

10. Схема экологического каркаса территории Самарской области. – Режим доступа: <http://rosqiproles.ru/?p=5931>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 14.02.2017).

References

1. Drozdova, E. A. *Planning of objects of an ecological framework in structure of land management of the Belgorod region*. Belgorod, 2012, 38 p.
2. Kornilov, A. G., Petin, A. N., Nazarenko, N. V. Anthropogenically analysis of the territory as the basis of eco-geographical zoning of the Belgorod region. *Problems of regional ecology*. Belgorod, 2005, pp. 21–27.
3. Kornilov, A. G., Statsenko, E. A. On the structure of the ecological framework of Valuysky district of Belgorod region. *Problems of regional ecology*, 2009, no. 1, pp. 99–103.
4. Statsenko, E. A., Kornilov, A. G., Prisky, A. V. et al. Assessment of recreational load and biological significance of gully-beam complexes as supporting elements of the ecological framework of the Belgorod region. *Scientific Vedomosti Belgorod state University. Series "Natural science"*, 2010, no. 9 (80), pp. 86–90.
5. Ponomarev, A. A., Baibakov, E. I., Rubtsov, V. A. Ecological framework: analysis of concepts. *Scientific notes of Kazan University*, 2012, vol. 154, book 3, pp. 228–238.
6. Resolution "On approval of the forest plan of the Belgorod region". Available at: <http://docs.cntd.ru/document/450376960> (accessed: 21.05.2019).
7. Reimers, N. F. *Nature vanagement*. Moscow, Mysl Publ., 1990, 637 p.
8. Runova, T. G., Volkova, I. N., Nefedova, T. G. *Territorial organization of nature management*. Moscow, Nauka Publ., 1993, 208 p.
9. Statsenko, E. A., Zherebnenko, Yu. S. Prospects of development of the regional ecological framework of the Belgorod region. *Geoecology and rational nature management: from science to practice*, 2009, pp. 115–117.
10. *Scheme of ecological framework of the Samara region*. Available at: <http://rosqiproles.ru/?p=5931> (accessed: 14.02.2017).

МОНИТОРИНГ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В РАЙОНЕ ЦЕМЕНТНОГО ЗАВОДА «КАСПИЙ-ЦЕМЕНТ»

Бармин Александр Николаевич, доктор географических наук, профессор, Астраханский государственный университет, Российская Федерация, 414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: abarmin60@mail.ru

Кенжетаяев Гусман Жардемович, доктор технических наук, профессор, Каспийский государственный университет технологии и инжиниринга им. Ш. Есенова, Республика Казахстан, 130000, г. Актау, микрорайон 24, УК № 2, e-mail: fdsaf@list.ru

Волкова Ирина Владимировна, доктор биологических наук, профессор, Астраханский государственный технический университет, Российская Федерация, 414000, г. Астрахань, ул. Татищева, 16, e-mail: gridssova@mail.ru

Сырлыбеккызы Самал, Ph. D., доцент, Каспийский государственный университет технологии и инжиниринга им. Ш. Есенова, Республика Казахстан, 130000, г. Актау, микрорайон 24, УК № 2, e-mail: samal_86a@mail.ru

Айтимова Айнажан Маратовна, аспирант, Астраханский государственный университет, Российская Федерация, 414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: aitimova_ainazhan@mail.ru

Жидебаева Айнур Ербулатовна, Ph. D., докторант, Каспийский государственный университет технологии и инжиниринга им. Ш. Есенова, Республика Казахстан, 130000, г. Актау, микрорайон 24, УК № 2, e-mail: ainusik_86@mail.ru

Актуальность работы заключается в том, что приводится оценка загрязнения атмосферного воздуха на месторождении мела Шетпе Южное, на западной равнине которого размещен завод «Каспий-Цемент». Для достижения цели и задач исследования, выполнены карты, с указанием границ месторождения мела Шетпе Южное и цементного завода. В районе исследования среднегодовая скорость ветра составляла 3,2 м/с, а наибольшую повторяемость (57,5 %) имеют ветры в интервале скоростей 1–5 м/с. Повторяемость ветров в интервалах скоростей 6–9 и 10–12 м/с, соответственно, составляет 28,1 и 7,4 %. В районе исследования штормовые ветры со скоростью более 18 м/с наиболее часто наблюдаются при направлениях восток-юго-восток

(ВЮВ) и запад-северо-запад (ЗСЗ). Мониторинг, пылящей поверхности, осуществленный летом 2018 г., показал, что унос пыли на существующее положение может происходить с территории 480 000 м² при общей поверхности месторождения мела Шетпе Южное 14,5 км², в перспективе – с территории 510 000 м² за счет расширения границ добычи мела. Выполнены ситуационные карты-схемы карьера мела и цементного завода и изолинии расчетных концентраций азота диоксида и пыли неорганической с использованием программы «Призма-Регион» (ЗАО НПП «ЛОГОС»). Максимальная концентрация пыли неорганической SiO₂ (70–20 %) – 5,55 ПДК – достигается в точке $\chi = -38$, $y = -361$ при опасном направлении ветра 313° и опасной скорости 0,66 м/с.

Ключевые слова: месторождение мела, цементный завод, выбросы вредных веществ, расчет загрязнения атмосферного воздуха

MONITORING OF ATMOSPHERIC AIR POLLUTION IN THE AREA OF THE "CASPIAN-CEMENT" CEMENT FACTORY

Barmin Alexander N., D. Sc. in Geography, Professor, Astrakhan State University, 1 Shaumyana Sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, e-mail: abarmin60@mail.ru

Kenzhetayev Gusman Zh., D. Sc. in Engineering, Professor, Sh. Essenov Caspian State University of Technology and Engineering, UK no. 2, residential district 24, Aktau, 130000, Republic of Kazakhstan, e-mail: fdsaf@list.ru

Volkova Irina V., D. Sc. in Biology, Professor, Astrakhan State Technical University, 16 Tatischeva St., Astrakhan, 414000, Russian Federation, e-mail: gridasova@mail.ru

Syrlybekkyzy S., Ph. D., Associate Professor, Sh. Essenov Caspian State University of Technology and Engineering, UK no. 2, residential district 24, Aktau, 130000, Republic of Kazakhstan, e-mail: samal_86a@mail.ru

Aitimova Aynazhan M., graduate student, Astrakhan State University, 1 Shaumyana Sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, e-mail: aitimova_ainazhan@mail.ru

Zhidebayeva Aynur E., Ph. D., doctoral, Sh. Essenov Caspian State University of Technology and Engineering, UK no. 2, residential district 24, Aktau, 130000, Republic of Kazakhstan, e-mail: ainusik_86@mail.ru

The relevance of the work lies in the fact that an assessment of atmospheric air pollution at the Shetpe Yuzhnoye chalk deposit, on the western plain where the "Caspian-Cement" factory is located. To achieve the goal and objectives of the survey, maps were made showing the boundaries of the Shetpe Yuzhnoye chalk deposit and the cement factory. In the area of survey the average annual wind speed is 3.2 m/s, and winds in the speed range 1–5 m/s have the highest repeatability (57.5 %). Wind recurrence in the speed ranges of 6–9 m/s, 10–12 m/s repeatability is 28.1 % and 7.4 %. In the area of survey storm winds with a velocity of more than 18 m/s are most often observed in the directions east-southeast (ESE) and west-north-west (WNW). Monitoring of a dusty surface in the summer of 2018 showed that dust can be carried away to an existing position from an area of 480,000 m² with a total surface of the Shetpe Yuzhnoye chalk deposit of 14.5 km², in the future - from an area of 510000 m² due to the expansion of the boundaries of chalk production. The situational maps of the chalk pit and cement factory and isolines of the calculated concentrations of nitrogen dioxide and inorganic dust were performed using the Prism-Region program (CJSC NGP LOGOS). The maximum concentration of "Dust of inorganic SiO₂ 70–20 %" 5.55 MPC is achieved at the point $\chi = -38$; $y = -361$ with a dangerous wind direction of 313° and a dangerous speed of 0.66 m/s.

Keywords: chalk field deposit, cement plant, semi-desert, emissions of harmful substances, calculation of atmospheric air pollution

В 2014 г. в Мангистауской области построен и введен в эксплуатацию единственный в Западном Казахстане цементный завод. Месторождение мела Шетпе Южное, в западной части которого построен завод, расположено в 6 км от районного центра п. Шетпе и в 23 км от месторождения глин Аусарской группы. Площадь территории месторождения мела составляет 41 км², а цементного завода расположенного в западной части карьера мела – 1,25 км². Протяжённость района исследования с юга на север 10,2 км, с запада на восток – 4,3 км. Основной недостаток открытого способа разработки карьера мела – зависимость от климатических условий Мангистауской области при высоких скоростях ветра с большой повторяемостью.

Этот фактор способствует пылению при разработке погрузке и транспортировке мела, при этом известно, что меловая пыль отличается от других пород тонкой дисперсностью и радиус её распространения достигает значительного размаха [1; 2]. Частицы цементной пыли могут переноситься на расстояния до 5 км и могут охватывать значительные территории. Цементная пыль содержит от 10 до 40 % кальция в виде оксида, карбоната, до 2,5 % калия. В этой связи изучение и оценка степени загрязнения атмосферного воздуха выбросами вредных веществ завода «Каспий-Цемент» обуславливают своевременность и актуальность работы.

Объекты и методы исследований. Была проведена оценка степени загрязнения атмосферного воздуха в районе цементного завода «Каспий-Цемент» в условиях жаркого климата и сильных ветров с наибольшей повторяемостью.

Работа выполнена по данным собственных исследований в период 2014–2019 гг. Для проведения расчетов использованы инвентаризационные перечни источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух для цементного завода «Каспий-Цемент». Использована методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий (ОНД-86) [10].

Для всестороннего анализа комплексной пространственной информации использовались унифицированный программный комплекс «Призма-Регион» версия 3.0. на базе унифицированной программы расчёта атмосферы УПРЗА (ЗАО НПП «ЛОГУС») с программными модулями расчёта размеров санитарно-защитных зон «Санзона».

Использованы для выполнения, а также для корректировки картографического материала. Карты-схемы района исследований выполняли с применением космоснимков и использованием программ семейства ГИС Google Maps, Mapinfo Professional v. 12. Редактирование карт и диаграмм выполняли с использованием графических программ Corel Draw 11.

При мониторинге охвачено месторождение мела Шетпе Южное с цементным заводом, размещенном на его западной равнине. Для реализации цели исследования, выполнены карты, с указанием границ месторождения мела Шетпе Южное и цементного завода. По данным ветрового режима района исследования построена роза ветров с господствующим направлением ветра (восток 19, юго-восток 19; рис. 1).

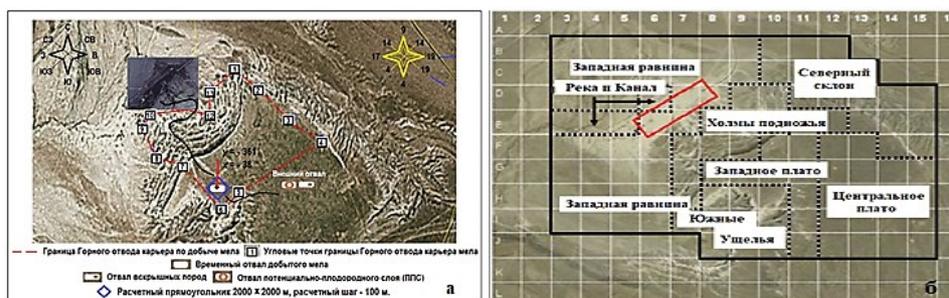


Рис. 1. Карты-схемы района исследований (2014): слева – границы месторождения мела Шетпе Южное; справа – разбивка изучаемой территории (составлены в среде Mapinfo Professional v. 12)

Результаты исследований и их обсуждение. Ветровой режим. По данным многолетних наблюдений в районе исследования среднегодовая скорость ветра равна 3,2 м/с, и наибольшую повторяемость (57,5 %) имеют ветры в интервале скоростей 1–5 м/с [3]. Повторяемость ветров в интервалах скоростей 6–9 и 10–12 м/с, соответственно, составляет 28,1 и 7,4 %. Штормовые ветры со скоростью более 18 м/с наиболее часто наблюдаются при направлениях восток-юго-восток (ВЮВ) и запад-северо-запад (ЗСЗ). При ветрах этих же направлений наблюдаются максимальные (до 28 м/с) и наибольшие среднегодовые скорости (5,8 м/с; рис. 2).

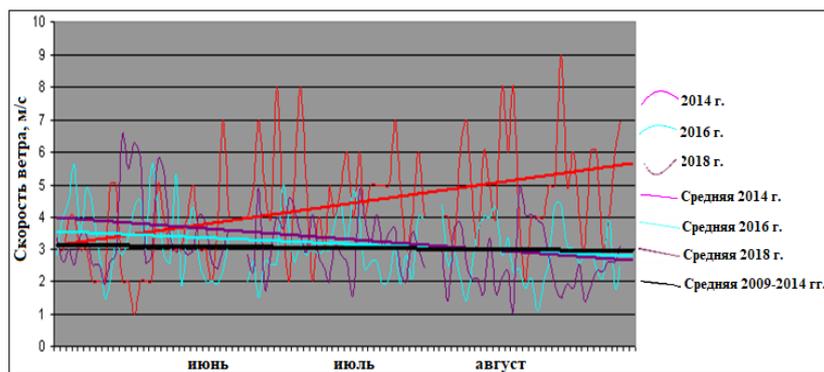


Рис. 2. Значения среднесуточных скоростей ветра по МС Тушыбек за 2014–2018 гг. в сравнении с периодом 2008–2013 гг.

Сильные ветры (более 12 м/с) обычно отмечаются в течение 2–3 дней ежемесячно в холодный период и 1–2 дней – в тёплый. Наименьшие средние и максимальные скорости, равные, соответственно, 4,4 и 10 м/с, наблюдаются при ветрах юго-восточных румбов. Юго-западные ветра имеют наименьшую повторяемость в разрезе года равную 1,2 %.

Расчёт загрязнения атмосферного воздуха вредными веществами в районе карьера мела и цементного завода. Загрязнение атмосферного воздуха, в районе горных работ (разработки, погрузки и транспортировки мела) обусловлено сдуванием пыли с поверхности карьера. Выбросы при статическом хранении материала. Расчёт выбросов меловой пыли проведён по формуле (1) методики [5; 10]:

$$q = k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6 \cdot k_7 \cdot q' \cdot F \cdot T, \text{ г/с},$$

где k_3 – коэффициент, учитывающий местные метеосостояния; k_4 – коэффициент учитывающий степень защищённости узла от внешних воздействий; k_5 – коэффициент, учитывающий влажность материала; k_6 – коэффициент, учитывающий профиль поверхности складываемого материала (значение k_6 колеблется в пределах 1,3–1,6 в зависимости от размеров материала и степени заполнения); k_7 – коэффициент, учитывающий крупность материала (средний размер кусков); q' – унос пыли с 1 м² фактической поверхности, г/м²·с; F – поверхность пыления в плане, м²; T – время пыления источника, ч/год.

Таблица

Результаты расчетов уноса меловой пыли

k_3	k_4	k_5	k_6	k_7	q'	F	T	Выброс твёрдых частиц	
						м ²	ч/год	г/с	т/год
Существующее положение									
1,2	1,0	1,0	1,3	1,0	0,002	480000	4025	1410,00	21553,71
Перспектива									
1,2	1,0	1,0	1,3	1,0	0,002	510000	4025	1570,00	33127,30

Мониторинг, пылящей поверхности, осуществлённый летом 2018 г., показал, что унос пыли на существующее положение может происходить с территории 480 000 м² при общей поверхности месторождения мела Шетпе Южное 14,5 км², в перспективе – с территории 510 000 м² за счёт расширения границ добычи мела (рис. 3).

Расчёт загрязнения атмосферы в районе исследований выполнен в соответствии с ОНД-86 «Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий» с использованием программы «Призма-Регион» [11]. В процессе проведения добычных работ предусмотрено семь нестационарных источников загрязнения. Так, в процессе проходки карьера, снятия и хранения песчано-гравийной смеси и транспортировке руды в атмосферный воздух выделяется пыль неорганическая с содержанием SiO₂ 70–20 %. Необходимо отметить, что на месторождении мела имеются участки с известняками-ракушечниками, которые можно использовать

для изготовления полимерцементных композиций [7]. В процессе работы автотракторной техники в атмосферный воздух выделяются: диоксид азота, оксид углерода, углеводороды предельные C₁₂–C₁₉, углерод, бенз(а)пирен, диоксид серы.



Рис. 3. Карта-схема поверхности пыления карьера мела Шетпе Южное

Исходные данные объекта исследования и характеристики ветрового режима представлены на рисунке 4. В процессе работы дизельных электрогенераторов в атмосферный воздух выделяются: оксид углерода, диоксид азота, оксид азота, бенз(а)пирен, диоксид серы, углерод, формальдегид, углеводороды предельные C₁₂–C₁₉. Карьеры по добыче строительных материалов относятся к IV классу опасности, размер санитарно-защитной зоны (СЗЗ) от 100 до 309 м. Согласно расчёту рассеивания СЗЗ составляет 290 м, предприятие относится к IV классу опасности (СЗЗ от 100 до 300 м). Исходные данные для расчётов загрязнения атмосферы, метеорологические характеристики и коэффициенты, зависящие от температурной стратификации атмосферы а также параметры перебора ветров, количество ЗВ – 6 (в том числе твёрдых – 2, жидких и газообразных – 4), группы суммации – 2) приведены на рисунке 4. Основная система координат – правая с ориентацией оси ОУ на север. При проведении расчета в охранный зоне учтен коэффициент 0,8 к ПДК.

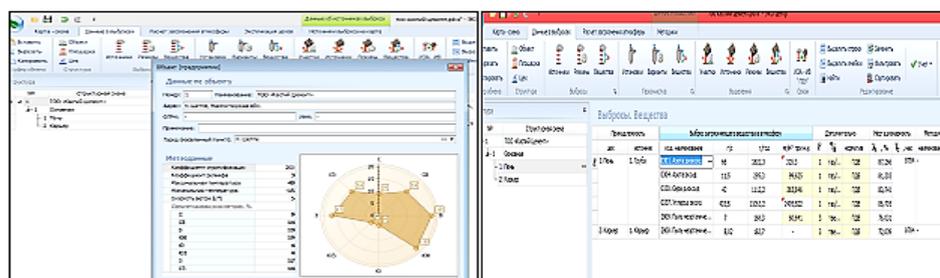


Рис. 4. Исходные данные объекта и параметры ветровых характеристик

Изолинии расчётных концентраций по диоксиду азота и пыли неорганической и схема рассеивания загрязняющих веществ в выбросах цементного завода в атмосферном воздухе представлены на рисунках 5 и 6.

Результатом расчётов концентраций вредных веществ, в атмосферном воздухе в районе завода «Каспий-Цемент» установлено:

1. Максимальная концентрация оксида углерода 1,28 ПДК достигается в точке $\chi = -38, y = -361$ при опасном направлении ветра 313° и опасной скорости 0,59 м/с.

2. Максимальная концентрация пыли неорганической SiO₂ (70–20 %) – 5,55 ПДК – достигается в точке $\chi = -38, y = -361$ при опасном направлении ветра 313° и опасной скорости 0,66 м/с.

3. Максимальная концентрация диоксида азота 3,2 ПДК достигается в точке $\chi = -38, y = -361$ при опасном направлении ветра 313° и опасной скорости 4,426 м/с.

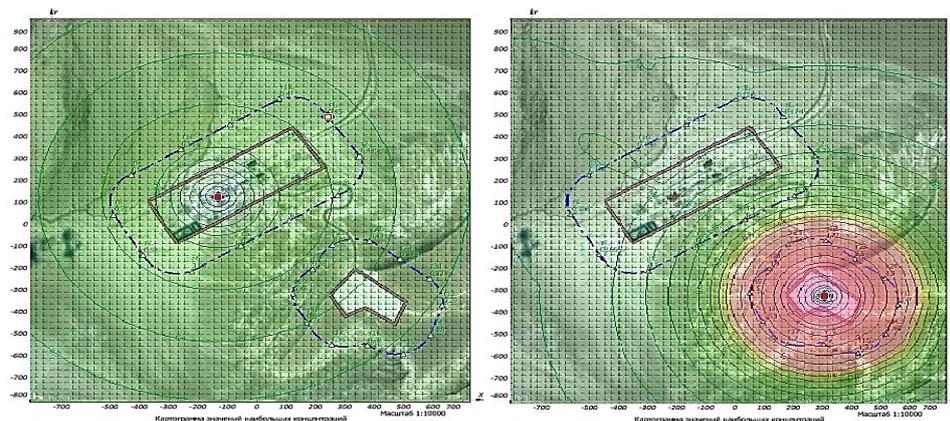


Рис. 5. Изолинии концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе:
слева – диоксида азота; справа – пыли неорганической SiO_2 70–20 %

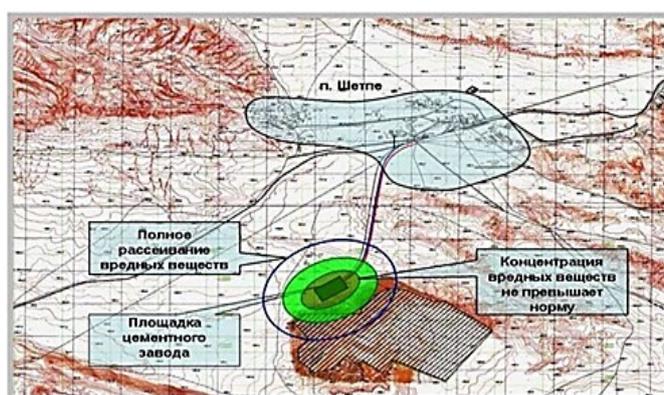


Рис. 6. Схема рассеивания вредных примесей в районе завода

Выводы. Району исследования, как и территории всего региона, присущи сильные порывистые ветра. Так, на месторождении мела Шетпе Южное, скорость штормовых ветров превышает 18 м/с. Господствующие направления повторяемости ветра – восток-юго-восток (ВЮВ) и запад-северо-запад (ЗСЗ). При этом наблюдаются максимальные (до 28 м/с) и наибольшие среднегодовые скорости (5,8 м/с). Методом математического моделирования рассеивания примесей в атмосфере программным комплексом «Эра» и УПРЗА произведена оценка степени пыления карьера мела при добыче и транспортировке мела и загрязнения атмосферы на границе нормативной СЗЗ завода «Каспий-Цемент» при скоростях ветра 5, 8, 12 и 20 м/с. Максимальная концентрация Пыли неорганической SiO_2 (70–20 %) – 5,55 ПДК – достигается в точке $\chi = -38$, $y = -361$ при опасном направлении ветра 313° и опасной скорости 0,66 м/с. Максимальная концентрация диоксида азота 3,2 ПДК достигается в точке $\chi = -38$, $y = -361$ при опасном направлении ветра 313° и опасной скорости 4,426 м/с.

Список литературы

1. Закон Республики Казахстан от 11 марта 2002 года № 302-III «Об охране атмосферного воздуха». Гигиенические нормативы РК № 3.02.036.99.
2. О состоянии экологической обстановки Мангистауской области и источниках его загрязнения. Управление природных ресурсов и регулирования природопользования Мангистауской области (УПРиП). – Актау, 2018. – 103 с.
3. Методические рекомендации по проведению комплексных обследований и оценке загрязнения в районах, подверженных интенсивному антропогенному воздействию ПР РК 52.5.06-03.

4. Перечень и коды веществ, загрязняющих атмосферный воздух. – Санкт-Петербург, 2000.
5. Instructions for regulating emissions and discharges of pollutants into the environment. No. 340-P, from 19.12.01.
6. Защита атмосферного воздуха от промышленных загрязнений : в 2 ч. : пер с англ. / под ред. С. Колверта, Г.М. Инглунда – Москва, 2003. – 760 с.
7. Патент РК на полезную модель № 4379 от 11. 03. 2019. Полимерцементная композиция / Кенжетев Г. Ж., Серикбаева А. К., Айтимова А. М., Боранбаева А. Н., Баймукашева Ш. К.
8. Дмитриев, М. Т. Анализ рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере окружающей среды / М. Т. Дмитриев, Н. И. Казнина, И. А. Пинигина. – Москва : Химия, 2005. – 368 с.
9. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД-86. – Москва : ГОСКОМГИДРОМЕТ. Гидрометеоздат, 1987. – 286 с.
10. Методика расчета полей концентраций углеводородов в атмосферном воздухе. ОНД-97. – Москва : Гидрометеоздат, 1997. – 139 с.
11. РНД 211.2.01.01-97. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. – Алматы, 1997. – 93 с.

References

1. *Law of the Republic of Kazakhstan No. 302-II of March 11, 2002 "on the protection of atmospheric air". Hygienic standards of the Republic of Kazakhstan no. 3.02.036.99.*
2. *About the state of the ecological situation in the Mangistau region and the sources of its pollution. Department of natural resources and environmental control of Mangistau region (Uprpp). Aktau, 2018, 103 p.*
3. *Methodological recommendations for conducting comprehensive surveys and assessment of pollution in areas subject to intense anthropogenic impact PR RK 52.5.06-03.*
4. *List and codes of substances that pollute the air. St. Petersburg, 2000.*
5. *Instructions for regulating emissions and discharges of pollutants into the environment. No. 340-P, from 19.12.01.*
6. *Protection of atmospheric air from industrial pollution: in 2 parts. Ed. by S. Colvert, G. M. Inglund. Moscow, 2003, 760 p.*
7. *Kenzhetaev, G. Zh., Serikbayeva, A. K., Aitimova, S. M., Boranbayeva, A. N., Baimukasheva, V. K. RK patent for utility model No. 4379 dated 11.03.2019. Polymer-cement composition.*
8. *Dmitriev, M. T., Kaznina, N. I., Pinigina, I. A. Analysis of dispersion of pollutants in the atmosphere of the environment. Moscow, Khimiya Publ., 2005, 368 p.*
9. *Methods for calculating concentrations of harmful substances in the atmospheric air contained in the emissions of enterprises. OND-86. Moscow, GOSKOMGIDROMET. Gidrometeoizdat Publ., 1987, 286 p.*
10. *Method for calculating fields of hydrocarbon concentrations in atmospheric air. The NDR-97. Moscow: Gydrometeoizdat Publ., 139 p.*
11. *RND 211.2.01.01-97. Methods for calculating concentrations of harmful substances in the atmospheric air contained in the emissions of enterprises. Almaty, 1997, 93 p.*