

Як видно з наведеного графіку найбільша величина зведеного моменту припадає на кути 83^0 .

7. Висновки

1. Розроблено алгоритм зведення мас до вхідної ланки, яка здійснює плоско-паралельний рух, на базі гідравлічного насоса з механізмом типу роломайт.

2. Зведення мас розглянутого насоса до ланки, яка рухається плоско-паралельно, спрощується, якщо за узагальнену координату прийняти кут обертання її центра мас в абсолютному русі.

3. Постійна частина зведеного моменту інерції ланки зведення складається з двох доданків: від абсолютного і відносного рухів.

4. У розглянутому насосі з приводним феромагнітним роликом 8, який рухається плоско-паралельно, два інші опорні ролики 6 вносять кожний рівну долю в загальний зведений момент інерції механізму. Так само доля кожного з сепаруючих роликів, які контактують з приводним феромагнітним роликом, є однаковою та відрізняється від такої для сепаруючого ролика, що контактує з опорними неферомагнітними роликами.

5. Наведено графік зміни зведеного моменту інерції від кута повороту ланки зведення.

Література

1. Комаров М.С. Динамика механизмов и машин, - М.: Машиностроение, 1969. – 206 с.
2. Пат 108050 Україна, МПК F16H39/02-39/42, Н 01 F 7/24. Електромагнітний гідронасос кочення [Текст]/Воробйов М.С., Прокопенко Д.П.; патентовласник Івано-Франківський національний університет нафти і газу. заяв.05.03.00; опуб. 10.03.15. Бюл. №5.

3. Е. Н. Хозина, А. Н. Гаврилов, В. А. Макаров. О приведении масс и моментов инерции к ведущему звену рычажно-стержневого механизма. Сборник научных трудов семинара «Современные технологии в горном машиностроении». – М.: НИТУ «МИСиС». – 2015. – 255 с.

4. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин. М.: Наука. 1988. 640 с.

5. Vorobyov, M. and Prokopenko, D., 2018. Hydraulic pump based on the rolamite mechanism. Ukrainian Journal of Mechanical Engineering and Materials Science, 4(1), pp.105–115.

6. Бычков М. В., Ладиков С. А. Методические особенности решения задач по динамике механизмов [Электронный ресурс] // Огарев-online. Раздел "Педагогические науки". – 2015. – №14

8. Petrescu, F.I., Apicella, A., Aversa, R., Petrescu, R.V., Calautit, J.K., Mirsayar, M. and Riccio, A. Something about the mechanical moment of inertia. American Journal of Applied Sciences, 2016, 13(11).

9. P. S. S. Murthy, A. Satyadevi, A. Gopala Krishna and K. Eswaraiah. Mass Distribution in a Spatial Mechanism to Reduce Shaking Moment. Indian Journal of Science and Technology. 2016, 9(41).

10. Bulatović, Ž.M., Tomić, M.V., Knežević, D.M. and Cvetić, M.R., 2011. Evaluation of variable mass moment of inertia of the piston–crank mechanism of an internal combustion engine. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D: Journal of Automobile Engineering, 225(5), pp.687-702.

11. Wilkes, D. F. Roller-band devices. US Patent US3452309A (1969).

12. Cadman, R. V. Rolamite-geometry and force analysis. J. Eng. Ind. 91, 186–191 (1969). Wilkes, D. F. Roller-band devices. US Patent US3452309A (1969).

I. Rabosh

PhD

O. Kofanova

Prof.

National Technical University of Ukraine
"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

TECHNOGENIC LOAD ON THE URBAN AREA FROM THE SIDE OF THE OBJECTS OF THE MOTOR TRANSPORT COMPLEX (FOR EXAMPLE, THE CITY OF KIEV)

Рабаш І. А.

аспірант кафедри інженерної екології

Кофанова Е. В.

д-р. пед. наук, канд. хим. наук, проф.

кафедры инженерной экологии

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»

Киев, Украина

ТЕХНОГЕННАЯ НАГРУЗКА НА УЧАСТОК ГОРОДСКОГО РАЙОНА СО СТОРОНЫ ОБЪЕКТОВ АВТОТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА (НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА КИЕВА)

Annotation. The work considers a section of the district in the city of Kiev, on which ATK facilities have a dangerous environmental impact. The relevance of the work is determined by the increase in the technogenic load

on the environment due to the growth of automatic telephone exchange flows on the city highways and an increase in the number of facilities for their maintenance. Using field observations, the number of cars at peak hours was determined and pollutant emissions into the air were calculated. On the basis of the data obtained, the technogenic load on the part of motor vehicles in the urban area was determined. The scientific novelty is the theoretical justification and practical confirmation of modern ingredient pollution from ATC facilities with obtaining the values of mass emissions of pollutants.

Аннотация. В работе рассмотрен участок района в городе Киеве, на который оказывают опасное экологическое влияние объекты АТК. Актуальность работы определяется увеличением техногенной нагрузки на окружающую среду вследствие роста потоков АТС на автомагистралях города и увеличения числа объектов их обслуживания. С помощью натурных наблюдений определено количество автомобилей в часы пик и рассчитаны выбросы ЗВ в атмосферный воздух. На основе полученных данных определена техногенная нагрузка со стороны автотранспорта на городской район. Научной новизной является теоретическое обоснование и практическое подтверждение современного ингредиентного загрязнения от объектов АТК с получением величин массовых выбросов ЗВ.

Key words: motor transport complex, environmental safety, harmful substances, pollution level, harmful emissions.

Ключевые слова: автотранспортный комплекс, экологическая безопасность, вредные вещества, уровень загрязнения, вредные выбросы.

Введение. В современном мире наблюдается экологическая ситуация, при которой около 75 % всего населения проживают в неблагоприятной санитарно-гигиенической обстановке, что связано с влиянием объектов автотранспортного комплекса (АТК) [1]. Автотранспортные средства (АТС), автомагистральные пути, автозаправочные станции (АЗС), станции технического обслуживания (СТО), стоянки АТС и т.д. оказывают значительную экологическую нагрузку на все составляющие урбанизированных территорий [2]. Они вызывают загрязнение окружающей среды выбросами оксидов углерода, азота, серы, углеводородов, а также тяжелыми металлами, солями слабых кислот, нефтепродуктами, поверхностно-активными веществами и т.д. При этом перечисленные воздействия, особенно аэротехногенное загрязнение, крайне негативно отражаются на жизни и здоровье человека. Учитывая, что экологическая безопасность является одной из составляющих национальной безопасности и направлена на создание условий надежной безопасности жизни и деятельности человека, оценка и прогнозирование техногенной нагрузки и ее предупреждение остается одной из актуальных задач современной науки. Таким образом, оценка техногенной нагрузки со стороны объектов АТК на городской примагистральный микрорайон имеет большое экологическое значение.

Постановка проблемы. Значительное увеличение количества АТС, особенно за счет частных автомобилей, приводит к увеличению количества объектов для их обслуживания, а вместе с тем и к повышению техногенной нагрузки на городскую среду, что особенно влияет на жилые примагистральные районы и население, проживающее вблизи объектов АТК. По данным Всемирной организации здравоохранения, выбросы АТС сокращают продолжительность жизни человека в среднем на 4 года, при этом детская смертность увеличивается на 1% [1]. Наблюдается также резкое увеличение астмы среди детей из-за загрязнения воздуха, особенно в

больших городах. Исследования показывают, что в домах, расположенных рядом с мощной автомагистралью (до 100 м), жители болеют раком в 3–4 раза чаще, чем в домах, удаленных от дороги на расстояние 300 м и больше. Между уровнем вредных веществ (ВВ) в атмосферном воздухе и раком легких у жителей европейских стран установлена количественная зависимость. По мере роста количества АТС серьезной проблемой в городах становится фотохимический смог, причиной которого являются выбросы соединений азота и углерода в атмосферу. Таким образом, анализ процессов, происходящих в окружающей среде с участием ВВ отработанных газов (ОГ) АТС, оценка экотоксикологического влияния объектов АТК, определение чрезвычайно вредного влияния на здоровье людей доказывают необходимость повышения экологической безопасности территорий, прилегающих к объектам АТК.

Анализ последних исследований. ОГ двигателей внутреннего сгорания АТС несут наибольшую опасность для окружающей среды и, в частности, атмосферного воздуха. Среди трех основных источников выбросов (ОГ, картерные газы, испарения из системы питания) ОГ составляют 100% CO, 55% C_mH_n, 100% NO_x выбросов [3]. Кроме этого, в состав выбросов ОГ входят альдегиды, канцерогенные вещества, а именно бенз(а)пирен (C₂₀H₁₂), соединения серы и твердые частицы (сажа). При плохом дорожном покрытии, на перекрестках, при работе двигателя на холостом ходу, резком торможении или увеличении скорости концентрация ВВ в воздухе повышается в 2,5–4 раза [4]. Летом ВВ накапливается в зеленых зонах города, особенно на закрытых дворовых территориях. Кроме того, в условиях стесненной застройки образуются так называемые застойные зоны, где в безветренную погоду практически отсутствует ветровой перенос примесей и рассеяние выбросов осуществляется только за счет естественной конвекции.

Уровень загазованности автомагистралей и примагистральных территорий зависит от

интенсивности движения АТС, ширины и рельефа улицы, скорости ветра, доли грузового транспорта и автобусов в общем потоке и т.д. [5]. В тоже время на состав ОГ большое влияние оказывает специфика работы автотранспорта в городских условиях: низкие скорости, частые изменения направления и скорости движения, многократные торможения и разгоны, короткие расстояния перевозок обуславливают работу двигателей преимущественно на неуставившихся тепловых режимах. Это способствует повышенному выделению токсичных продуктов [6]. В работах выявлено, что уровень загрязнения атмосферного воздуха вблизи автомагистрали, в наибольшей степени, вызванный превышением ПДК диоксида азота в 3,3 раза, диоксида серы – в 1,4 раза, формальдегида – в 1,6 раз. Суммарный риск здоровью населения, вследствие загрязнения тремя вредными примесями составляет более 0,2, что означает проявление у людей, проживающих на исследуемых территориях тяжелых хронических эффектов в течение жизни [7].

Острая экологическая ситуация возникает в местах автостоянок и парковки автомобилей. Режимы работы двигателей в данных условиях характеризуются «залповыми» выбросами ОГ при пуске, прогреве и выезде на линию. Кроме того, парковка АТС вдоль проезжей части создает дополнительную экологическую нагрузку на уличный каньон. При этом уличная парковка является существенной помехой для движения автотранспорта и, следовательно, провоцирует повышение выбросов ВВ в окружающую среду за счет разгонов и торможения АТС. Концентрация ВВ в таких условиях может составлять 20 мг/м³ и выше [5]. В связи с опасностью возникновения высоких концентраций примесей в локальных зонах вблизи жилых районов города возникает необходимость тщательного рассмотрения вопроса о переносе примеси в условиях городской застройки.

Цель работы: определение техногенной нагрузки со стороны объектов АТК на участок примагистрального района в городе Киеве и поиск

решений для улучшения экологической обстановки на таких территориях.

Изложение основного материала.

Современными исследованиями подтверждено, что объекты АТК приводят к огромной техногенной нагрузке на все составляющие окружающей среды города. Однако, воздействие техногенных нагрузок должно соответствовать уровню физической устойчивости каждого природного компонента. Существуют критерии количественной оценки состояния урбоэкосистем, где сравниваются фактические значения объема поступающих ЗВ с объемами, не нарушающими экологически безопасного состояния территории (например, в зоне влияния АТК), с учетом газопоглотительной способности зеленых насаждений, расположенных на данной территории [8]. Такую оценку можно определить по формуле (1) [8]:

$$\eta_p = \sum_k \sum_i [(B_{ik} - Z_{ik})] \quad (1)$$

где B_{ik} – количественный интегральный индикатор состояния биосферы при воздействии на нее k -их элементов в виде некоторого относительного показателя, стандартизованного в виде числовых значений (от 0 до 1);

Z_{ik} – количественное значение объема i -х ЗВ, образующихся от воздействия k -х объектов АТК с максимальными концентрациями, допускающими техногенное развитие урбанизированных территорий (интегральный показатель от 0 до 1).

Если имеет место неравенство $B_{ik} \leq Z_{ik}$, то уровень воздействия на окружающую среду является опасным и нуждается в каких-либо ограничениях. Более того, сложившуюся экологическую ситуацию можно признать катастрофической [8].

Рассмотрим экологическую ситуацию, которая сложилась под воздействием вредных компонентов ОГ АТС. Для исследования выбран участок автомагистрали по проспекту Победы в Соломенском районе города Киева, длиной 2 км, который оказывает влияние на придорожную территорию и зону жилой застройки (рис. 1).

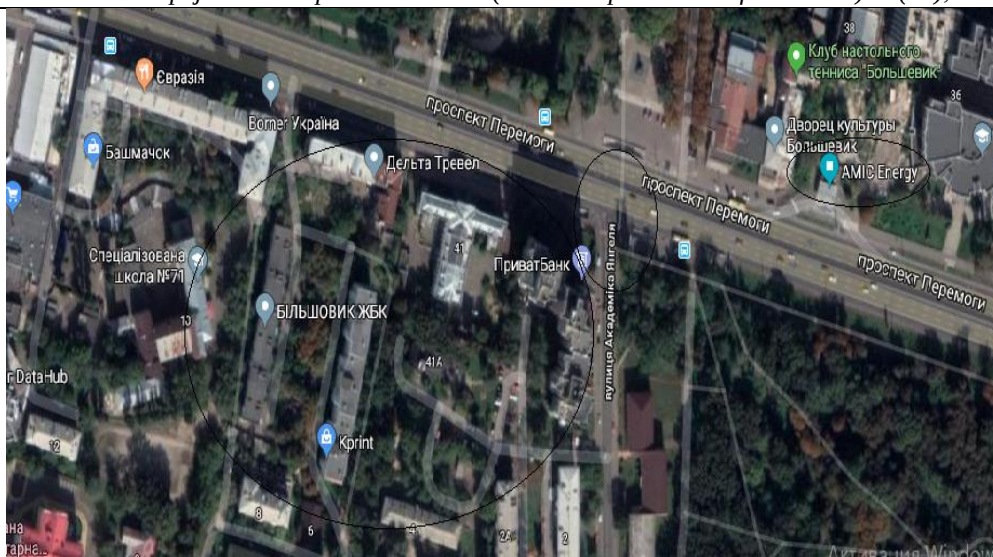


Рисунок 1 – Карта расположения участка исследования в городе Киеве

В основном, нагрузка от автотранспорта на улично-дорожную сеть характеризуется показателем интенсивности движения [9, 10]. Согласно требованиям ГОСТ суммарная интенсивность движения считается низкой при прохождении в среднем 2,7–3,6 тыс. авт./сут., средней при прохождении в среднем 8–17 тыс. авт./сут., высокой при прохождении в среднем 18–27 тыс. авт./сут. [11].

В ходе натурных исследований определена интенсивность движения АТС на исследуемом участке автомагистрали (с помощью видеосъемки), что детально описано в работе [2]. В часы пик количество АТС составляет 9120 авт./час в обоих направлениях движения. На рис. 2 показан количественный состав АТС по основным категориям.

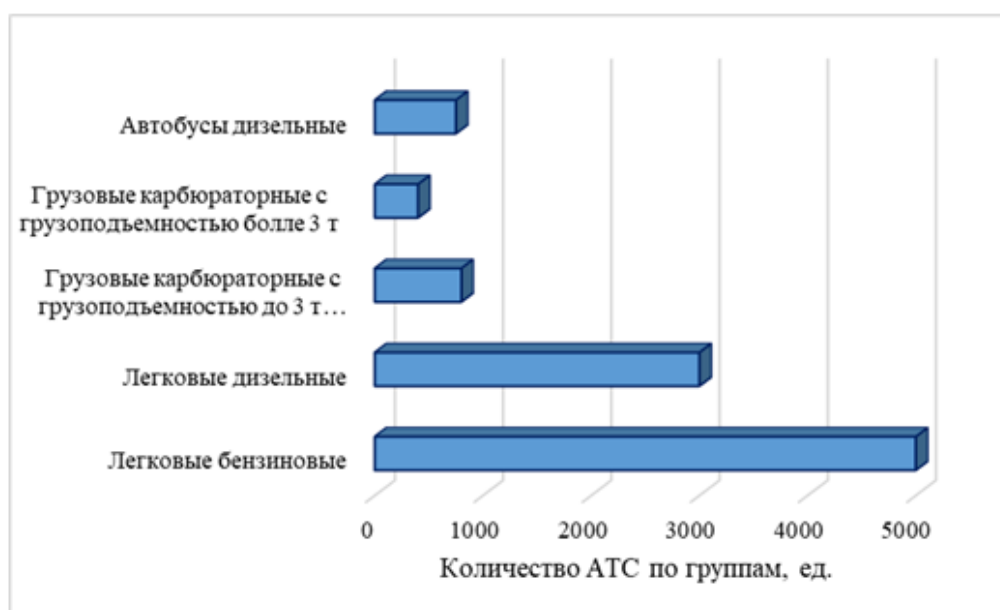


Рисунок 2 – Количественный состав АТС по группам

Массовый выброс ЗВ определен по формуле (2) согласно методике [5]:

$$M_{L1} = \frac{L}{3600} \times \sum_{k=1}^n M_{K1}^{\Pi} \times G_K \times r_{VK1} \quad (2)$$

где, $M_{k,i}^{\Pi}$ – пробеговой выброс i -го ЗВ k -й группы АТС, что определяется с таблицы [5] г/км;

k – количество АТС по каждой группе, ед.;

G_K – фактическая наибольшая интенсивность движения, то есть количество автомобилей каждой

с k групп, что проходит через фиксированный участок автомагистрали в единицу времени в обоих направлениях, (1/час);

$k_{VK,i}$ – поправочный коэффициент, что учитывает среднюю скорость движения потока на дороге, км/час (определяется с таблицы);

$1/3600$ – коэффициент пересчета «часы» в «секунды»;

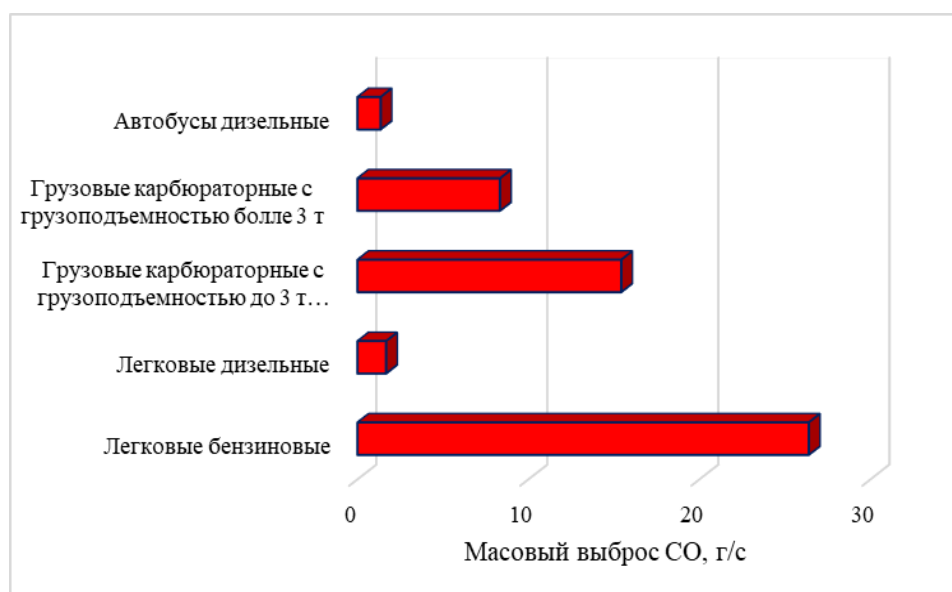
L – длина участка автомагистрали без регулированных перекрестков, км.

Таблица 1

Значения пробеговых выбросов $M_{k,i}^{II}$ для разных групп АТС

Группа автомобилей	Выбросы, г/км			
	CO	C _x H _y	NO _x (в перерасчете на NO ₂)	PM (сажа)
Легковые бензиновые	19,0	2,1	1,8	-
Легковые дизельные	2,0	0,25	1,3	0,1
Грузовые карбюраторные с грузоподъемностью до 3 т (и микроавтобусы)	69,4	11,5	2,9	-
Грузовые карбюраторные с грузоподъемностью более 3 т	75,0	13,4	5,2	-
Автобусы дизельные	8,8	6,5	8,0	0,3

На рис. 3 поданы диаграммы, характеризующие массовые выбросы ЗВ каждой группой АТС, что проходит через исследуемый участок дороги.



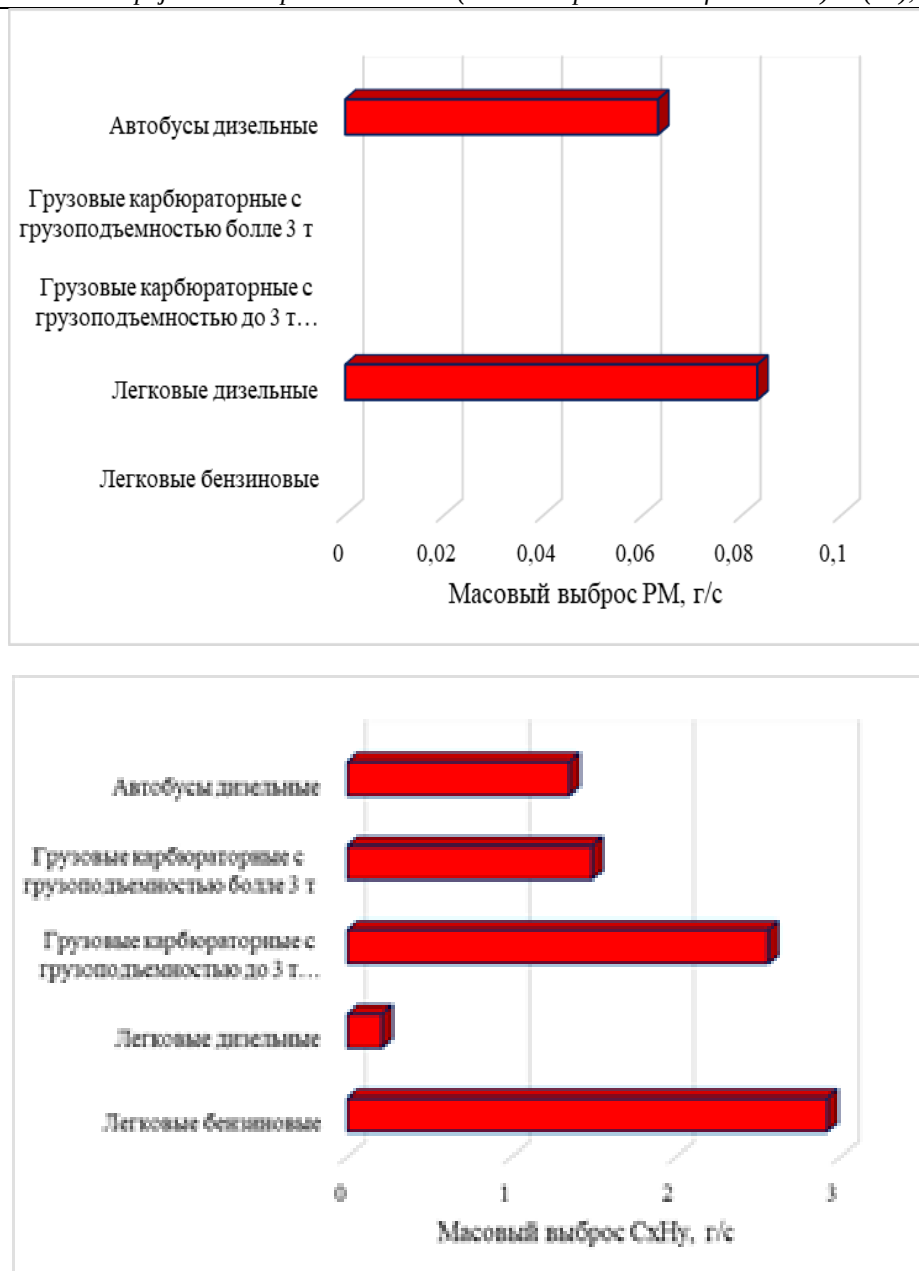


Рисунок 3 – Результаты расчета массовых выбросов ЗВ на участке автомагистрали

Анализ полученных расчетных данных показывает, что наибольший вклад в аэротехногенное загрязнение прилегающих зон по всем ЗВ, кроме РМ, вносят легковые бензиновые АТС. При этом наибольшее загрязнение приходится на оксиды Карбона (26,39 г/с), что существенно снижают дизельные АТС (до 1,67 г/с), однако именно они создают опасное загрязнение атмосферы твердыми частицами (РМ). Что касается оксидов Нитрогена, то наибольшее количество приходится также на легковые бензиновые АТС (2,5 г/с), в то время как дизельные автомобили выбрасывают 1,8 г/с этого ЗВ.

Исходя из количества выбросов ЗВ к их нормативным требованиям, можно оценить показатель уровня экологической опасности данной территории, который дает представление об экологической ситуации и определяется по формуле (3):

$$P_{оук} = \frac{S_{оуфакт}}{S_{оуэталон}}, \quad (3)$$

где $S_{оуфакт}$ – результат оценки экологической ситуации в зоне влияния k -го элемента объекта АТК, полученный в ходе анализа фактического количества выбросов [8]:

$$S_{оуфакт} = \left[\sum_1^p \sum_1^d \left(\frac{M_i}{ПДК_i} \right) \right], \quad (4)$$

где p – количество АТС в потоке;

d – количество примесей в ОГ АТС;

M_i – количество выбросов i -го ЗВ в ОГ, образующихся при интенсивности движения N автомобилей, мг/с;

$ПДК_i$ – среднесуточная ПДК i -го ЗВ в атмосфере населенного пункта, мг/м³.

Понятно, что $S_{оуэталон}$ – это результат оценки экологической ситуации при котором

обеспечивается безопасное состояние среды, в соответствии с нормативами. При этом выброс ЗВ $M_{\text{эталон}}$ определяется для интенсивности потока автотранспорта N , при котором обеспечивается

уровень максимальных концентраций, влияющих на территорию, приводящих к экологически безопасного состояния придорожной зоны, то есть $M_{\text{эталон}} = \text{ПДК}_i$.

Таблица 2

Результаты определения экологической ситуации на участке исследования

Параметр	ЗВ			
	CO	C _x H _y	NO ₂	PM
M_i , мг/с	530	85	64,7	14,6
ПДК, мг/м ³	3	1	0,04	0,05
$M_i/\text{ПДК}$	176,67	85	$1,6 \cdot 10^3$	292
$S_{\text{оуфакт}}$, м ³ /с	2153, 67			
$S_{\text{оуэталон}}$, м ³ /с	4			
$P_{\text{оук}}$	$0,54 \cdot 10^3$			

Выводы. Таким образом, нами определена оценка экологической ситуации, что сложилась на данном участке автомагистрали. Значение, которое получено ($P_{\text{оук}} = 0,54 \cdot 10^3$) очень сильно большое, что показывает превышения нормативного уровня для данных условий на исследуемой территории в 540 раз. Такие показатели говорят о чрезвычайно негативной экологической ситуации на территории города. Можно сделать качественный вывод о том, что объем ЗВ, образующихся от воздействия объектов АТК в сотни раз превышает интегральный индикатор состояния биосферы в этом районе.

Следует также учесть, то что на даном участке находится АЗС, которая вносит свой вклад в загрязнение воздуха. Массовые выбросы ЗВ АЗС усиливают ухудшение экологической ситуации в исследуемом районе.

Следующим этапом исследований должно быть построение матрицы рассеивания ЗВ с помощью методов математического моделирования, особенно с учетом направления ветра. При этом необходимо учитывать характеристику застройки, расположение АЗС и полученные в работе результаты массовых выбросов ЗВ.

Для комплексной оценки воздействия АТК на урбанизированную территорию нужно также учитывать показатели загрязнения грунтов, водных объектов, показатели лишеноиндикации для определения весовых коэффициентов каждого из них.

Список литературы

1. Транспортна екологія: навчальний посібник / [О. І. Запорожець, С. В. Бойченко, О. Л. Матвеева, С. Й. Шаманський та ін.] – К.: «Центр учбової літератури», 2017. – 508 с.
2. Рабош І. О. Оцінка екологічного стану територій автозаправних станцій, розташованих поблизу автомагістралей / І. О. Рабош, О. В. Кофанова, А. В. Підгорний // Вісник НТУ «ХП», Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХП». – 2018. – № 9 (1285). – С. 236–242.
3. Марков В. А. Токсичность отработавших газов дизелей / В. А. Марков, Р. М. Баширов, И. И.

Габитов // М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. – 2002. – 376 с.

4. Кофанов А. Е. Геоэкологические аспекты моделирования локального загрязнения приземного атмосферного воздуха отработавшими газами автотранспортных средств / А. Е. Кофанов, Ю. Р. Холковский // Горная механика и машиностроение. – 2017. – № 4. – С. 20–33.

5. Цыплакова Е. Г. Приборы и методы контроля и мониторинга воздействия автотранспорта на атмосферный воздух северных городов: дис. на соискание учен. степени доктора технич. наук: спец. 05.11.13 – приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий. – СПб, 2014. – 347 с.

6. Тарасова В. В. Екологічна стандартизація і нормування антропогенного навантаження на природне середовище / Тарасова В. В., Малиновский А. С., Рыбак М. Ф. / заг. ред. В. В. Тарасовой. Навч. посібник.- К.: Центр учбової літератури, 2007. – 276 с.

7. United States Environmental Protection Agency: region 3 risk assessment: [Електроний ресурс]. – 2011. – Режим доступу : <http://www.epa.gov/> (Методичні аспекти оцінки ризику (US EPA Region 3 Risk Assessment). <http://www.epa.gov/reg3hwmd/risk/riskmenu.htm>). – Назва з екрана.

8. Владимиров В. В. / Руководство по охране окружающей среды в районной планировке. / Владимиров В. В. и др. – М.:Стройиздат, 1986. – 160 с.

9. Волошин В. С. Характер рассеяния атмосферных загрязнений в районе магистральных перекрестков урбосистем/ Волошин В. С., Елистратова Н. Ю. // Проблемы охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки: Сб.науч.тр./ УкрНІІЕП. – Харьков, 2010. – Вип. № 3. – С. 120–123.

10. Канило, П. М. Автотранспорт. Топливно-экологические проблемы и перспективы: монография / П. М. Канило. – Х.: ХНАДУ. – 2013. – 272 с.

11. ГОСТ 17.2.2.03–77 «Охрана природы. Атмосфера. Содержание окиси углерода в отработавших газах автомобилей с бензиновыми двигателями. Нормы и метод определения.