

УДК 616.02

Экологические аспекты влияния автотранспорта на окружающую среду

В.А. Никифорова^a, О.В. Сташок^b, А.И. Мендофий^c, А.А. Никифорова^d

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

^anikiforova@mail.ru, ^bolazar@yandex.ru, ^cturboki@front.ru, ^deco@brstu.ru

Статья поступила 15.09.2014, принята 20.11.2014

Иркутская область обладает развитой транспортной сетью, обеспечивающей как внутриобластные, так и внешние транспортные связи, и современный транспорт является особым источником воздействия на природу и человека прежде всего в силу его большой распространенности. Транспортный комплекс городов, включающий различные транспортные средства и инфраструктурные объекты, наносит значительный экологический вред городской среде. Это подтверждают проведенные авторами натурные исследования структуры и интенсивности автотранспортных потоков на автомагистралях в условиях плотной застройки, нашедшие отражение в подготовленных исходных материалах для дальнейшего исследования воздействия загрязняющих веществ от автотранспорта на экологическое благополучие района исследования. Содержание в атмосферном воздухе специфических загрязняющих веществ приводит к количественным и качественным изменениям в окружающей среде и организме человека, поэтому для оценки экологических аспектов влияния автотранспорта на окружающую среду необходима количественная оценка поступления в атмосферный воздух специфических загрязняющих веществ с выбросами автотранспортных средств при различных метеорологических условиях. Проведена количественная оценка средней концентрации оксида углерода в выбросах автомобильного потока города, разработан алгоритм прогноза распространения облака загрязнения выхлопных газов в городских условиях.

Ключевые слова: окружающая среда, атмосферный воздух, загрязнение, автотранспорт, моделирование трансформации облака загрязнения.

Environmental aspects for influence of motor transport on the environment

V.A. Nikiforova^a, O.V. Stashok^b, A.I. Mendofy^c, A.A. Nikiforova^d

Bratsk State University; 40, Makarenko St., Bratsk, Russia

^anikiforova@mail.ru, ^bolazar@yandex.ru, ^cturboki@front.ru, ^deco@brstu.ru

Received 15.09.2014, accepted 20.11.2014

Irkutsk region has a developed transport network, ensuring both intraregional and external transport links. Modern transportation is a special source for influencing on nature and a human because of its high popularity. The transport city complex, including a broad variety of motor transport and infrastructure objects cause significant environmental harm to the urban environment. It is confirmed by the natural researches of the structure and intensity of motor transport flows on highways under the conditions of dense development. The research done have been embodied in preparation of starting material for further study of the influence of pollutants from motor transport on the ecological well-being of the area under study. The content of specific pollutants in the atmosphere leads to quantitative and qualitative changes in the environment and in human organism. Therefore, a quantitative estimation for fugitive emissions in specific air pollutant emissions of motor transport under different weather conditions has been necessary to assess the environmental aspects for influence of motor transport on the environment. The quantitative assessment has been done to determine average oxygenation of carbon monoxide in the emission of the motor flow and an algorithm has been developed to predict the spread of chemical pollution of exhaust gases in cities.

Key words: environment, atmosphere, pollution, motor transport, simulation of the transformation of a contamination cloud.

Введение. Во всех экономически развитых странах мира автомобильный транспорт по объему перевозок занимает ведущее место. Автомобильный парк мира непрерывно увеличивается и на сегодня превышает 400 млн. ед. Однако при таком значительном увеличении масштабов и темпов роста автомобилизации возникает ряд серьезных проблем, связанных с вредными для ок-

ружающей среды и общества последствиями, которые сопровождают этот процесс [8, 23].

Многогранность автомобилизации как сложной социально-техничко-экономической системы определяет многосторонность ее взаимных связей с окружающей средой. Подход современной науки к общим проблемам отношений человека и природы позволил класси-

фицировать эти связи на три основных направления: потребление ресурсов, загрязнение окружающей среды и негативные социальные последствия [1, 3].

Достигнутый уровень автомобилизации в России в настоящее время в 2–4 раза ниже этого уровня в западных странах. Производимые в России модели автомобилей на 8–10 лет отстают по всем основным показателям (экономичность, надежность, безопасность) от автомобилей, выпускаемых в промышленно развитых странах. К тому же автотранспортные средства отечественного производства не удовлетворяют современным экологическим требованиям. В условиях быстрого роста автомобильного парка это приводит к еще большему возрастанию негативного воздействия на окружающую среду [4].

Состав отечественного автопарка по видам используемого топлива остается неизменным на протяжении ряда лет. Доля автомобилей, использующих газовое топливо, не превышает 2 %. Удельный вес грузовых автомобилей с дизельным двигателем составляет 28 %, доля автобусов, работающих на дизельном топливе, равна примерно 13 % [12, 13].

Важнейшими составляющими экономики регионов России, в значительной мере определяющими уровень материального и социального благополучия людей, являются промышленность и транспорт, которые представляют собой крупнейшие источники занятости и дохода населения и необходимы для производства различных товаров и услуг.

Однако их функционирование сопровождается мощным негативным воздействием на окружающую среду. Величина экологического ущерба, наносимого только при загрязнении атмосферного воздуха промышленными выбросами, достигает суммы, превышающей 2 % валового национального продукта (при этом до 40 % этого ущерба наносится стационарными объектами и до 60 % — передвижными, в основном автотранспортом). Загрязненная природная среда производственных зон и густонаселенных городских территорий России оказывает негативное влияние на здоровье более 60 млн. человек, проживающих в городах и работающих на различных предприятиях. При этом формирование определенной экологической ситуации зависит от суммарного воздействия различных объектов промышленности и транспорта с учетом их взаимосвязи [11, 14, 17].

Для автомобильного парка г. Братска характерен довольно высокий темп роста количества автомобилей. Обеспеченность собственными легковыми автомобилями составляет 115,63 единицы на 1000 жителей.

Наблюдается ежегодное увеличение количества автотранспорта. При этом хорошо прослеживается региональная специфика: большинство автомобилей иностранного производства, составляющих основную массу частного транспорта, находится в эксплуатации более 5 лет [23].

Во многих городах мира концентрации вредных веществ в воздухе, создаваемые выбросами автотранспорта, превышают стандарты качества атмосферного воздуха, и наша страна не исключение. В связи с этим

проблема снижения негативного воздействия автотранспорта на здоровье людей, воздушный и водный бассейны, растительный и животный мир, почву весьма актуальна [5, 6, 9, 15, 20].

Уровень загрязнения воздуха зависит не только от количества выбросов вредных веществ, но и, в большей степени, от условий рассеивания примесей в атмосфере. При определенных метеорологических условиях концентрации примесей в воздухе увеличиваются и могут достигать опасных значений.

Кратковременное сокращение выбросов в периоды увеличения загрязнения воздуха может существенно улучшить состояние воздушного бассейна. Вопросы регулирования выбросов и прогноза загрязнения атмосферы тесно связаны между собой [10, 17].

Существующий уровень развития отечественных технологий не позволяет обеспечить нужную очистку выбросов, поэтому, естественно, возникает вопрос о возможности их сокращения хотя бы в сравнительно короткие периоды времени, когда образуется неблагоприятная метеорологическая обстановка, при которой может создаваться опасное загрязнение воздуха.

Полное решение проблемы уменьшения загрязнения воздуха автотранспортом зависит, в первую очередь, от технических мероприятий, касающихся повышения экологичности каждого автомобиля и уменьшения токсичности автомобильных выбросов. Это долгосрочная программа, требующая больших материальных затрат и времени. Определить целесообразность и достаточность тех или иных технических и организационных мероприятий по снижению выбросов автотранспорта позволяет долгосрочный прогноз с учетом информации о существующих уровнях загрязнения воздуха в городах и мероприятий по снижению выбросов автотранспорта.

Цель исследования — анализ экологических аспектов влияния автотранспорта на окружающую среду.

Материалы и методы исследования. В качестве объекта исследования рассматривается окружающая среда и уровень загрязнения атмосферы г. Братска вредными ингредиентами, поступающими с выбросами автотранспортных средств.

Предметом исследования являлись параметры качества объекта внешней среды — атмосферного воздуха за период 2013 года и численное моделирование с целью анализа трансформации загрязненного облака, формируемого выбросами автотранспорта под влиянием метеорологических, орографических условий. Данная модель позволяет учитывать особенности и влияние городской застройки на распространение загрязняющих веществ на фоне меняющихся во времени и пространстве крупномасштабных метеорологических полей [2].

Режим движения автомобильного транспорта в городе имеет свои особенности. В результате постоянных разгонов и торможений перекрестки являются участками (источниками) поступления значительного количества загрязняющих веществ в атмосферу города, поэтому они рассматривались как точечные источники.

Натурные наблюдения за автомобильными потоками осуществлялись на ул. Крупской, Обручева, Мира на основе мониторинговых исследований, касающихся интенсивности автомобильного движения на данных улицах, а именно, проанализирован количественный состав автотранспортных средств (с учетом градации транспорта на легковые автомобили, автобусы, грузовые автомобили малой, средней и большой грузоподъемности), осуществляющих движение по указанным улицам в час пик.

В силу определенной сложности проведения натуральных экспериментов и для репрезентативности выборки наблюдения проводились два раза в месяц с длительностью 7 дней в следующие сезоны: лето (июль), осень (октябрь), начало зимы (декабрь) 2013 года.

Наблюдения осуществлялись ежедневно, в течение 7 дней (включая выходные), в периоды времени: с 8.00 до 9.00, с 17.00 до 18.00. Для проведения анализа и дальнейших вычислений данные усреднялись.

Анализ климатических факторов, характеризующих метеорологический режим — скорость ветра, относительная влажность воздуха и температура — проведен по данным наблюдений РосГидромета.

Выбор местоположения пунктов сбора информации определялся следующим образом:

– ул. Крупской: участок заезда автотранспорта в центральную часть города, маршрут следования городского транспорта.

Первый пункт располагался непосредственно при въезде на данную улицу, в некотором отдалении от перекрестка. Второй — после двух остановок, расположенных по разные стороны дороги (с целью включения в анализ потока маршрутных транспортных средств). Третий пункт — между перекрестками ул. Крупской – Рябикова и Крупской – Металлургов. Четвертый — в конце улицы, между пересечениями с улицами Металлургов и Комсомольской;

– ул. Мира: центральная улица, на которой расположены магазины, офисы, административные здания. Но больший интерес представлял район пересечения с ул. Обручева, так как данный перекресток является кольцевым, где автомобильный транспорт при пересечении этого участка дороги находится в локальном месте более длительное время, чем на перекрестках других типов.

Соответственно, первый пункт наблюдений — между остановкой общественного транспорта и выездом на кольцевой перекресток (взаимное негативное влияние локальных мест длительного пребывания). Второй пункт — аналогично, при выезде с «кольца», но не доезжая до остановки;

– ул. Обручева — принцип выбора пунктов сбора информации по объему автомобильного потока абсолютно аналогичен выбору соответствующих точек наблюдения на ул. Мира. Наблюдения производились между кольцевым перекрестком и остановками городского транспорта, находящимися на большем удалении от перекрестка, чем на ул. Мира.

В основе расчета оценки загрязнения атмосферного воздуха по концентрации CO (K_{CO}) лежит методика

проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ [18].

Расчеты основаны на применении формулы:

$$K_{CO} = (0,5 + 0,01 \cdot N \cdot Kt) \cdot K_a \cdot K_y \cdot K_c \cdot K_v \cdot K_n,$$

где 0,5 — фоновое загрязнение атмосферного воздуха не транспортного происхождения, $мг/м^3$; N — суммарная интенсивность движения автомобилей на городской дороге, *автомобилей/час*; Kt — коэффициент токсичности автомобилей по выбросам в атмосферный воздух CO, определяется как средневзвешенный для потока автомобилей по формуле: $Kt = \sum Pi \cdot Kti$, где Pi — состав автотранспорта в долях единицы, Kti — состав определяется по таблице коэффициента токсичности для CO; K_a — коэффициент, учитывающий аэрацию местности; K_y — коэффициент, учитывающий изменение загрязнения атмосферного воздуха в зависимости от величины продольного угла; K_c — коэффициент, учитывающий изменения концентрации в зависимости от скорости ветра; K_v — коэффициент, учитывающий изменение концентрации в зависимости от относительной влажности воздуха; K_n — коэффициент увеличения загрязнения атмосферного воздуха у пересечения улиц.

Обработка результатов исследования проведена с применением методов стандартной вариационной и сравнительной статистики, реализованной на ПК с помощью пакета прикладных программ Excel и Statistica.

Результаты исследования. Братск — интенсивно развивающийся город, центр Братского-Усть-Илимского территориально-промышленного комплекса.

Обеспеченность населения автомобилями в Иркутской области выше общероссийской. В 2011 г. средняя общероссийская обеспеченность собственными легковыми автомобилями составляла 132,4 единицы на 1000 жителей, для Иркутской области этот показатель составил 133,4, для Братска — 108,9 единиц на 1000 жителей.

Возрастная структура автомобильного парка Братска в 2012 г. выглядела следующим образом: на долю автомобилей, эксплуатирующихся менее 5 лет, приходится 10 % от всего автомобильного парка города, тогда как доля автомобилей в возрасте от 5 до 10 лет и старше 10 лет составляет 42 % и 48 % соответственно, т. е. преобладают машины «старшей» возрастной группы. Таким образом, в результате роста количества автотранспорта и его плохого технического состояния усиливается вредное воздействие автомобилей на окружающую среду.

Результаты исследований показывают:

– ул. Крупской — это магистральная улица с многоэтажной застройкой с двух сторон, продольный уклон которой составляет 20, средняя скорость ветра в наблюдаемый период 6 м/с, относительная влажность воздуха 80 %, температура воздуха -21 – $-24^{\circ}C$. Среднемесячная интенсивность движения в обоих направлениях всех видов транспорта составляет примерно 516 автомобилей в час;

– ул. Обручева — магистральная улица с многоэтажной застройкой с двух сторон, продольный угол составляет 40, скорость ветра 5 м/с, относительная влажность воздуха 80 %, температура воздуха -23-25⁰С. Среднемесячная интенсивность движения в обоих направлениях всех видов транспорта составляет примерно 498 автомобилей в час;

– ул. Мира — магистральная улица с многоэтажной застройкой с двух сторон, продольный угол составляет 40, скорость ветра 5 м/с, относительная влажность воздуха 80 %, температура воздуха -23-25⁰С. Среднемесячная интенсивность движения в обоих направлениях всех видов транспорта составляет примерно 612 автомобилей в час.

Таким образом, на основании полученных данных можно констатировать следующее: максимально нагружена автомобильным потоком ул. Мира, причем,

наибольший процент составляют легковые автомобили (табл. 1).

В основе расчета оценки загрязнения атмосферного воздуха по концентрации оксида углерода (К_{СО}) лежит методика проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ, которая предусматривает использование коэффициента токсичности автомобилей по выбросам в атмосферный воздух СО, определяющегося как средневзвешенный для потока автомобилей по формуле:

$$Kt = \sum Pi \cdot Kti ,$$

где Pi-состав автотранспорта в долях единицы.

Авторами произведен расчет средневзвешенного коэффициента токсичности, используемого для определения концентрации оксида углерода от данного автомобильного потока в исследуемых пунктах природных наблюдений (табл. 2).

Таблица 1

Результаты природных наблюдений за распределением автомобильного потока улиц г. Братска

Транспорт	Объекты природных наблюдений		
	ул. Крупской	ул. Мира	ул. Обручева
Объем автомобильного потока (ед/час)	516	612	498
Легковые автомобили (% от общего кол-ва)	86	87,5	83,3
Автобусы (% от общего кол-ва)	5	5	5
Легкие грузовые автомобили (% от общего кол-ва)	4,43	4,9	5,6
Средние грузовые автомобили (% от общего кол-ва)	4,43	2,6	5,3
Тяжелые грузовые автомобили (% от общего кол-ва)	0,48	0,3	0,9

Таблица 2

Кратность превышения ПДК по СО (ул. Крупской) (ПДК 3 мг/м³)

Пункт природных наблюдений за распределением автомобильного потока	Кратность превышения ПДК по СО (ПДК 3 мг/м ³) на объектах природных наблюдений		
	ул. Крупской	ул. Мира	ул. Обручева
№ 1	5,3	6,4	6,7
№ 2	4,5	7,8	5,9
№ 3	5,3	–	–
№ 4	4,9	–	–
Средний показатель по улице	5,3	7,4	6,6

Как следует из анализируемого материала, более высокие концентрации оксида углерода фиксируются на съезде с кольцевого перекрестка, в пункте природного наблюдения № 2 на ул. Мира, и на заезде на кольцевой перекресток пункта № 1 на ул. Обручева. Превышение ПДК по оксиду углерода довольно значимо, причем, при анализе средних показателей с двух пунктов наблюдений максимальные значения превышений соответствуют ул. Мира, что обусловлено ее большей пропускной способностью и функционированием в городском режиме центральной улицы.

Полученные результаты хорошо согласуются со статистически обработанными данными с постов слежения за состоянием воздушного бассейна г. Братска, следовательно, данный результат можно считать достоверным.

С целью анализа трансформации загрязненного облака, формируемого выбросами автотранспорта на кольцевом перекрестке ул. Мира – Обручева под влия-

нием метеорологических, орографических условий г. Братска, проведено численное моделирование, в основе которого лежит негидростатическая модель пограничного слоя атмосферы [2]. Данная модель позволяет учитывать особенности и влияние городской застройки на распространение загрязняющих веществ на фоне изменяющихся во времени и пространстве крупномасштабных метеорологических полей. Конфигурация уличных каньонов и застроенность зданиями обуславливает изменение ветрового потока: на улицах и между зданиями направление и скорость ветра могут значительно различаться. Вертикальные профили скорости ветра также существенно зависят от типа застройки. Следствием динамического возмущения воздушных потоков является неоднородность поля концентрации примеси.

В качестве основы модели принимаются уравнения гидродинамики, выражающие основные законы сохранения энергии, импульса и массы.

Уравнения модели интегрируются в декартовой прямоугольной системе координат с применением метода фиктивных областей. Введение таких областей позволяет проводить расчеты в условиях городской застройки с произвольной функцией, описывающей рельеф местности. Численный алгоритм решения строится на основе метода расщепления по физическим процессам и геометрическим переменным. Найденные на основе гидродинамической модели скорости движения и турбулентные характеристики используются для решения дифференциального уравнения переноса и турбулентной диффузии примесей.

Работа с моделью предварялась серией натурных экспериментов. В качестве объекта наблюдения выступил кольцевой перекресток центральной улицы города Мира – Обручева.

Входными данными послужили усредненное количество автомобилей в течение часа с градацией на типы по грузоподъемности. Поскольку эти виды транспорта имеют существенные различия в двигателях, в атмосферу поступает различное количество выхлопных газов.

Жилые дома, стоящие поблизости, не отделены от проезжей части насаждениями. Рис. 1 иллюстрирует результаты моделирования воздушных течений и переноса примесей для максимально нагруженной, с точки зрения интенсивности автомобильного потока, улицы города при преобладающем юго-западном направлении ветра.

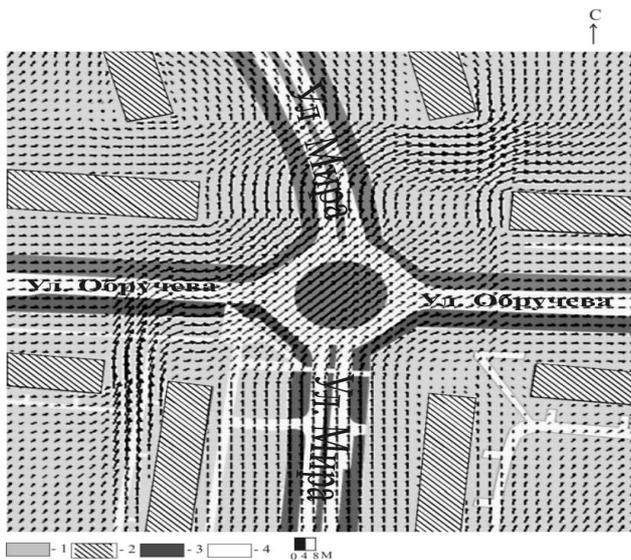


Рис. 1. Векторное поле скорости при юго-западном ветре: 1 — зеленая зона; 2 — дома; 3 — обочина; 4 — проезжая часть

Таким образом, наглядно видно перемещение загрязняющих веществ, имеющих значительные концентрации, под влиянием преобладающих ветровых потоков от автострады в сторону жилых кварталов, причем наибольшие концентрации отмечаются в опасной близости от земли.

Полученные результаты позволили рассмотреть неоднородность и распространение поля концентрации примеси (рис. 2), на котором изолинии отражают распространение CO с кратностью ПДК 3 мг/м^3 .

Поле загрязнения, создаваемое автотранспортом, значительно в области указанного перекрестка. Под воздействием ветра выхлопные газы формируют около домов зоны повышенного содержания вредных веществ. Тип застройки улиц в данном районе способствует проникновению вредных веществ при преобладающем для г. Братска ветровом режиме в районе дворовых площадок, тем самым создавая угрозу негативного влияния на городское население.

Возможности модели и получаемые результаты могут быть использованы для создания экологического паспорта городов и полезны при принятии управленческих решений по уменьшению негативного влияния транспорта на экологическую ситуацию города.

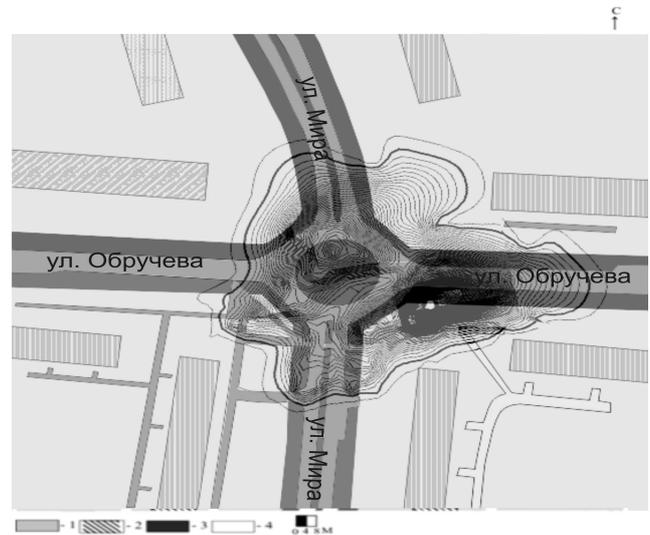


Рис. 2. Изолинии концентраций CO при ветре юго-западного направления: 1 — зеленая зона; 2 — дома; 3 — обочина; 4 — проезжая часть; выделена изолиния с концентрацией ПДК 3 мг/м^3

Выводы

1. Выбросам автотранспорта принадлежит доминирующая роль в формировании эколого-гигиенической ситуации в городе, окружающая среда которого характеризуется различными уровнями концентраций загрязняющих веществ.

2. На основе результатов мониторинга натурных наблюдений, основанного на имеющейся информации об экологических характеристиках транспортных средств, их техническом состоянии, условиях и режимах эксплуатации, а также данных учета движения и транспортной работы определены участки транспортной сети, характеризующиеся наибольшим уровнем воздействия на окружающую среду города.

3. Разработанный программный инструментариум позволяет проводить экологическую оценку изменения состояния окружающей среды и моделирование трансформации облака загрязнения в условиях кольцевого перекрестка на магистральных территориях под воздействием метеорологических параметров для условий г. Братска

Литература

1. Абузярова Ю.В., Чикенева И.В., Колесников П.В. Загрязнение придорожной зоны выбросами автотранспорта на примере Оренбургской области // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2012. № 3 (35). Ч. 2. С. 233-236.
2. Аргучинцев В.К., Аргучинцева А.В. Моделирование мезомасштабных гидротермодинамических процессов и переноса антропогенных примесей в атмосфере и гидросфере региона оз. Байкал // Иркутск: ИГУ, 2007. 255 с.
3. Барина Л.Д., Забалканская Л.Э. Пути снижения негативного воздействия транспортного комплекса на городскую среду // Транспорт: Наука. Техника. Управление. 2012. № 2. С. 14-18.
4. Басков В.Н., Видманова Е.И. Негативные воздействия транспортных потоков и их оценка / В. Н. Басков, Е. И. Видманова // Научное обозрение. 2011. № 1. С. 45-49.
5. Ворожнин В.С. Актуализация вредного аэрозольного влияния автотранспорта на человека // Безопасность жизнедеятельности. 2011. № 12. С. 18-23.
6. Галиев Р.С., Галиева С.А., Худобердиева Т.И. Особенности развития аллергической реакции в условиях воздействия выхлопных газов автотранспорта различной интенсивности // Экология человека. 2007. № 10. С. 20-23.
7. Гудков В.А., Комаров Ю.Я., Федотов В.Н. Снижение риска экологического воздействия автотранспорта - критерий управления дорожным движением // Автотранспортное предприятие. 2008. № 9. С. 41-44.
8. Добринский Е.С., Сеин В.А. Проблемы энергосбережения и экологии автомобильной техники: по итогам 5-го Международного автомобильного научного форума (МАНФ-2007) // Машиностроитель. 2008. № 1. С. 2-6.
9. Ефимова Н.В., Маторова Н.И., Никифорова В.А. Медико-экологические риски современного города. Братск, 2008. 200 с.
10. Иващук О.А. Нейросетевой подход к контролю среды // Мир транспорта. 2009. № 1. С. 112-119.
11. Иващук О.А. Управление экологической безопасностью промышленно-транспортного комплекса // Информационные системы и технологии. Известия ОрелГТУ. 2009. № 1/51 (562). С. 16-22.
12. Капустин А.А., Пенкин А.Л. Повышение экологической безопасности городского автотранспорта путем применения природного газа // Охрана окружающей среды и природопользование. 2010. № 3. С. 16-18.
13. Коробова Н.Л. Будут ли дороги в России "зелеными" // Экология и жизнь. 2011. № 9. С. 28-29.
14. Коротков М.В., Байтелова А.И., Чекареева О.В. Оценка экологической опасности выбросов вредных веществ от автомобильного транспорта (на примере г. Оренбурга) // Экологические системы и приборы. 2008. № 2. С. 26-30.
15. Лим Т.Е., Фридман К.Б., Шусталов С.Н. Модель изучения риска для здоровья населения от загрязнения автомобильным транспортом // Экология человека. 2011. № 8. С. 3-7.
16. Ложкина О.В. Оценка удельных выбросов окислов азота легковым автотранспортом // Двигателестроение. 2012. № 4. С. 35-41.
17. Лухнева О.Л., Прохоров А.А., Потапова К.Н. Оценка воздействия выбросов автомобильного транспорта на качество атмосферного воздуха на участке автодороги по ул. Ширямова // Вестник Иркутского Государственного Технического Университета. 2012. № 12. С. 161-164.
18. Методика проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для автотранспортных предприятий. М., 1991. 79 с.
19. Петросян Т.О., Сидоренко В.Ф. Экологическая безопасность автомобильных дорог // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Сер. Строительство и архитектура. 2012. № 28. С. 332-336.
20. Почекаева Е.И., Бондин В.И., Попова Т.В. Воздействие шума автотранспорта на здоровье населения и меры борьбы с ним в условиях крупного города // Валеология. 2012. № 4. С. 62-67.
21. Смирнов И.В. Пути экологизации автомобильного топлива // Энергия: экономика, техника, экология. 2010. № 9. С. 54-60.
22. Щербатюк А.П. Защита атмосферного воздуха городов от загрязнения отработавшими газами автомобилями в летнее время в условиях сложного рельефа // Вестник Читинского государственного университета. 2012. № 1 (80). С. 52-59.
23. Юферева Л.М., Юферев М.Ю. Исследование интенсивности автотранспортных потоков в центре мегаполиса // Охрана окружающей среды и природопользование. 2012. № 4. С. 25-28.

References

1. Abuzyarova Yu.V., Chikeneva I.V., Kolesnikov P.V. Pollution of roadside area by the vehicles emission on the example of Orenburg region // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2012. № 3 (35).Ch. 2. P. 233-236.
2. Arguchintsev V.K., Arguchintseva A.V. Simulation of the mesoscale hydrothermodynamic processes and the transfer of anthropogenic impurities in the atmosphere and hydrosphere of Baikal Lake region. // Irkutsk: IGU, 2007. 255 p.
3. Barinova L.D., Zabalkanskaya L.E. Ways to reduce the negative impact of the transport complex for the urban environment // Transport: Nauka. Tekhnika. Upravlenie. 2012. № 2. P. 14-18.
4. Baskov V.N., Vidmanova E.I. Negative impacts of traffic flows and their assessment / V. N. Baskov, E. I. Vidmanova // Nauchnoe obozrenie. 2011. № 1. P. 45-49.
5. Vorozhnin V.S. Actualization of the harmful aerosol impact of motor transport on the person // Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti. 2011. № 12. P. 18-23.
6. Galiev R.S., Galieva S.A., Khudoberdieva T.I. Features of allergic reactions in conditions of the car exhaust emissions of varying intensity // Ekologiya cheloveka. 2007. № 10. P. 20-23.
7. Gudkov V.A., Komarov Yu.Ya., Fedotov V.N. Reducing the risk of the environmental impact of vehicles - the criterion of traffic management // Avttransportnoe predpriyatie. 2008. № 9. P. 41-44.
8. Dobrinskii E.S., Sein V.A. Problems of the energy-economy and ecology of automotive engineering: po itogam 5-go Mezhdunarodnogo avtomobil'nogo nauchnogo foruma (MANF-2007) // Mashinostroitel'. 2008. № 1. P. 2-6.
9. Efimova N.V., Matorova N.I., Nikiforova V.A. Medico-ecological risks of the modern city. Bratsk, 2008. 200 p.
10. Ivashchuk O.A. A neural network approach to monitoring the environment // Mir transporta. 2009. № 1. P. 112-119.
11. Ivashchuk O.A. Management of ecological safety of industrial-transport complex // Informatsionnye sistemy i tekhnologii. Izvestiya OrelGTU. 2009. № 1/51 (562). P. 16-22.
12. Kapustin A.A., Penkin A.L. Increase of ecological safety of urban transport through the use of natural gas // Okhrana okruzhayushchei sredy i prirodnopol'zovanie. 2010. № 3. P. 16-18.
13. Korobova N.L. Will there be roads in Russia "green" // Ekologiya i zhizn'. 2011. № 9. P. 28-29.
14. Korotkov M.V., Baitelova A.I., Chekmareva O.V. Assessment of ecological hazard of harmful substances from motor

transport (on the example of Orenburg) // *Ekologicheskie sistemy i pribory*. 2008. № 2. P. 26-30.

15. Lim T.E., Fridman K.B., Shustalov S.N. Model of the study of the risk for the health of the population from the contamination by motor transport // *Ekologiya cheloveka*. 2011. № 8. P. 3-7.

16. Lozhkina O.V. Evaluation of specific emissions of nitrogen oxides by automobile motor transport // *Dvigatelsestroenie*. 2012. № 4. P. 35-41.

17. Lukhneva O.L., Prokhorov A.A., Potapova K.N. Assessing of the impact of motor transport emissions on air quality in the area of the road on the Shiryamova street // *Vestnik Irkutskogo Gosudarstvennogo Tekhnicheskogo Universiteta*. 2012. № 12. P. 161-164.

18. The methodology of the inventory of emissions into the atmosphere for trucking companies. M., 1991. 79 p.

19. Petrosyan T.O., Sidorenko V.F. Environmental safety of roads // *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta*. Ser. Stroitel'stvo i arkhitektura. 2012. № 28. P. 332-336.

20. Pochekaeva E.I., Bondin V.I., Popova T.V. The impact of noise of vehicles on public health and measures of the fight with it in a big city // *Valeologiya*. 2012. № 4. P. 62-67.

21. Smirnov I.V. Ways of the ecologization of the automobile fuel // *Energiya: ekonomika, tekhnika, ekologiya*. 2010. № 9. P. 54-60.

22. Shcherbatyuk A.P. Protection of urban air from pollution exhaust gases of vehicles during the summer in difficult terrain conditions // *Vestnik Chitinskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2012. № 1 (80). P. 52-59.

23. Yufereva L.M., Yuferev M.Yu. The study of the intensity of motor flows in the center of the metropolis // *Okhrana okruzhayushchei sredy i prirodopol'zovanie*. 2012. № 4. P. 25-28.

УДК 556.06

Информационно-энергетическая оценка состояния поверхностных вод

В.И. Савич^{1 a}, Р.Ф. Байбеков^{2 b}, С.Л. Белопухов^{1 c}, В.А. Раскатов^{1 d}, В.В. Верхотуров^{3 e}

¹Российский государственный аграрный университет им. К.А. Тимирязева, ул. Тимирязевская 49, Москва, Россия

²Всероссийский НИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова, ул. Прянишникова 31, Москва, Россия

³Иркутский государственный технический университет, ул. Лермонтова 83, Иркутск, Россия

^aSavich.mail@gmail.com, ^binfo@vniia-pr.ru, ^cbelopuhov@mail.ru, ^dinfo@vniia-pr.ru, ^ebiovervv@mail.ru

Статья поступила 15.09.2014, принята 12.11.2014

В работе предлагается информационно-энергетическая оценка поверхностных вод, учитывающая их химические и физико-химические свойства, процессы и режимы состояния, математические взаимосвязи между компонентами вод. Объектом исследования выбраны поверхностные и грунтовые воды опытных полей Российской сельскохозяйственной академии, сбросные воды, ручьи и реки вблизи птицеводческих хозяйств Московской области. Источниками поступления токсикантов в воды были дерново-подзолистые среднесуглинистые почвы и сбросные воды птицефабрик. Поверхностные воды характеризуются не только определенными свойствами, но также протекающими в них процессами и режимами (изменением свойств и процессов во времени и пространстве). По полученным нами данным, изменения состава вод отмечаются на разной глубине водоема, на разном расстоянии от берега, от русла реки, в зависимости от температуры, солнечной радиации, давления и т. д. При многообразии свойств поверхностных вод проводится вычисление интегральных сводных показателей качества вод. Результаты исследований указывают на необходимость оценки поверхностных вод как биокосного тела, а также важность учета при оценке ПДК явлений комплексообразования в водах. Для оценки сводного показателя состояния вод необходимо учитывать степень влияния (ki) параметра вод (Xi) на заданную хозяйственную функцию (Yi). Целесообразно учитывать свойства, процессы и режимы вод и разрабатывать модели оптимального и удовлетворительного состояния вод для разных хозяйственных целей. При этом поверхностные воды должны обладать определенным сочетанием свойств, процессов и режимов, т. е. определенными моделями оптимального и удовлетворительного состояния. Под моделью оптимального состояния подразумевается оптимальное сочетание свойств, процессов и режимов вод для наиболее эффективного выполнения ими заданной экологической (хозяйственной) функции при удовлетворительном выполнении других функций. С учетом полученных материалов мы считаем целесообразным проводить информационно-энергетическую оценку состояния вод. Информационная оценка определяется соотношением ионов, химическим составом вод, синергизмом и антагонизмом взаимовлияния ионов, наличием комплексов и ассоциатов, микроорганизмов, закономерным изменением свойств воды во времени, функциональными свойствами воды, структурным состоянием вод.

Ключевые слова: поверхностные воды, оценка, сводные показатели состояния, ПДК, влияние на воды, сельскохозяйственные производства.