

УДК 625.7:504.054:628.31

АКТУАЛЬНОСТЬ ЗАДАЧИ ОЧИСТКИ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА С ДОРОЖНОГО ПОЛОТНА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Евстигнеева Ю.В., Евстигнеева Н.А.

*Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет, Москва,
e-mail: y.evst_tb@mail.ru*

Реализация на практике экологической устойчивости транспортной системы – важная государственная задача. Без ее решения невозможно обеспечить благоприятную окружающую среду, укрепление здоровья населения, устойчивое социально-экономическое развитие и другие национальные интересы страны. В статье анализируется современный уровень воздействия автомобильных дорог на окружающую среду в части загрязнения вредными веществами на этапе эксплуатации транспортного сооружения. С этой целью на основе статистических данных Росстата, Минприроды России проводится сопоставление поступлений вредных веществ от автомобильной дороги в атмосферу, объекты гидросферы, почву. Проведенное исследование позволяет прийти к выводу, что в настоящее время наиболее опасным источником химического загрязнения среды обитания является поверхностный сток с проезжей части автомобильных дорог. Указаны особенности поверхностного стока с дорожного полотна, затрудняющие наблюдение и контроль за ним со стороны государственных органов надзора. Ситуация усугубляется еще и тем, что проектируемые и возводимые на автомобильных дорогах локальные очистные сооружения (ЛОС), предназначенные специально для очистки поверхностного стока с автомобильных дорог, обладают низкой эффективностью как из-за ошибок проектирования, так и из-за ненадлежащих обслуживания и ремонта. Организация эффективной очистки поверхностного стока с автомобильных дорог является острой экологической проблемой и требует незамедлительного решения: необходимо совершенствовать систему правового регулирования в части наблюдения и контроля за ЛОС, а также разрабатывать новые конструкции ЛОС.

Ключевые слова: автомобильная дорога, загрязнение окружающей среды, поверхностные сточные воды, очистное сооружение

ACTUALITY OF RUNOFF CLEANING FROM THE ROAD SURFACE

Evstigneeva Yu.V., Evstigneeva N.A.

*Moscow Automobile and Road Construction State Technical University, Moscow,
e-mail: y.evst_tb@mail.ru*

The practical implementation of the environmental sustainability of the transport system is an important national task. It is impossible to ensure a conducive environment, improvement of population health, sustainable socio-economic development and other national interests of the country without its solution. The article analyzes the current level of impact of roads on the environment in terms of pollution by harmful substances during the operation of a transport facility. For this purpose on the basis of the statistical data of Federal State Statistics Service and the Ministry of Natural Resources and Environment of the Russian Federation, a comparison of the inflow of harmful substances from the road into the atmosphere, objects of the hydrosphere and soil is carried out. The conducted examination allows us to conclude that at present the most dangerous source of chemical pollution for the habitat is surface runoff from the carriageway. The features of surface runoff from the roadway which make it difficult to monitor and control it by the state supervisory authorities are indicated. The situation is aggravated by the fact that local runoff treatment plants (LRTs) designed and erected on roads, designed specifically for cleaning surface runoff from highways, have low efficiency, both due to design errors and due to inappropriate maintenance and repair. The organization of effective cleaning of surface runoff from roads is an acute environmental problem and requires an immediate solution: it is necessary to improve the system of legal regulation in terms of monitoring and controlling LWTPs, as well as developing new LWTPs designs.

Keywords: road, environmental pollution, surface runoff, treatment plant

Развитие современной и эффективной транспортной системы отвечает интересам обеспечения национальной безопасности Российской Федерации, поскольку способствует реализации стратегических национальных приоритетов, к которым относятся оборона страны, государственная и общественная безопасность, повышение качества жизни российских граждан, экономический рост [1]. При этом ставится задача обеспечения экологической устойчивости транспортной системы, то есть такого ее состояния, при котором «транспортная система, ... выполняя свои функции в те-

чение своего полного жизненного цикла эксплуатации, обеспечивает выполнение общепринятых целей в области качества окружающей среды и охраны здоровья ...; не нарушает целостности экосистем ...; не приводит к дальнейшему ухудшению глобальных процессов, таких как изменение климата и образование «озоновых дыр» в стратосфере» [2].

Среди существующих видов путей сообщения наибольшую протяженность имеют автомобильные дороги (табл. 1), а движущийся по ним автотранспорт является «одним из лидеров по величине экологического ущерба

природе, а по некоторым показателям даже превосходит ущерб, наносимый промышленными выбросами» [3, с. 393].

Значимым негативным воздействием на окружающую среду введенной в эксплуатацию автомобильной дороги является химическое загрязнение компонентов окружающей среды – атмосферного воздуха, гидросферы и почв.

Загрязнение атмосферного воздуха вредными веществами. Сравнительная оценка валовых выбросов вредных веществ

в атмосферу от стационарных и передвижных источников, позволяющая судить о значительном вкладе автомобильного транспорта в загрязнение атмосферного воздуха, приведена в табл. 2. Из представленных данных также следует, что несмотря на значительный рост (в 1,74 раза) за последние 12 лет автомобильного парка (рисунок) меры, предпринимаемые Правительством РФ, позволили удерживать валовые выбросы вредных веществ от автотранспорта на уровне 13...14 млн т.

Таблица 1

Протяженность путей сообщений РФ (на конец года; тыс. км) [4, с.32]

Вид путей сообщения	Год				
	2005	2010	2015	2016	2017
Железнодорожные пути общего пользования ¹⁾	85	86	86	86	87
Автомобильные дороги – всего ²⁾	858	1004	1642	1658	1666
Трамвайные пути ¹⁾	2,8	2,6	2,5	2,5	2,5
Троллейбусные линии ¹⁾	4,9	4,9	5,3	5,3	5,2
Пути метрополитена ¹⁾ , км	436	475	517	532	542
Магистральные трубопроводы	225	233	252	250	250
в том числе:					
газопроводы	160	167	178	179	180
нефтепроводы	50	49	55	54	53
нефтепродуктопроводы ³⁾	16	16	19	17	17
Внутренние водные судоходные пути	102	101	102	101	101

Примечания к табл. 1.

¹⁾ Эксплуатационная длина.

²⁾ С 2015 г. – включая протяженность улиц.

³⁾ С 2015 г. – включая протяженность магистральных нефтепродуктопроводов на территории иностранных государств.

Таблица 2

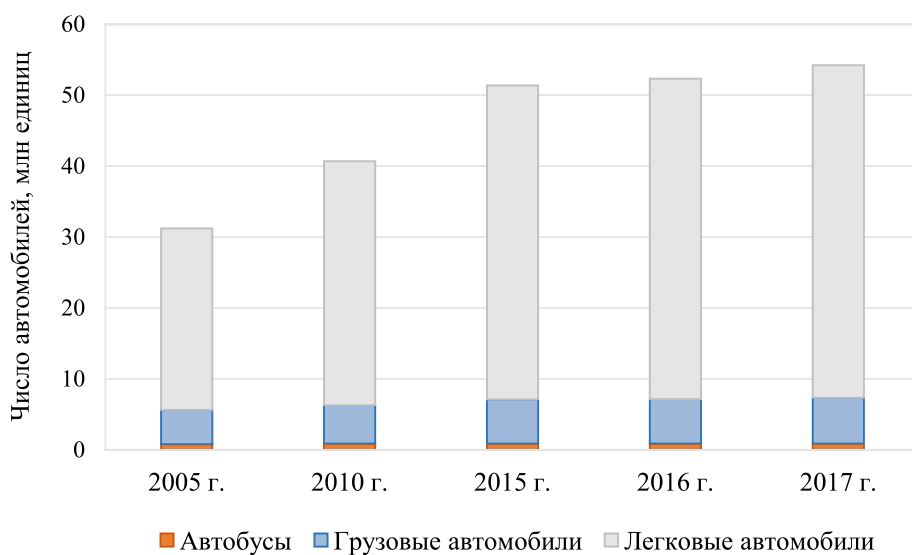
Выбросы загрязняющих атмосферу веществ стационарными
и передвижными источниками [5, с. 43; 6, с. 6; 7, с. 325]

Показатель	Год					
	2005	2010	2014	2015	2016	2017
Выброшено загрязняющих атмосферу веществ – всего, тыс. т	35835	32353	31228	31269	31617	32068
в том числе:						
стационарными источниками загрязнения ¹⁾	20425	19116	17452	17296	17349	17477
передвижными источниками ²⁾ ,	15410	13237	13776	13973	14268	14590
в том числе:						
автомобильным транспортом	15410	13105	13622	13819	14105	14448
железнодорожным транспортом	-	132	154	154	163	142
Удельный вес выбросов от автомобильного транспорта в общем объеме загрязняющих веществ, %	43,0	40,5	43,6	44,2	44,6	45,1

Примечания к табл. 2.

¹⁾С 2014 г. выбросы от стационарных источников приведены с учетом индивидуальных предпринимателей.

²⁾2005 г. – по данным бывшего Министерства природных ресурсов РФ, с 2010 г. – по данным Росприроднадзора. 2005 г. – выбросы от автомобильного транспорта; с 2010 г. – выбросы от автомобильного и железнодорожного транспорта.



Парк автомобильного транспорта РФ в 2005 – 2017 гг. (на конец года) [4, с. 52]

На этапе эксплуатации автомобильной дороги помимо выбросов загрязняющих веществ [CO , NO_x , летучих органических соединений, SO_2 , дисперсных частиц (прежде всего сажи)], характерных для сгорания углеводородных топлив, в атмосферу поступают продукты истирания дорожных покрытий и рабочих элементов автотранспортных средств (шин, тормозных колодок, дисков сцепления).

Загрязнение водных объектов вредными веществами. Автомобильный транспорт, а также работы, связанные с обслуживанием и содержанием дорог, являются источниками загрязнения поверхностного стока (дождевого, талого, поливочного), образующегося на дорогах. Загрязнение поверхностного стока происходит за счет пыли, продуктов сгорания топлива, износа шин, тормозных колодок, дисков сцепления, дорожного покрытия, а также за счет топливно-смазочных, противогололедных и других материалов, оседающих на дорожном полотне и затем попадающих в сточные воды. Основные источники загрязнения поверхностного стока с автомобильных дорог приведены в табл. 3.

Степень загрязнения поверхностного стока вредными веществами определяется целым рядом факторов:

- характеристиками автотранспортного потока (интенсивность, скорость движения, состав потока);
- характеристиками автотранспортных средств (масса, габариты, техническое со-

стояние транспортных средств, используемые в них эксплуатационные и расходные материалы, масса и характер перевозимых грузов);

- характеристиками дорожного покрытия (тип покрытия, физико-механические свойства материала и состояние покрытия);
- индивидуальными особенностями участка дороги (продольный профиль, поперечный профиль, наличие выемок, насыпей; наличие автозаправочной станции, станции технического обслуживания и пр.);
- погодными-климатическими условиями местности.

Химический состав дождевого и талого поверхностных стоков с автомобильных дорог, приведенный в табл. 4 в сопоставлении с установленными предельно допустимыми концентрациями (ПДК) вредных веществ в воде водных объектов, указывает на значительное превышение санитарно-гигиенических нормативов.

Поскольку загрязненный поверхностный сток с дорожного полотна характеризуется нестационарностью режима, а также является рассредоточенным источником загрязнения водных объектов (поверхностных и подземных), то, как правило, он находится вне системы мониторинга и контроля со стороны государственных органов надзора (то есть является неконтролируемым источником).

В Государственном докладе «О состоянии и охране окружающей среды Российской Федерации в 2016 году» (да-

лее – Доклад) приводятся данные по контролируемым источникам сточных вод страны, свидетельствующие, что в период с 1996 г. по 2016 г. сократились как общий объем сточных вод (на 28%), так и объем загрязненных сточных вод (примерно на 40%), отводимых в поверхностные водные объекты. Однако это обстоятельство не привело к значительному улучшению качества воды в последних: «по большинству речных бассейнов состояние качества воды остается неудовлетворительным и по-прежнему не отвечает нормативным требованиям» [9, с. 58]. Этот факт специ-

алисты Минприроды России связывают с воздействием многочисленных неконтролируемых источников загрязнения, таких как поверхностный сток с автомобильных дорог, промышленных площадок, селитебных территорий, сельскохозяйственных земель и пр., а также с воздействием источников накопленных загрязнений – почв, грунтов, донных отложений. Более того, в Докладе подчеркивается, что «по многим имеющимся оценкам именно указанные источники в настоящее время вносят основной вклад в загрязнение водных объектов» [9, с. 58].

Таблица 3

Основные источники загрязнения поверхностного стока с автомобильных дорог [8, с. 17]

Источник загрязнения		Загрязняющие вещества
Автомобиль	Шины (износ)	Взвеси, Pb, Cu, Cd, Zn
	Тормозные колодки, диск сцепления (износ)	Взвеси, Pb, Cu, Cd, Zn
	Топливо (сгорание)	Pb, C
	Эксплуатационные жидкости (негерметичность, авария)	Нефтепродукты, этиленгликоль, Zn, P, S
Дорога	Дорожное покрытие (износ)	Взвеси
	Зимнее содержание дорог	Взвеси, CaCl ₂ , NaCl, Pb, Zn, Fe
Придорожная территория	Воздушный перенос	Взвеси, органические соединения

Таблица 4

Концентрации некоторых веществ в поверхностном стоке с автомобильных дорог, мг/дм³ (по данным российских исследований) [8, с. 23]

Загрязняющие вещества	Дождевой сток		Талый сток		ПДК
	диапазон	среднее	диапазон	среднее	
Взвешенные вещества	174...2700	1437	1400...3000	2900	1)
Нефтепродукты	0,74...30	15,3	10...60	35	0,3 ²⁾
Pb	0,28...0,3	0,29	0,28...0,31	0,3	0,01 ²⁾
Zn	0,3...0,7	0,5	0,6...0,8	0,7	1 ²⁾
Cu	0,01...0,1	0,055	0,01...0,1	0,055	1,0 ²⁾
Cd	-	-	-	-	0,001 ²⁾
ХПК	25...79	52	32...150	91	3)

Примечания к табл. 4.

¹⁾Согласно СанПиН 2.1.5.980-00 при сбросе сточных вод в водный объект содержание взвешенных веществ в его контрольном створе (пункте) не должно увеличиваться по сравнению с естественными условиями более чем на 0,25 мг/дм³ – для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения и более чем на 0,75 мг/дм³ – для рекреационного водопользования, а также в черте населенных мест. Для водных объектов, содержащих в межень более 30 мг/дм³ природных взвешенных веществ, допускается увеличение их содержания в воде в пределах 5%.

²⁾Приведены ПДК химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования по ГН 2.1.5.1315-03.

³⁾Согласно СанПиН 2.1.5.980-00 в местах питьевого и хозяйственно-бытового водопользования, химическое потребление кислорода (ХПК) в воде не должно превышать 15 мг О₂/дм³, а в местах рекреационного водопользования, а также в черте населенных мест – 30 мг О₂/дм³.

Загрязнение почв вредными веществами. При стоке поверхностных вод с дорожного полотна на ландшафт происходит химическое загрязнение почв, уровень которого определяется буферной емкостью (поглотительной способностью) почв. В Докладе особо отмечается, что «на фоне наблюдающихся в Российской Федерации тенденций снижения выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух и сброса загрязняющих веществ в водные объекты и пусть медленного, но улучшения показателей загрязнения атмосферного воздуха и водных объектов, уровень химического загрязнения почвенного покрова не снижается» [9, с. 133]. Наличие же значительных запасов загрязняющих веществ в почвах и грунтах, а также постепенная миграция «этих ингредиентов от водоразделов к соответствующим рекам в условиях неоднократного их переотложения в отрицательных формах рельефа» [9, с. 58] и медленный вынос с подземным стоком, в свою очередь, приводит к ухудшению качества поверхностных и подземных вод.

Выполненный авторами анализ источников [3-10] позволяет заключить, что проблеме загрязненного поверхностного стока с автомобильных дорог, оказывающих значимое воздействие на состояние водных объектов и почв, в настоящее время уделяется недостаточное внимание. В [10, с. 7; 3, с. 399] указывается на низкую эффективность построенных на автомобильных дорогах локальных очистных сооружений, предназначенных для очистки поверхностных стоков. Причины этого заключаются как в ошибках проектирования, так и в том, что после строительства очистных сооружений они «практически не обслуживаются и не ремонтируются» [10, с. 7], поскольку отсутствует должный контроль за их работой, требования к которому в настоящее время не регламентируются нормативными правовыми актами [3, с. 399].

Ясно, что для обеспечения экологической устойчивости транспортной системы

необходимо принять меры, направленные на снижение массы загрязняющих веществ, поступающих с поверхностным стоком с проезжей части автомобильных дорог в водные объекты и почвы. В связи с этим вопросы актуализации соответствующей нормативной правовой базы и разработки новых конструкций очистных сооружений, менее трудозатратных для контроля, обслуживания и ремонта, остро стоят на повестке дня.

Список литературы

1. Стратегия национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года: утв. Указом Президента РФ от 31.12.2015 № 683. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_191669/ (дата обращения 03.01.2019).
2. Environmentally Sustainable Transport. Figures, Strategies and Best Practices. EST Project. Synthesis Report, OECD – Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft Umwelt und Wasserwirtschaft, Vienna, 2000.
3. Веремеев А.М., Томилов А.А., Ручкинова О.И. Поверхностные сточные воды с автомобильных дорог // Современные технологии в строительстве. Теория и практика. 2016. Т. 1. С. 393-402.
4. Транспорт в России. 2018: Стат. сб. / Росстат. М., 2018. 101 с. ISBN 978-5-89476-454-2.
5. Выбросы загрязняющих атмосферу веществ стационарными и передвижными источниками // Охрана окружающей среды в России. 2018: Стат. сб. / Росстат. М., 2018. 125 с. ISBN 978-5-89476-453-5.
6. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2014 году». URL: http://www.mnr.gov.ru/docs/o_sostoyanii_i_ob_okhrane_okruzhayushchey_sredy_rossiyskoy_federatsii/142679/ (дата обращения 04.01.2019).
7. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2017 году». М.: Минприроды России; НПП «Кадастр», 2018. 888 с.
8. Касаткин А.В. Разработка метода очистки поверхностного стока с проезжей части автомобильных дорог: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.11; 05.23.04 / МАДИ (ГТУ). М., 2007. 150 с.
9. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2016 году». М.: Минприроды России; НИИ-Природа, 2017. 760 с. ISBN 978-5-9562-0096-4.
10. Разработка методики оценки экологических рисков, связанных с очисткой поверхностного стока с дорог: отчет о НИР (промежуточ.) / МАДИ; рук. Трофименко Ю.В.; исполн.: Григорьева Т.Ю. [и др.]. М., 2013. 105 с. № И120213141513.