

## АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЧЕЛОВЕКА И ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ

А.Л. Куленцан, Н.А. Марчук

Антон Львович Куленцан (ORCID 0000-0002-4012-9218)\*, Наталья Александровна Марчук (ORCID 0000-0002-2024- 0920)

Кафедра информационных технологий и цифровой экономики, Ивановский государственный химико-технологический университет, Шереметевский пр., 10, Иваново, Российская Федерация, 153000  
E-mail: kulencan@mail.ru\*, chyk85@rambler.ru

*Данная статья посвящена исследованию уровней риска окружающей среды и здоровья населения от воздействия различных загрязняющих веществ, таких как: взвешенные вещества, диоксид серы, диоксид и оксид азота, оксид углерода, а также меди, на территории г. Иваново. Показано, что все зарегистрированные загрязняющие вещества на стационарных постах № 1 и 2 г. Иваново наносят вред организму человека. Получены усредненные данные, за период с 2005-2019 г., среднегодовой розы ветров для г. Иваново, из которых видно, что роза ветров имеет основное направление ветра на юг, запад и юго-запад. Расчетные величины свидетельствуют о значительном уровне риска развития у Ивановского населения болезней, приводящих к поражению органов дыхания, кожи, нервной системы, глаз и нарушения обмена веществ. Так, на болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ у ивановских жителей, за рассмотренный период, наибольшее влияние оказывают взвешенные вещества, диоксид азота и бенз(а)пирен. На болезни органов дыхания - диоксид серы и азота, оксид углерода и азота, а также бенз(а)пирен. На болезни глаза и его придаточного аппарата - диоксид серы, оксид углерода и фенол. На болезни нервной системы и болезни кожи, подкожной клетчатки наибольшее влияние оказывают оксид углерода, оксид и диоксид азота, формальдегид и бенз(а)пирен. В данной работе сделан прогноз объемов загрязняющих веществ на 2024 г. Полученные данные свидетельствуют о том, что количество диоксида серы, диоксида и оксида азота, оксида углерода, взвешенных веществ, а также меди увеличится. Что приведет к неблагоприятным воздействиям как на почву, так и на организм человека.*

**Ключевые слова:** загрязняющие вещества, тяжелые металлы, загрязнение, почва, окружающая среда, промышленность, ПДК, среднегодовая концентрация

## ANALYSIS OF THE IMPACT OF POLLUTANTS ON HUMANS AND THE ENVIRONMENT

A.L. Kulentsan, N.A. Marchuk

Anton L. Kulentsan (ORCID 0000-0002-4012-9218)\*, Natalia A. Marchuk (ORCID 0000-0002-2024- 0920)

Department of Information Technologies and Digital Economy, Ivanovo State University of Chemistry and Technology, Sheretevskiy ave., 10, Ivanovo, 153000, Russia  
E-mail: kulencan@mail.ru\*, chyk85@rambler.ru

*This article is devoted to the study of the risk levels of the environment and public health from exposure to various pollutants, such as: suspended solids, sulfur dioxide, nitrogen dioxide and oxide, carbon monoxide, as well as copper, on the territory of Ivanovo. It is shown that all registered pollutants at stationary posts No. 1 and 2 in Ivanovo cause harm to the human body. Averaged data were obtained for the period from 2005-2019, the average annual wind rose for the city of Ivanovo, from which it can be seen that the wind rose has the main wind direction to the*

*south, west and southwest. The calculated values indicate a significant level of risk for the development of diseases in the Ivanovo population that lead to damage to the respiratory organs, skin, nervous system, eyes and metabolic disorders. Thus, the diseases of the endocrine system, eating disorders and metabolic disorders in Ivanovo residents, during the period under review, are most influenced by suspended substances, nitrogen dioxide and benz(a)pyrene. For respiratory diseases - sulfur dioxide and nitrogen, carbon monoxide and nitrogen, as well as benz(a)pyrene. For diseases of the eye and its accessory apparatus - sulfur dioxide, carbon monoxide and phenol. Diseases of the nervous system and diseases of the skin, subcutaneous tissue are most affected by carbon monoxide, nitrogen oxide and dioxide, formaldehyde and benz(a)pyrene. In this paper, a forecast of the volume of pollutants for 2024 is made. The data obtained indicate that the amount of sulfur dioxide, nitrogen dioxide and oxide, carbon monoxide, suspended solids, as well as copper will increase. Which will lead to adverse effects, both on the soil and on the human body.*

**Key words:** pollutants, heavy metals, pollution, soil, environment, industry, MPC, average annual concentration

**Для цитирования:**

Куленцан А.Л., Марчук Н.А. Анализ воздействия на человека и окружающую среду загрязняющих веществ. *Изв. вузов. Химия и хим. технология.* 2022. Т. 65. Вып. 1. С. 116–121

**For citation:**

Kulentsan A.L., Marchuk N.A. Analysis of the impact of pollutants on humans and the environment. *ChemChemTech [Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol.]*. 2022. V. 65. N 1. P. 116–121

Многие города России подвержены значительному влиянию разнообразных загрязняющих веществ (ЗВ) [1]. Среди них можно выделить основные антропогенные загрязнители атмосферного воздуха: диоксид серы (SO<sub>2</sub>), диоксид азота (NO<sub>2</sub>), оксид углерода (CO), твердые частицы (пыль, сажа, зола), бенз(а)пирен [12, 13]. На их долю приходится около 98% выбросов вредных веществ в атмосферу. Все данные загрязнители образуются в результате деятельности промышленных [10, 11] и железнодорожных предприятий, объектов энергетики [1], автотранспорта и железнодорожного транспорта. Среди опасных для здоровья веществ тяжелые металлы и их соединения занимают особое место, так как являются постоянными спутниками в жизни человека. Тяжелые металлы (ТМ) [14] уже сейчас занимают второе место по степени опасности, уступая пестицидам и основательно перегоняя такие свободно известные загрязнители, как двуокись углерода и серы. В будущем они могут стать более опасными, чем отходы атомных электростанций и твердые отходы [2, 15].

Почва является одним из наиболее подверженных антропогенному влиянию компонентов окружающей среды [3]. Попав в почву или грунтовые воды, данные вещества способны не только загрязнять напрямую, но и накапливаться в почве и воде. Под воздействием же ветров в городах из почвы может образовываться мелкодисперсная пыль, вдыхание которой с атмосферным воздухом

приводит к развитию различных заболеваний у населения [4].

Контроль уровня загрязнения атмосферного воздуха территорий осуществляется с помощью дискретных измерений разовых концентраций ЗВ с интервалом времени 20-30 мин, а также путем непрерывного отбора проб в течение сут [5, 6]. В результате чего определяются - максимальная разовая С<sub>мр</sub> и среднесуточная С<sub>сс</sub> концентрации ЗВ.

Данные концентрации характеризуют специфику биологического воздействия загрязняющих веществ на организм человека: резорбтивное и рефлекторное. Резорбтивное воздействие означает возможность развития эмбриотоксических, мутагенных, общетоксических, гонадотоксических, канцерогенных и других биологических эффектов, проявление которых зависит как от концентрации ЗВ в воздухе, так и от длительности вдыхания загрязненного воздуха. Рефлекторное воздействие предполагает реакцию на кратковременное воздействие загрязнителя со стороны рецепторов верхних дыхательных путей [6]. Потенциальная угроза здоровью населения обуславливает необходимость контроля и оценки загрязнения токсичными веществами природных сред [1, 17-19].

Данная работа посвящена исследованию уровней риска окружающей среды и здоровья населения от воздействия SO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>2</sub>, NO, C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>OH, CH<sub>2</sub>O, C<sub>20</sub>H<sub>12</sub>, Cu и взвешенных веществ на территории г. Иваново.

Оценка степени техногенного загрязнения атмосферного воздуха предусматривает использование соответствующих нормативных показателей: предельно допустимой максимальной разовой и предельно допустимой среднесуточной концентраций вредного вещества в воздухе населенных мест – соответственно ПДК<sub>мр</sub> и ПДК<sub>сс</sub> [7, 8]. На основании указанных показателей разрабатываются санитарно-гигиенические нормативы, природоохранные мероприятия, средства инженерной защиты окружающей среды [6].

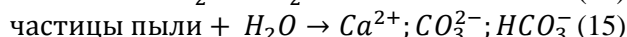
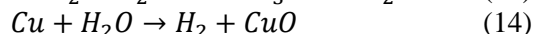
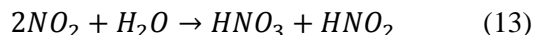
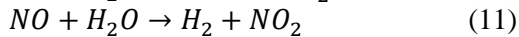
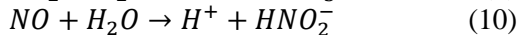
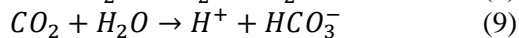
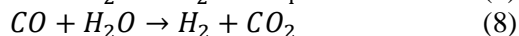
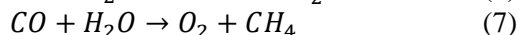
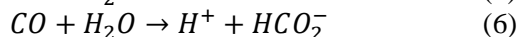
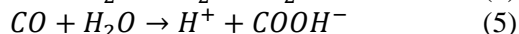
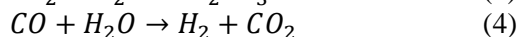
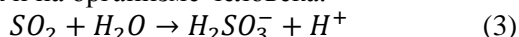
Воздействие ЗВ на организм человека при функционировании загрязняющего объекта довольно продолжительно во времени и составляет годы и десятки лет. Поэтому наиболее объективной характеристикой негативного воздействия техногенного загрязненного воздуха может служить суммарная (проинтегрированная по времени) концентрация за заданный период времени (1). Также среднегодовую концентрацию в точках с координатами  $r_i$  и  $\varphi_j$  можно определить путем осреднения расчетных среднемесячных концентраций (2):

$$\bar{C}(r, \varphi) = \frac{1}{T} \int_0^T C(r, \varphi, t) dt \quad (1)$$

$$\bar{C}(r_i, \varphi_j) = \frac{1}{12} \sum_m \bar{C}_m(r_i, \varphi_j) \quad (2)$$

где  $\bar{C}(r, \varphi)$  – среднегодовая концентрация,  $C(r, \varphi, t)$  – измеренная либо расчетная концентрация ЗВ в момент времени  $t$  в точке с полярными координатами  $r$  и  $\varphi$  относительно источника, помещенного в начало координат,  $T$  – период воздействия,  $T$  – продолжительность года [6, 9].

В атмосферный воздух г. Иваново поступает большое количество различных вредных веществ. Повсеместно выбрасываются такие вредные вещества, как пыль (взвешенные вещества), диоксид серы, диоксид и оксид азота, оксид углерода, которые принято называть основными, а также различные специфические вещества, выбрасываемые отдельными производствами, предприятиями, цехами. Действие данных веществ также приводит к изменению pH атмосферных осадков (3-15) и, как следствие, может сказаться как на почве, так и на организме человека.



Уровень загрязнения атмосферы в г. Иваново за период с 2005 по 2019 г. характеризуется как повышенный. Так, значение индекса загрязнения атмосферы составляет > 5,8. Он определяется концентрациями формальдегида, бенз(а)пирена, взвешенных веществ, оксида углерода и фенола.

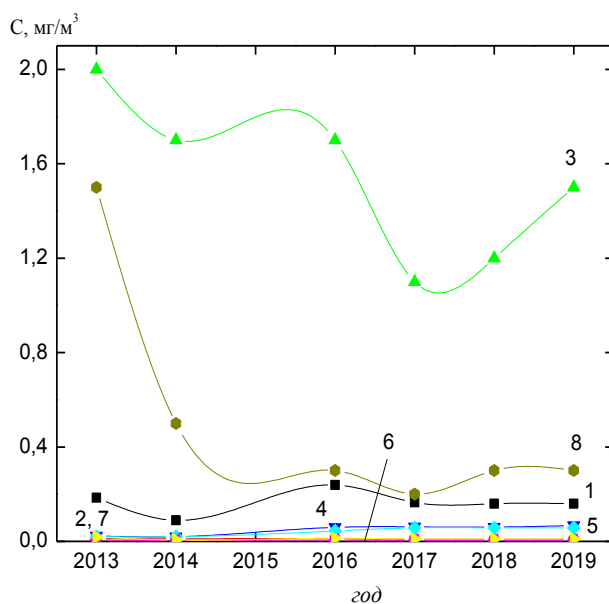


Рис. 1. Среднегодовые концентрации загрязняющих веществ на стационарном посту №1 г. Иваново: 1 - взвешенные вещества; 2 - SO<sub>2</sub>; 3 - CO; 4 - NO<sub>2</sub>; 5 - NO; 6 - C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>OH; 7 - CH<sub>2</sub>O; 8 - C<sub>20</sub>H<sub>12</sub>

Fig. 1. Average annual concentrations of pollutants at the stationary post No. 1. Ivanovo: 1-suspended solids; 2 - SO<sub>2</sub>; 3 - CO; 4 - NO<sub>2</sub>; 5 - NO; 6 - C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>OH; 7 - CH<sub>2</sub>O; 8 - C<sub>20</sub>H<sub>12</sub>

Результаты наблюдений (рис. 1, 2) за рассмотренный период показывают, что для г. Иваново, также как и для большинства городов Центрального Федерального Округа, приоритетными загрязнителями воздушного бассейна являются формальдегид, фенол и бенз(а)пирен, присутствует общая запыленность (взвешенные вещества). Все зарегистрированные вещества приносят вред организму человека, так бенз(а)пирен – это канцерогенное вещество, 1 класса опасности, которое медики расценивают, как однозначно провоцирующее раковые заболевания. Фенол – один из промышленных загрязнителей, довольно токсичен для животных, человека и многих микроорганизмов [16]. Вызывает нарушение функций нервной системы. Пыль, пары и раствор фенола раздражают слизистые оболочки глаз, дыхательных путей, кожу. Обладает ярко выраженным канцерогенным дей-

ствием. Формальдегид – раздражающий газ, обладающий общей ядовитостью. Он оказывает общетоксическое действие. Вызывает поражение центральной нервной системы, легких, печени, почек, органов зрения. Возможно кожно-резорбтивное действие. Формальдегид обладает аллергенным, мутагенным, сенсибилизирующим и канцерогенным действием. Предельно допустимые концентрации рассмотренных веществ представлены в табл. 1.

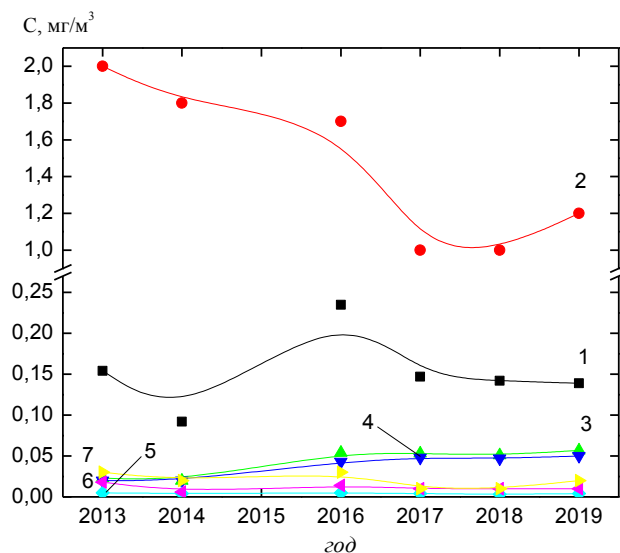


Рис. 2. Среднегодовые концентрации загрязняющих веществ на стационарном посту №2 г. Иваново: 1 - взвешенные вещества; 2 – CO; 3 – NO<sub>2</sub>; 4 – NO; 5 – C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>OH; 6 – CH<sub>2</sub>O; 7 – Cu  
Fig. 2. Average annual concentrations of pollutants at the stationary post No. 2 in Ivanovo: 1-suspended substances; 2 – CO; 3 – NO<sub>2</sub>; 4 – NO; 5 – C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>OH; 6 – CH<sub>2</sub>O; 7 – Cu

Таблица 1

ПДК мг/м<sup>3</sup>  
Table 1. MPC mg/m<sup>3</sup>

	Перечень веществ	ПДК <sub>мр</sub>	ПДК <sub>сс</sub>
1	взвешенные вещества	0,5	0,15
2	SO <sub>2</sub>	10	0,05
3	CO	20	3
4	NO <sub>2</sub>	5	0,04
5	NO	0,4	0,06
6	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	0,01	0,003
7	CH <sub>2</sub> O	0,035	0,003
8	Cu	0,003	0,004

Как показано в работе [3], уровень загрязнения почвенного покрова г. Иваново является средним (уровень загрязнения находится в диапазоне от 16 до 32), что говорит о том, что наблюдается повышение уровня общей заболеваемости населения. Полученные результаты также свидетельствуют о том, что территория г. Иваново разде-

лена по уровням загрязнения, и наиболее загрязненной является юго-западная часть города. Полученные нами усредненные данные, за рассмотренный период (2005-2019 г.), среднегодовой розы ветров для г. Иваново показали, что роза ветров имеет основное направление ветра на юг, запад и юго-запад (рис. 3). В данной части г. Иваново расположена промзона, а также автомобильные трассы, соединяющие Иваново, Ярославль и Москву, по которым наблюдается интенсивное движение как легкового, так и грузового транспорта. В следствие чего можно говорить о том, что происходит накопление загрязняющих веществ в почве и как следствие – приводит к увеличению заболеваемости населения.

Полученные данные свидетельствуют о том, что наблюдается рост заболеваний у населения г. Иваново, связанных с болезнями органов дыхания, кожи, нервной системы, глаз и нарушением обмена веществ (табл. 2). Расчеты показали, что на болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ за период с 2005 по 2019 г. наибольшее влияние оказывают взвешенные вещества, диоксид азота и бенз(а)пирен. На болезни нервной системы и болезни кожи, подкожной клетчатки наибольшее влияние оказывают оксид углерода, оксид и диоксид азота, формальдегид и бенз(а)пирен. На болезни глаза и его придаточного аппарата наибольшее влияние оказывают диоксид серы, оксид углерода и фенол. На болезни органов дыхания сильное влияние оказывают следующие вещества: диоксид серы и азота, оксид углерода и азота, а также бенз(а)пирен.

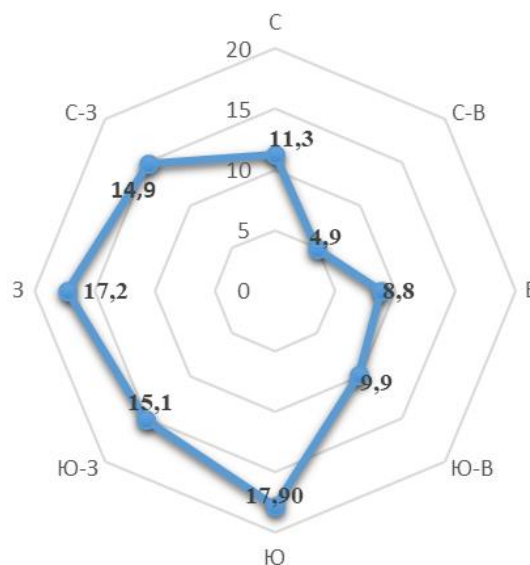


Рис. 3. Среднегодовая роза ветров для г. Иваново  
Fig. 3. Average annual wind rose for Ivanovo

Заболееваемость на 1000 человек населения по основным классам болезней  
**Table 2. Morbidity rate per 1000 people of the population by the main classes of diseases**

Год	Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ	Болезни нервной системы	Болезни глаза и его придаточного аппарата	Болезни кожи и подкожной клетчатки	Болезни органов дыхания
2005	12,6	15,8	41,8	56,3	371,5
2010	9,8	15,0	49,8	55,4	418,4
2011	10,1	14,5	56,6	56,6	440,3
2012	10,7	14,5	62,1	62,3	443,1
2013	10,3	14,6	57,1	57,1	461
2014	11,7	11,5	58,1	56,4	458,4
2015	11,2	9,5	21,0	47,5	463,2
2016	16,8	9,8	71,2	48,1	478,3
2017	12,5	10,8	43,6	49,5	500,3
2018	11,6	10,5	46,9	50,4	499,5
2019	13,5	12,1	50,4	51,1	510,1

Таблица 3

Регрессионные модели  
**Table 3. Regression models**

Перечень веществ	Модель	С, мг/м <sup>3</sup>
Взвешенные вещества	$y = 4,9374\ln(x) - 37,402$	0,18
Диоксид серы	$y = 4E-05x^3 - 0,2411x^2 + 486,15x - 326761$	0,021
Оксид углерода	$y = 2E+61e^{-0,07x}$	0,85
Диоксид азота	$y = -0,0012x^2 + 4,8706x - 4917,9$	0,041
Оксид азота	$y = -0,0009x^2 + 3,5113x - 3546,7$	0,048
Фенол	$y = -0,25\ln(x) + 1,9098$	0,0034
Формальдегид	$y = -1,29\ln(x) + 9,8276$	0,0061
Бенз(а)пирен	$y = 1E+213e^{-0,244x}$	0,0085
Медь	$y = 5E+102e^{-0,119x}$	0,0078

Анализируя полученные данные почти за 20 лет по среднегодовым концентрациям загрязняющих веществ на стационарных постах г. Иваново, были подобраны регрессионные модели, которые наиболее эффективно бы отражали изменение концентраций загрязняющих веществ в г. Иваново. Кроме того, на основании корреляционно-регрессионного анализа сделан прогноз концентраций за-

## ЛИТЕРАТУРА

1. Дунаев А.М., Румянцев И.В., Гриневич В.И. Тяжелые металлы как фактор риска в урбанизированных системах: приложение к г. Иваново. *Изв. вузов. Химия и хим. технология*. 2015. Т. 58. Вып. 2. С. 77-81.
2. Шамшиев А.Б. Негативные последствия загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами и их влияние на живой организм. *Наука, нов. технол. и иннов. Кыргызстана*. 2021. № 1. С. 49-54.
3. Машкин Д.В., Извекова Т.В., Гушин А.А., Гриневич В.И. Оценка уровня загрязнения почв г. Иваново тяжелыми металлами и нефтепродуктами. *Изв. вузов. Химия и хим. технология*. 2017. Т. 60. Вып. 5. С. 94-99.

грязняющих веществ в г. Иваново на 2024 г. Полученные результаты представлены в табл. 3. Все представленные модели получены с коэффициентом детерминации > 0,94.

Таким образом полученные в данной работе данные свидетельствуют о том, что рассмотренные загрязняющие вещества оказывают влияние на организм человека, тем самым вызывая различные заболевания у него. Подобранные математические модели, которые отражают изменение концентраций загрязняющих веществ, а также построен прогноз данных концентраций на 2024 г.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ИГХТУ (при поддержке Минобрнауки России, соглашение № 075-15-2021-671).

The authors declare the absence a conflict of interest warranting disclosure in this article.

The study was carried out using the resources of the Center for Shared Use of Scientific Equipment of the ISUCT (with the support of the Ministry of Science and Higher Education of Russia, grant No. 075-15-2021-671).

## REFERENCES

1. Dunaev A.M., Rumyantsev I.V., Grinevich V.I. Heavy metals as a risk factor in urbanized systems: appendix to Ivanovo. *ChemChemTech [Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol.]*. 2015. V. 58. N 2. P. 77-81 (in Russian).
2. Shamshiev A.B. Negative consequences of environmental pollution by heavy metals and their impact on a living organism. *Nauka, Nov. Tekhnol. Innov. Kyrgyzstana*. 2021. N 1. P. 49-54 (in Russian).
3. Mashkin D.V., Izvekova T.V., Gushchin A.A., Grinevich V.I. Assessment of the level of soil pollution in Ivanovo with heavy metals and petroleum products. *ChemChemTech [Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol.]*. 2017. V. 60. N 5. P. 94-99 (in Russian).

4. **Майстренко В.Н., Хамитов Р.З., Будников Г.К.** Эколого-аналитический мониторинг супертотоксикантов. М.: Химия. 1996. 319 с.
5. ГОСТ 17.2.3.01-86. Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов. М.: Стандартиформ, 2005. 3 с.
6. **Брюхань А.Ф., Черемикина Е.А.** Среднегодовая концентрация загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу, как критерий его воздействия на человека и окружающую природную среду. *Вестн. ВГУ. Сер.: География. Геоэкология*. 2012. № 2. С. 81-85.
7. ГН2.1.6.695-98. Гигиенические нормативы. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. М.: Минздрав России. 1998. 96 с.
8. **Протасов В.Ф.** Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России. М.: Финансы и статистика. 1999. 671 с.
9. Учет дисперсионных параметров атмосферы при выборе площадок для атомных электростанций. Серия изданий МАГАТЭ по безопасности. Вена: МАГАТЭ. 1983. № 50-SG-S3. 105 с.
10. **Куленцан А.Л., Марчук Н.А.** Анализ основных видов продукции химического производства. *Изв. вузов. Химия и хим. технология*. 2019. Т. 62. Вып. 11. С. 156-160.
11. **Фурда Л.В., Смальченко Д.Е., Титов Е.Н., Лебедева О.Е.** Термокаталитическая деструкция полипропилена в присутствии алюминосиликатов. *Изв. вузов. Химия и хим. технология*. 2020. Т. 63. Вып. 6. С. 85-89.
12. **Извекова Т.В., Кобелева Н.А., Гущин А.А., Герасимова М.С., Гриневич В.И.** Влияние бенз(а)пирена на качество окружающей среды и здоровье населения (на примере г. Иваново). *Изв. вузов. Химия и хим. технология*. 2018. Т. 61. Вып. 12. С. 144-152.
13. **Лебедева Н.А., Никифоров А.Ю., Чумадова Е.С., Костров В.В.** Корреляции между содержанием бенз(а)пирена в городском атмосферном воздухе и различных природных индикаторах. *Изв. вузов. Химия и хим. технология*. 2002. Т. 45. Вып. 6. С. 143-145.
14. **Стульникова Ю.В., Володин Н.И., Невский А.В.** Воздействие тяжелых металлов на экосистемы пригородных территорий. *Изв. вузов. Химия и хим. технология*. 2009. Т. 52. Вып. 5. С. 125-127.
15. **Шепелев И.И., Бочков Н.Н., Головных Н.В., Сахачев А.Ю.** Химико-технологические особенности ресурсосберегающих процессов при утилизации твердых отходов металлургического производства. *Изв. вузов. Химия и хим. технология*. 2015. Т. 58. Вып. 1. С. 81-86.
16. **Краснова Т.А., Кирсанов М.П., Голубева Н.С.** Кинетика адсорбции фенола и пиридина из водных растворов в присутствии неорганических электролитов. *Изв. вузов. Химия и хим. технология*. 2008. Т. 51. Вып. 12. С. 36-39.
17. **Куленцан А.Л., Марчук Н.А.** Анализ динамики заболеваемости населения социально-значимыми болезнями в РФ. *Изв. вузов. Экономика, финансы и управление производством*. 2020. Вып. 03 (45). С. 67-70.
18. **Марчук Н.А., Куленцан А.Л.** Влияние загрязняющих веществ на заболеваемость в Южном Федеральном округе. *Совр. наукоем. технол. Рег. прилож.* 2020. № 3 (63). С. 129-138.
19. **Серева Д.О., Андонова А.Н.** Актуальные проблемы социально значимых заболеваний. Состояние здоровья: медицинские, психолого-педагогические и социальные аспекты. 2018. С. 592-597.
20. **Пузин С.Н., Шургая М.А., Богова О.Т., Потопов В.Н., Чандирли С.А., Балека Л.Ю., Беличенко В.В., Огай Д.С.** Медико-социальные аспекты здоровья населения. Современные подходы к профилактике социально значимых заболеваний. *Мед.-соц. экспертиза и реализация*. 2013. № 3. С. 3-10.
4. **Maistrenko V.N., Khamitov R.Z., Budnikov G.K.** Ecological and analytical monitoring of supertoxicants. M.: Khimiya. 1996. 319 p. (in Russian).
5. GOST 17.2.3.01-86. Nature protection. Atmosphere. Rules for air quality control of settlements. M.: Standartinform. 2005. 3 p. (in Russian).
6. **Bryukhan A.F., Cheremikina E.A.** The average annual concentration of pollutants entering the atmosphere as a criterion of its impact on humans and the environment. *Vestn. VGU. Ser.: Geografiya. Geoekologiya*. 2012. N 2. P. 81-85 (in Russian).
7. GN2. 1. 6. 695-98. Hygiene standards. Maximum permissible concentrations (MPC) of pollutants in the atmospheric air of populated areas. M.: Ministry of Health of the Russian Federation. 1998. 96 p. (in Russian).
8. **Protasov V.F.** Ecology, health and environmental protection in Russia. M.: Finansy and statistika. 1999. 671 p. (in Russian).
9. Consideration of atmospheric dispersion parameters when choosing sites for nuclear power plants. A series of IAEA safety publications. Vienna: IAEA. 1983. N 50-SG-S3. 105 p. (in Russian).
10. **Kulentsan A.L., Marchuk N.A.** Analysis of the main types of chemical production products. *ChemChemTech [Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol.]*. 2019. V. 62. N 11. P. 156-160 (in Russian).
11. **Furda L.V., Smalchenko D.E., Titov E.N., Lebedeva O.E.** Thermocatalytic destruction of polypropylene in the presence of aluminosilicates. *ChemChemTech [Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol.]*. 2020. V. 63. N 6. P. 85-89 (in Russian).
12. **Izvekova T.V., Kobleva N.A., Gushchin A.A., Gerasimova M.S., Grinevich V.I.** The influence of benz (a) pyrene on the quality of the environment and public health (on the example of Ivanovo). *ChemChemTech [Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol.]*. 2018. V. 61. N 12. P. 144-152 (in Russian).
13. **Lebedeva N.A., Nikiforov A.Yu., Chumadova E.S., Kostrov V.V.** Correlations between the content of benz (a)pyrene in urban atmospheric air and various natural indicators. *ChemChemTech [Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol.]*. 2002. V. 45. N 6. P. 143-145 (in Russian).
14. **Stulnikova Yu.V., Volodin N.I., Nevsky A.V.** The impact of heavy metals on the ecosystems of suburban territories. *ChemChemTech [Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol.]*. 2009. V. 52. N 5. P. 125-127 (in Russian).
15. **Shepelev I.I., Bochkov N.N., Golovnykh N.V., Sakhachev A.Yu.** Chemical and technological features of resource-saving processes in the disposal of solid waste of metallurgical production. *ChemChemTech [Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol.]*. 2015. V. 58. N 1. P. 81-86 (in Russian).
16. **Krasnova T.A., Kirsanov M.P., Golubeva N.S.** Kinetics of adsorption of phenol and pyridine from aqueous solutions in the presence of inorganic electrolytes. *ChemChemTech [Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol.]*. 2008. V. 51. N 12. P. 36-39 (in Russian).
17. **Kulentsan A.L., Marchuk N.A.** Analysis of the dynamics of the incidence of socially significant diseases in the Russian Federation. *Ivecofin*. 2020. N 03 (45). P. 67-70 (in Russian).
18. **Marchuk N.A., Kulentsan A.L.** The influence of pollutants on morbidity in the Southern Federal District. *Sovr. Naukoem. Tekhnol. Reg. Prilozh.* 2020. N 3 (63). P. 129-138 (in Russian).
19. **Sereva D.O., Andonova A.N.** Actual problems of socially significant diseases. Health status: medical, psychological, pedagogical and social aspects. 2018. P. 592-597 (in Russian).
20. **Puzin S.N., Shurgaya M.A., Bogova O.T., Potapov V.N., Chandirli S.A., Baleka L.Yu., Belichenko V.V., Ogai D.S.** Medical and social aspects of public health. Modern approaches to the prevention of socially significant diseases. *Med.-Sots. Ekspertiza Realizatsiya*. 2013. N 3. P. 3-10 (in Russian).

Поступила в редакцию (Received) 25.05.2021

Принята к опубликованию (Accepted) 21.10.2021