, Карла-Маркса, Володарского, Новом шоссе, Вокзальная, Станционная, Строителей, Университетская, что подтверждают натурные исследования 2013–2014 гг. Минимальная интенсивность движения автотранспорта по прогнозам к 2010 г. составит 32 авт./ч на улице Орджоникидзе, что также подтвердилось.

Как показали анализы растительного материала, повышенное содержание тяжелых металлов (Pb, Cu, Ni, Cd, Zn) наблюдаются на улице Новое шоссе (Pb 18,10 мг/кг, Cu 22,89 мг/кг, Cd 0,32 мг/кг, Ni 4,25 мг/кг, Zn 12,7 мг/кг) и проспект Боголюбова (Pb 17,9 мг/кг, Cu 23,6 мг/кг, Cd 0,33 мг/кг, Ni 4,25 мг/кг, Zn 12,72 мг/кг). Повышенное содержание Pb, Cu отмечено также на улицах Энтузиастов (Pb 6,67 мг/кг, Cu 16,14 мг/кг), Понтекорво (Pb 11,6 мг/кг, Cu 16,07 мг/кг), Вокзальная (Pb 6,20 мг/кг, Cu 20,01 мг/кг), Станционная (Pb 17,87 мг/кг, Cu 19,14 мг/кг), Университетская (Pb 7,52 мг/кг, Cu 20,34 мг/кг); Ni – на улицах Станционная (3,54 мг/кг), Понтекорво (2,02 мг/кг); Cd – на улицах Станционная (0,38 мг/кг), Правды (0,28 мг/кг), 9 Мая (0,26 мг/кг), Университетская (0,26 мг/кг), Понтекорво (0,26 мг/кг); Zn – на улицах Понтекорво (3,35 мг/кг), Вокзальная (6,35 мг/кг), Университетская (7,12 мг/кг), Моховая (8,34 мг/г), в районе

пересечения улиц Курчатова и Ленинградской (12,23 мг/кг).

По данным Ильина В.Б. [2], содержание тяжелых металлов в растительности на незагрязненных почвах (усредненные данные) составляет для Pb – 4,1 мг/кг; Cu – 9,9 мг/кг; Ni – 8,1 мг/кг; Cd – 0,78 мг/кг; Zn – 53,3 мг/кг. Таким образом, в 28% исследованных проб отмечено превышение Pb (относительно растительности на незагрязненных почвах), в 25% – превышение Cu. Для Ni, Cd, Zn превышения не обнаружены.

Корреляционный анализ показал значимую зависимость между концентрациями Cu и Pb ($r=0,87$), Pb и Cd ($r=0,76$), а также Cu и Cd ($r=0,75$), что указывает на единый источник поступления. Содержание тяжелых металлов в растительности коррелирует с интенсивностью движения на исследуемых пунктах пробоотбора ($r=0,89$).

По результатам расчета выбросов, от автотранспорта в атмосферу отмечается дальнейшее увеличение выбросов соединений свинца, диоксида азота, оксида углерода, которые в ряде районов города превышают ПДК. Концентрация бензина, бенз(а)пирена, формальдегида, по прогнозным данным, также возрастет, но при этом не превысит ПДК.

Оценка экологических рисков для здоровья населения г. Дубны от загрязнения атмосферного воздуха проводилась в соответствии с руководством по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду (Р 2.1.10.1920-04 от 05.03.04). Как показали расчеты, суммарный канцерогенный индивидуальный риск в течение всей жизни достигает второго (низкого) уровня из четырех возможных на половине участков города за счет сажи. Что касается неканцерогенного риска, то на трех участках города неканцерогенная опасность достигает второго (допустимого) уровня из пяти возможных за счет двуокиси азота, на двух участках – за счет соединений свинца, на одном из участков – за счет формальдегида и двуокиси серы. Таким образом, вклад выбросов автотранспорта на здоровье населения обнаруживается [5].

Выводы

По сравнению с 2007 годом в г. Дубна произошло увеличение интенсивности транспортного потока по всем основным автомагистралям в среднем в 2-3 раза, средняя интенсивность движения составляет 532 авт./ч, что в 1,5 раза выше, чем в 2007 году и в 3 раза выше, чем в 1998 году. Правобережная часть города характеризуется наибольшей интенсивностью движения.

Наиболее загруженными транспортными автомагистралями являются проспект Боголюбова, Новое шоссе, улицы Жуковского и Молодежная – основные транспортные артерии города. Наименее загруженными дорогами являются улицы Орджоникидзе, Вавилова и Хлебозаводской переулков с относительно небольшим числом жителей и отсутствием крупных магазинов и промышленных объектов.

Повышенные содержания всех определяемых тяжелых металлов (Pb, Cu, Cd, Ni, Zn) отмечаются в придорожной растительности наиболее используемых магистралей города – Нового шоссе и проспекта Боголюбова.

Корреляционный анализ показал высокую зависимость между концентрациями в придорожной растительности Cu и Pb, Pb и Cd, Cu и Cd, что указывает на единый источник их поступления.

Содержание тяжелых металлов (Pb, Cu, Zn, Cd, Ni) в придорожной растительности коррелирует с интенсивностью движения на изучаемых пунктах пробоотбора.

Воздействие компонентов выбросов автотранспорта на здоровье населения города зафиксировано от таких составляющих, как сажа, двуокиси азота и серы, соединения свинца, формальдегид.

Список литературы

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2012 году» – <http://www.mnr.gov.ru/regulatory/list.php?part=1101>. Режим доступа: свободный. Дата обращения 29.06.2014.
2. Ильин В.Б. Тяжелые металлы в системе почва – растение. – Новосибирск: Наука, 1991.
3. Каплина С.П., Каманина И.З. Экологическое состояние окружающей среды урбанизированных территорий // Фундаментальные исследования. – М.: ИД «Академия естествознания». – 2014. – № 6 (часть 4). – С. 760–764.
4. Методические указания по оценке влияния выбросов автотранспорта на окружающую среду вдоль автомобильных дорог. – Минск, Госкомитет Республики Беларусь по экологии, 1993. – 89 с.
5. Нисифорова И.А. Рук. Савватеева О.А. Оценка экологических рисков для здоровья населения города Дубна Московской области // Современные наукоемкие технологии. Смежные направления. – 2009 (Приложение). – № 11. – М.: 2009. – С. 107–127.
6. Синева Е.Н. Воздействие автотранспорта на окружающую среду г. Дубна (анализ и прогноз) // Материалы 16-й науч. конф. студентов, аспирантов и молодых специалистов г. Дубна, 23 марта – 3 апреля 2009 г. – Дубна: Международный университет природы, общества и человека «Дубна», 2010. – С. 176–177.
7. Сайт Регионального экологического центра «Дубна» – <http://www.ecocenter.dubna.ru/> – Режим доступа: свободный. Дата обращения 29.06.2014.

References

1. Gosudarstvennyj doklad «O sostojanii i ob ohrane okruzhajushhej sredej Rossijskoj Federacii v 2012 godu». Available at: <http://www.mnr.gov.ru/regulatory/list.php?part=1101>. Accessed 29 June 2014.

2. Il'in V.B. Tjzhelye metally v sisteme pochva – rastenie. Novosibirsk: Nauka, 1991.

3. Kaplina S.P., Kamanina I.Z. Jekologicheskoe sostojanie okruzhajushhej sredy urbanizirovannyh territorij. [Fundamental'nye issledovanija]. Moscow, ID «Akademija estestvoznaniya» 2014. №6 (chast' 4), 2014, pp. 760–764.

4. Metodicheskie ukazaniya po ocenke vlijaniya vybrosov avtotransporta na okruzhajushhiju sredu vdol' avtomobil'nyh dorog. Minsk, Goskomitet Respubliki Belarus' po jekologii, 1993.

5. Nisiforova I.A., Savvateeva O.A. Ocenka jekologicheskikh riskov dlja zdorov'ja naselenija goroda Dubna Moskovskoj oblasti. [Sovremennye naukoemkie tehnologii. Smezhnye napravlenija. № 11, 2009 (Prilozhenie)]. Moscow, 2009. Pp. 107–127.

6. Sineva E.N. Vozdejstvie avtotransporta na okruzhajushhiju sredu g. Dubna (analiz i prognoz). [Materialy of the 16th nauchnoj konferencii studentov, aspirantov i molodyh specialistov g. Dubna, 23 marta – 3 aprelja 2009 g.]. Dubna: Mezhdunarodnyj universitet prirody, obshhestva i cheloveka «Dubna», 2010. Pp. 176–177.

7. Sajt regional'nogo jekologicheskogo centra «Dubna» [Jekologija nashego goroda]. Available at: <http://www.ecocenter.dubna.ru>. Accessed 29 June 2014.

Рецензенты:

Виницкий С.И., д.ф.-м.н., профессор, международная межправительственная научно-исследовательская организация Объединенный институт ядерных исследований (ОИЯИ), г. Дубна;

Судницын И.И., д.б.н., профессор кафедры экологии и наук о Земле факультета естественных и инженерных наук, Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Московской области «Международный университет природы, общества и человека «Дубна», г. Дубна.

Работа поступила в редакцию 29.07.2014.