

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕННОСТИ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ СИСТЕМ

Крыжановская Галина Викторовна, к.г.н., доцент кафедры географии, картографии и геоинформатики, Астраханский государственный университет, 414056, Россия, г. Астрахань, ул. Татищева, 20а, GalaJim@mail.ru

Шарова Ирина Сергеевна, к.г.н., доцент кафедры географии, картографии и геоинформатики, Астраханский государственный университет, 414056, Россия, г. Астрахань, ул. Татищева, 20а, is_sharova@ya.ru

Безуглова Марина Сергеевна, к.г.н., доцент кафедры географии, картографии и геоинформатики, Астраханский государственный университет, 414056, Россия, г. Астрахань, ул. Татищева, 20а, marinadenis@yandex.ru

Кондрашин Руслан Вениаминович, к.г.н., доцент кафедры географии, картографии и геоинформатики, Астраханский государственный университет, 414056, Россия, г. Астрахань, ул. Татищева, 20а, georus@mail.ru

Сокольская Евгения Аркадиевна, к.б.н., доцент кафедры биотехнологии, зоологии и аквакультуры, Астраханский государственный университет, 414056, Россия, г. Астрахань, ул. Татищева, 20а, sokolskya@mail.ru

Уровень антропогенной нагрузки на городские территориальные системы повсеместно очень высок. Основные источники поступления загрязняющих веществ в геосферу города сосредоточены в пределах территорий селитебного назначения, что формирует очень опасную и негативную в экологическом отношении среду обитания. Особенно экологический риск отражается на составе и качестве атмосферного воздуха. Наибольшее негативное влияние на окружающую среду оказывает автомобильный транспорт, который наиболее агрессивен, в сравнении с другими видами транспорта, по отношению к нижним слоям атмосферы. Городской автомобильный парк имеет тенденцию увеличения, что, несомненно, влечёт за собой серьёзные негативные последствия нарушения геоэкологического состояния урбосреды.

Ключевые слова: Урбосреда, геоэкологическая оценка геосистем, загрязнение атмосферного воздуха, автомобильный транспорт, качество среды, поллютанты, воздушный бассейн, валовый выброс

GEOECOLOGICAL ASSESSMENT OF ATMOSPHERIC AIR POLLUTION IN URBAN TERRITORIAL SYSTEMS

Kryzhanovskaya Galina V., PhD, Associate Professor of the Department of Geography, Cartography and Geoinformatics, Astrakhan State University, 414056, Russia, Astrakhan, 20a Tatishchev st., GalaJim@mail.ru

Sharova Irina S., PhD, Associate Professor of the Department of Geography, Cartography and Geoinformatics, Astrakhan State University, 414056, Russia, Astrakhan, 20a Tatishchev st., is_sharova@ya.ru

Bezuglova Marina S., PhD, Associate Professor of the Department of Geography, Cartography and Geoinformatics, Astrakhan State University, 414056, Russia, Astrakhan, 20a Tatishchev st., marinadenis@yandex.ru

Kondrashin Ruslan Veniaminovich, PhD, Associate Professor of the Department of Geography, Cartography and Geoinformatics, Astrakhan State University, 414056, Russia, Astrakhan, 20a Tatishchev st., georus@mail.ru

Sokolskaya Evgeniya Arkadyevna, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Biotechnology, Zoology and Aquaculture. Astrakhan State University, 414056, Russia, Astrakhan, 20a Tatishchev st., sokolskya@mail.ru

The level of anthropogenic load on urban territorial systems is very high everywhere. The main sources of pollutants in the Geosphere of the city are concentrated within the territories of residential use, which forms a very dangerous and environmentally negative environment. Especially

environmental risk affects the composition and quality of air. The greatest negative impact on the environment has road transport, which is the most aggressive in comparison with other modes of transport in relation to the lower atmosphere. The urban car Park has a tendency to increase, which undoubtedly entails serious negative consequences of violation of the geo-ecological state of the urban environment.

Keywords: Urban environment, geo-ecological assessment of geosystems, atmospheric pollution, road transport, the quality of the environment, pollutant, air basin, the gross emissions

Напряжение экологической обстановки, в пределах урбанизированных территорий, возникает в результате сформированности современного антропогенного комплекса ландшафтов, которые сложились в связи с концентрацией на ограниченных городских территориях комплекса промышленных объектов и предприятий, населения и транспорта. Сформировавшиеся к настоящему времени антропогенные урбанизированные ландшафты далеки от желаемого экологического равновесия и продолжают развиваться по антиустойчивому пути.

В воздушных пространствах над крупными урбанизированными агломератами содержится в среднем примерно в 10 раз больше загрязняющих аэрозолей, а также в 25 раз больше газовых загрязняющих примесей. На автомобильный транспорт приходится примерно более 75 % всего газового загрязнения в городе. [2; 18].

Астрахань является относительно современным городом и относится к числу городов, где в результате интенсивного процесса урбанизации воздух имеет очень высокий уровень загрязнения. Город является административным центром Астраханской области, в котором скрещиваются и пролегают автотранспортные, водные и железнодорожные магистрали «Север-Юг». Транспортные магистрали обеспечивают важные торгово-экономические взаимосвязи со странами Ближнего и Дальнего зарубежья.

Город расположен в пределах Прикаспийской низменности, в нижней части реки Волги, где отмечается высокий уровень геохимического загрязнения, которое поступает со всей площади водосборного бассейна реки. В большом объёме на территорию города поступают загрязнители от местных промышленных объектов, а так же в наибольшей степени от местного и транзитного транспорта. [5; 7]

Существующие объекты инфраструктуры, которые созданы для обслуживания автомобильного транспорта, городское автомобильное движение в комплексе оказывают серьезное отрицательное влияние на все составные компоненты окружающей среды. Постоянно загрязняются в процессе эксплуатации автомобильных дорог, транспортных средств, а так же всего комплекса автопредприятий по современному обслуживанию автотранспорта почвы, воды подземных и поверхностных водоемов. Вдоль автомагистралей постоянно регистрируются превышение уровня шумового загрязнения. Самое неблагоприятное воздействие вблизи автомагистралей оказывается на атмосферный воздух.

Исторически сложилось таким образом, что современная градостроительная особенность Астрахани сводятся к тому, что в центре города, в исторической его части, автодороги узкие и характеризуется слабой пропускной способностью. Районы города, которые примыкают к реке Волге и её притокам, отличаются малой пропускной способностью. Городские жилые территории не отличаются высоким качеством и достаточным размером дорожной сети. В комплексе все параметры улично-дорожной системы города не соответствуют современным требованиям, которые предъявлены к магистралям крупных городских агломераций.

Абсолютное большинство городских автодорог рассчитано на две полосы движения (в обоих направлениях), шириной 6–9 м. Магистралей в четыре полосы движения совсем немного, большинство из которых не имеют фиксированную ширину полотна не на всём своём протяжении. Таки образом из-за общего состояния городской дорожной сети и в связи с постоянным ростом количества автомобилей в г. Астрахань сформировались множественные «зауженные» участки дорог. В час

«пик» в пределах «зауженных» участков дорог сильно снижается скорость движения автотранспорта и возникают пробки.

Большая часть городских особенностей улично-дорожной сети связано с наличием различных естественных и искусственных преград – городских железнодорожных путей, подъездных железнодорожных магистралей, рек и протоков. Ограничивается площадь территорий, где было бы возможно осуществить пересечение транспортных магистралей. Сложившаяся застройка препятствует увеличению количества транспортных развязок (эстакад, мостов, туннелей и т. д.), которые помогают преодолевать преграды. Таким образом, вся сложившаяся ситуация приводит к негативным последствиям развития городской транспортной инфраструктуры (рис. 1).

В результате сложившихся проблем с развитием городской транспортной инфраструктуры, активным увеличением количества городского автотранспорта связаны показатели очень низкого качества городского воздуха. За несколько последних десятилетий в городе постоянно растёт количество автомобильного транспорта.

Одной из основных причин интенсивного загрязнения городского воздуха является загрязнение выхлопными газами, из-за наличия в городе большого количества устаревших отечественных автомобилей, выбросы которых в несколько раз более токсичнее зарубежных машин. Это обусловлено тем фактом, что импортные автомобили оснащаются современными нейтрализаторами выхлопных газов, а старые автомобили не оснащены такими системами.

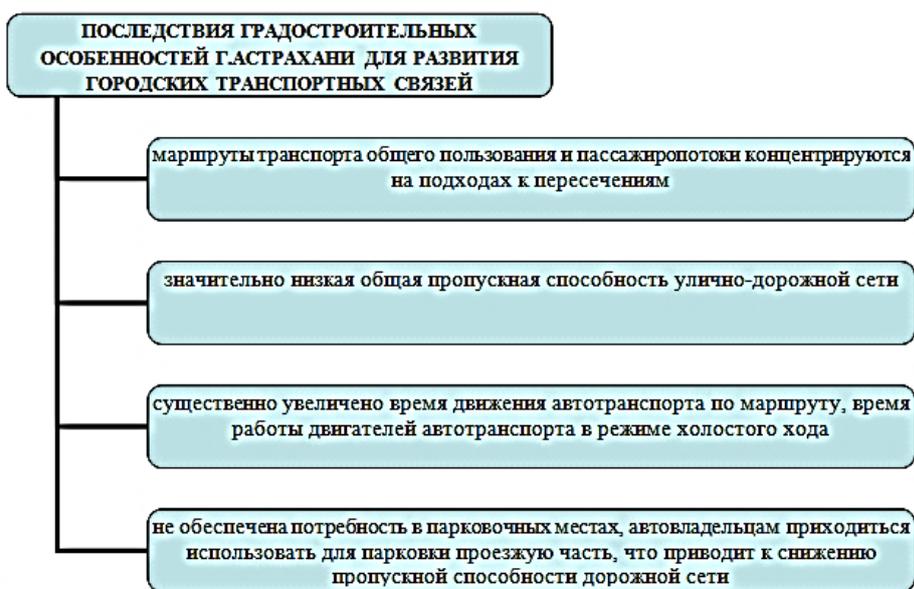


Рис. 1. Основной перечень последствий градостроительных особенностей г. Астрахани для развития городских транспортных связей

Градостроительная причина активного загрязнения городского воздуха заключается в вышеописанных особенностях астраханской городской улично-дорожной сети. Из-за наличия в городе узких дорог, с большим количеством перекрёстков, движение автотранспорта затруднено, часто образуются пробки. При режимах движения набора скорости и на холостом ходу в атмосферу попадает наибольшее количество загрязняющих веществ.

Важным фактором является и качество используемого топлива. Часто астраханский бензин является низкокачественным, что ещё больше приумножает степень загрязнения атмосферы в городе. [1; 4; 10]

Центральные, экономически активные и густонаселённые районы города подвержены наибольшему загрязнению от воздействия автомобильного транспорта. В процессе изменения состава атмосферы автомобильными выбросами происходит ухудшение здоровья населения. Наибольшую угрозу выхлопные газы представляют для детей в возрасте от 0 до 7 лет, беременным женщинам и пожилым людям, так как их здоровье подвержено антропогенному влиянию в наивысшей степени.

Все виды автотранспорта выбрасывают с отработанными газами в атмосферу более двухсот видов различных химических веществ. Выхлопные газы содержат большое количество углеводородов – не полностью сгоревшие компоненты топлива.

Доля этих компонентов сильно увеличивается, в случае, если двигатель работает в режиме малых оборотов, а так же в моменты начала движения и увеличении скорости. Получается, что в пробке, на светофорах выделяется максимальное количество несгоревших частиц (выжим акселератора), примерно в 10 раз больше, чем выбрасывается при обычной работе двигателя.

Эти выхлопы содержат альдегиды, обладающие резким, неприятным запахом и характеризующиеся вредным воздействием на организм человека. Например, формальдегид и акролены. Двоокись азота, так же содержащиеся в выхлопных газах, участвует в процессе образования продуктов превращения углеводородов и в реакции с атмосферным воздухом. В продуктах сгорания топлива присутствуют нераспавшиеся молекулы углеводорода. Среди них особенное место занимают непредельные углеводороды этиленового ряда, в частности пентен и гексен.

Факт того, что с каждым годом процесс автомобилизации населения постоянно набирает обороты, делает проблему загрязнения воздуха всё более обостренной. С учётом экономического уровня развития и уровня доходов населения, наиболее преобладающей долей автотранспорта в возрастном эквиваленте являются автомобили от 10 лет и более [11, 12; 14].

По данным отчета Федеральной службы государственной статистики (таблица 1), количество транспортных средств, зарегистрированных в городе Астрахани с каждым годом постоянно возрастает [17].

Для комплексного анализа атмосферного воздуха учитывается «роза ветров» исследуемой территории. В Астраханской области преобладающим направлением является восточное (юго-восточное) (рис. 2). Направление переноса воздушных масс важно учитывать при проведении комплексного исследования проблемы загрязнения атмосферного воздуха в мегаполисах.

Концентрации загрязняющих веществ в городских участках возрастают при переносе выбросов со стороны источника. В таких случаях влияние направления ветра на степень загрязнения атмосферного воздуха в городе следует отдельно изучать, так как необходимо учитывать тот факт, что потоки воздуха могут быть искажены влиянием сложного городского рельефа, наличием водоемов, тепловым воздействием и пр.

Для детального изучения степени загрязнения воздушного бассейна города Астрахань была проведена комплексная оценка собственных данных и архивных и литературных данных различных организаций и учреждений, имеющих геоэкологическую информацию по исследуемому вопросу.

Исследовались материалы по интенсивности транспортного движения на основных магистралях города для определения объемов выбросов автомобилями атмосферных загрязнителей.

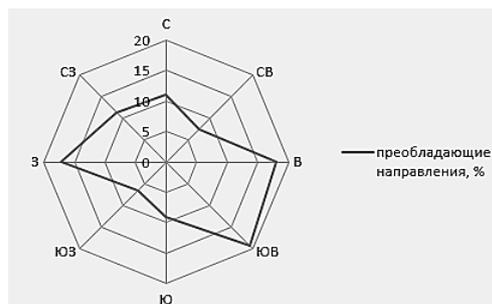


Рис. 2. График годовой повторяемости направления ветра в Астрахани, с усредненными значениями согласно данным гидрометеорологической службы

Остаётся весьма значимой роль транспорта как источника загрязнения атмосферного воздуха, тогда как значительно снижается негативное влияние городских стационарных источников загрязнения.

Весомый прирост автомобильных выбросов связан с увеличением в регионе количества автомобилей, которое дополняется ростом интенсивности использования транспортных средств.

Таблица 1

Количество транспортных средств зарегистрированных в городе Астрахани (2006–2019 гг.)

Годы	Число собственных легковых автомобилей (на 1000 человек населения)	Грузовые автомобили	Число эксплуатационных автобусов общего пользования (на 100 000 человек населения)
2006	183,5	1493	27
2007	197,8	2362	24
2008	202,8	2108	29
2009	208,2	3916	31
2010	229,5	3976	175
2011	236,9	3489	210
2012	256,2	3862	187
2013	238,7	3989	158
2014	247,3	3785	141
2015	254,2	4056	134
2016	269,2	4098	114
2017	272,4	4123	106
2018	263,4	4201	117
2019	281,8	4262	126

Комплексная оценка влияния автотранспорта на состояние городского атмосферного воздуха была осуществлена на основании собранных данных, а также методом расчета с использованием результатов проведенных геохимических исследований и натурных наблюдений за уровнем интенсивности городских магистральных транспортных потоков.

Натурное исследование интенсивности магистральных транспортных потоков проводилось в местах главных улично-дорожных развязок в период с 2018–2019

годы. Исследование осуществлялось в соответствии с руководством по проведению транспортных обследований в городе [3; 16].

Считывание интенсивности движения автотранспортных средств на городских дорогах проводилось с использованием видеозаписывающей аппаратуры в осенний, весенний и летний периоды. Наблюдение проводилось во время максимальной автотранспортной загрузки магистралей, в рабочие дни недели. Подсчитывание автотранспортного потока осуществляется в течение получаса во всех направлениях движения. Определяется суммарный пробег автомобилей по территории города отталкиваясь из среднего расхода топлива 10 литров на 100 км пробега.

Места проведения натурных исследований автотранспортных потоков г. Астрахани: ул. Свердлова, ул. Савушкина, ул. Боевая, ул. Адмирала Нахимова, ул. Ленина, ул. Софьи Перовской.

В результате проведенных исследований был зарегистрирован рост концентрации в атмосферном воздухе вредных загрязняющих веществ, которые характерны для выбросов автомобильного транспорта. Были выявлены валовые выбросы вредных веществ автотранспортом в пределах исследуемой территории (табл. 2).

Таблица 2

Валовые выбросы вредных веществ автотранспортом

Вещества	Валовые выбросы	Токсичность
NO ₂ (оксид азота)	4133,9 ± 17,2	Токсичен
CO (монооксид углерода)	3178,7 ± 139,4	Токсичен
VOC (летучие органические соединения)	7015,4 ± 32, 2	Токсичен
SO ₂ (диоксид серы)	100,9 ± 0,4	Токсичен
CH ₄ (метан)	210,5 ± 1,0	Токсичен
NMVOС (насыщенные кислородом биогенные, антропогенные и пирогенные органические молекулы)	6134,3 ± 29,2	Токсичен
NH ₃ (аммиак)	3,8 ± 0,002	Токсичен
N ₂ O (оксида азота)	11,60 ± 0,05	-
Бенз(а)пирен	0,0132 ±	Токсичен
Бензол	0,00004	Токсичен
Толуол	345,0 ± 1,6	Токсичен
Ксилол	1034,4 ± 4,7	Токсичен
Формальдегид	512,5 ± 3,4	Токсичен
Стирол	176,3 ± 1,0	Токсичен
PM	58,3 ± 0,3	Токсичен
	40,2 ± 0,22	

Результаты лабораторных контрольных исследований состояния городского воздушного бассейна показало, что улучшения, состояния показателей по загрязнению автотранспортом, не произошло. Согласно полученным данным и анализу собранных архивных и литературных материалов отмечено увеличение объема выброса загрязняющих веществ от автотранспортных средств.

Отметим ухудшение качественных показателей состояния городского воздуха, причём повышенные показатели загрязненной воздушной среды обусловлены повышенными концентрациями загрязнителей, которые в состав выбросов автотранспорта.

Загрязнение городского атмосферного воздуха является серьезной угрозой для здоровья населения, взаимосвязано со снижением качества жизни. Для снижения негативного воздействия на окружающую среду необходимо искать пути решения проблем загрязнения выхлопными газами.

Список литературы

1. Атмосферный воздух и воздух закрытых помещений, санитарная охрана воздуха. Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест / ГН 2.1.6.2309-07. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/902081964> (дата обращения: 25.01.2021 г.).
2. Богданов, Н. А. Санитарно-гигиеническое состояние территории Астрахани: химическое загрязнение / Н. А. Богданов, Е. Л. Николаевская, Л. Н. Морозова, Л. Ю. Чуйкова, Ю. С. Чуйков. – Астрахань : Нижневолжский экоцентр института географии РАН НПП «Эколого-аналитический центр», 2011. – 201 с.
3. Геоэкология урбанизированных территорий / Г. В. Крыжановская, И. С. Шарова, И. Н. Шведова, Е. А. Колчин. – Астрахань : Издатель: Сорокин Роман Васильевич, 2016. – 110 с.
4. Департамент госсанэпиднадзора Минздрава России методическое письмо о списке приоритетных веществ, содержащихся в окружающей среде, и их влиянии на здоровье населения (Письмо № 11/109-111 от 07.08.1997. Текст документа с изменениями и дополнениями по состоянию на ноябрь 2007 года). – М., 1997. – 53 с.
5. Доклад об экологической ситуации в Астраханской области в 2013 году. – Астрахань : НО АНО «Центр экологического образования населения Астраханской области», 2014. – 195 с.
6. Жданова-Заплесвичко, И. Г. Окружающая среда как фактор риска заболеваемости детей в регионе с газоперерабатывающей промышленностью: автореф. дис... канд. мед. наук. И. Г. Жданова-Заплесвичко. – Москва, 2007. – С. 65–67.
7. Источники выбросов химических загрязнителей г. Астрахани и Астраханской области, анализ условий переноса и влияния на здоровье населения. – Астрахань : ООО «ЦНТП», 2002. – 120 с.
8. Константинов, А. П. Экология и здоровье: опасности мифические и реальные / А. П. Константинов // Экология и жизнь, 2012 г. – № 8. – С. 90, 91.
9. Май, И. В. Анализ риска здоровью населения от воздействия выбросов автотранспорта и пути его снижения / И. В. Май, С. В. Клейн // Известия Самарского научного Центра Российской академии наук. – 2011. – Т. 13, № 1(8). – С. 1895–1901.
10. Николаевич, П. Н. Гигиеническая оценка химического загрязнения атмосферного воздуха и его влияния на здоровье населения (на примере г. Краснодара): автореф. дис. ... канд. мед. наук П. Н. Николаевич. – Волгоград, 2011. – 22 с.
11. Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест / ГН 2.1.6.1339-03. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/901865560> (дата обращения: 25.01.2021 г.).
12. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест / ГН 2.1.6.1338-03 (105). – URL: <http://docs.cntd.ru/document/901865554> (дата обращения: 25.01.2021 г.).
13. Протасов, В. Ф. Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России / В. Ф. Протасов. – М. : Изд. Финансы и статистика, 2001 г. – С. 25–55.
14. Расчетная инструкция (методика) по инвентаризации выбросов загрязняющих веществ от автотранспортных средств на территории крупнейших городов / Министерство транспорта РФ Научно-исследовательский институт автомобильного транспорта. – М. : ОАО «НИИАТ», 2008. – 40 с.
15. Руководство по проведению транспортных обследований в городах // Центральный научно-исследовательский и проектный институт по градостроительству Госгражданстрой. – М. : Стройиздат, 1982. – 72 с.
16. Селезнева, А. И. Проблемы транспортной инфраструктуры в планировке современных городов и пути их решения / А. И. Селезнева, В. С. Горбунова // Перспективы науки и образования, 2013. – № 6. – С. 195–199.
17. Транспорт. Федеральная служба государственной статистики. – URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/23455?print=1> (дата обращения: 25.01.2021 г.).
18. Турбина, Е. С. Влияние загрязнения атмосферы взвешенными веществами и тяжелыми металлами на заболеваемость органов дыхания у детей / Е. С. Турбина // Здоровье населения и среда обитания. – 2012. – №2 (227). – С. 21–23.
19. Экологическое состояние территории России: учеб. пос. для студентов высших педагогических учебных заведений под ред. Ушакова С. А., Каца Я. Г. – Изд. 2-е, 2004 г. – С. 64–78.

20. Бобылев, С. Н. Экология и экономика природопользования : учебник; изд. 2-е, перераб. / С. Н. Бобылев, А. Л. Новоселов, Э. В. Гирусов и др. – 2002 г. – С. 38–44.

References

1. *Atmospheric air and indoor air, sanitary air protection. Approximate safe levels of exposure to pollutants in the atmospheric air of populated areas.* GN 2.1.6.2309-07, URL: <http://docs.cntd.ru/document/902081964> (date accessed: 25.01.2021 г.).
2. Bogdanov, N. A., Nikolaevskoe, E. L., Morozova, L. N., Chuikova, L. U., Chuikov, U. S. *Sanitary condition of the territory of Astrakhan: chemical pollution.* Astrakhan, the lower Volga, the centre of the Institute of geography "Eco-analytical center", 2011, 201 p.
3. Kryzhanovskaya, G. V., Sharova, I. S., Shvedova, I. N., Kolchin, E. A. *Geoecology of urbanized territories.* Astrakhan, Publisher : Sorokin Roman Vasilyevich, 2016, 110 p.
4. *Gossanepidnadzor Department of the Ministry of Health of the Russian Federation methodological letter on the list of priority substances contained in the environment and their impact on public health* (Letter No. 11/109-111 of 07.08.1997. *Text of the document with amendments and additions as of November 2007*). М., 1997, 53 p.
5. *Report on the environmental situation in the Astrakhan region in 2013.* Astrakhan, "Center for Environmental Education of the population of the Astrakhan region", 2014, 195 p.
6. Zhdanova-Zaplesvichko, I. G. *Environment as a risk factor for the morbidity of children in the region with the gas processing industry: abstract.* Candidate of Medical Sciences. Moscow, 2007, pp. 65–67.
7. *Sources of emissions of chemical pollutants in Astrakhan and the Astrakhan region, analysis of transport conditions and impact on public health.* Astrakhan, LLC "TSNTP", 2002, 120 p.
8. Konstantinov, A. P. *Ecology and health: mythical and real dangers.* *Ecology and Life*, 2012, no. 8, pp. 90–91.
9. May, I. V., Klein, S. V. *Analysis of the risk to public health from the impact of vehicle emissions and ways to reduce it. Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*, 2011, vol. 13, no. 1 (8), pp. 1895–1901.
10. Nikolayevich, P. N. *Hygienic assessment of chemical pollution of atmospheric air and its impact on public health (on the example of Krasnodar).* Volgograd, 2011, 22 p.
11. *Approximate safe levels of exposure to pollutants in the atmospheric air of populated areas*, URL: <http://docs.cntd.ru/document/901865560> (date accessed: 25.01.2021).
12. *Maximum permissible concentrations (MPC) of pollutants in the atmospheric air of populated areas*, URL: <http://docs.cntd.ru/document/901865554> (date accessed: 25.01.2021).
13. Protasov, V. F. *Ecology, health and environmental protection in Russia. Finance and Statistics*, 2001, pp. 25–55.
14. *Calculation instructions (methodology) for the inventory of emissions of pollutants from motor vehicles on the territory of the largest cities.* Ministry of Transport of the Russian Federation Scientific Research Institute of Automobile Transport. Moscow, JSC "NIIAT", 2008, 40 p.
15. *Guidelines for conducting transport surveys in cities.* Central Research and Design Institute for urban Development of Gosgrazhdanstroya. Moscow, Stroyizdat, 1982, 72 p.
16. Selezneva, A. I., Gorbunova, V. S. *Problems of transport infrastructure in the planning of modern cities and ways of their solution. Prospects of science and education*, 2013, no. 6, pp. 195–199.
17. *Transport. Federal State Statistics Service*, URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/23455?print=1> Accessed: 25.01.2021.
18. Turbina, E. S. *Influence of atmospheric pollution by suspended substances and heavy metals on the incidence of respiratory diseases in children.* 2012, no. 2 (227), pp. 21–23.
19. *Ecological state of the territory of Russia: A textbook for students of higher pedagogical educational institutions* (ed. Ushakova, S. A., Katsa, Ya. G.); Ed. 2-e, 2004, pp. 64–78.
20. Bobilev, S. N., Novoselov, A. L., Girusov, E. V. *Ecology and economics of nature management.*, etc. Textbook. Ed. 2-e, 2002, pp. 38–44.