

УДК 504.3.054

**ОЦЕНКА ДИНАМИКИ КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА Г. УСТЬ-КАМЕНОГОРСК ЗА ПЕРИОД 2009...2019 ГОДЫ****А.А. Кабдыкадыров<sup>1</sup>, О.А. Зубова<sup>1</sup> к.т.н., Г.А. Муканова<sup>1</sup> к.б.н., М.М. Даулетбаева<sup>1</sup>,  
Н.В. Воронова<sup>1</sup>***<sup>1</sup>Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан  
E-mail: alemger2010@mail.ru*

В статье осуществлен анализ динамики содержания основных загрязняющих веществ в атмосфере города Усть-Каменогорск за период 2009...2019 гг. По результатам анализа динамики качества атмосферного воздуха сделаны выводы, что во временном ходе исследуемого периода в приземном слое атмосферы отмечается рост среднемесячных концентраций диоксида серы и формальдегида, участились случаи с высоким загрязнением атмосферы по ПДКм.р. сероводорода в последние 2...3 года. Практическая значимость полученных результатов может быть использована при составлении, планировании и практической реализации комплексных программ по оздоровлению городской окружающей среды, а также использована для дальнейшей региональной оценки экологического состояния атмосферы.

**Ключевые слова:** предельно-допустимые концентрации (ПДК), загрязняющие вещества, примеси, индекс загрязнения атмосферы (ИЗА), временной ход

Поступила 20.02.21

DOI: / 10.54668/2789-6323-2021-101-2-33-39

**ВВЕДЕНИЕ**

В последнее время не проводилась оценка динамики качества атмосферного воздуха в городе Усть-Каменогорск на основе последних данных, что вызывает необходимость в получении актуальной информации о состоянии уровня загрязнения атмосферы в городе.

Целью данного исследования является изучение качественного состава приземного слоя атмосферного воздуха г. Усть-Каменогорск за последнее десятилетие (2009...2019 гг.).

Задачи исследования:

1) Провести временной анализ динамики индекса загрязнения атмосферы, концентраций основных загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы Усть-Каменогорска за 2009...2019 гг.

2) Составить каталог случаев с высоким и экстремально высоким загрязнением.

В Усть-Каменогорске показатели загрязне-

ния атмосферного воздуха вредными веществами находятся на высоком уровне. В результате этого областной центр Восточно-Казахстанской области (ВКО) в за частую признаётся одним из самых загрязнённых городов страны. По данной причине, мониторинг и анализ загрязнений атмосферы, направленные на изучение состава загрязняющих веществ от различных источников выбросов, являются актуальными. Неудовлетворительное качество атмосферного воздуха крупных промышленных городов являются следствием выбросов вредных примесей металлургическими предприятиями и отраслями теплоэнергетики [3]. Воздушная среда Усть-Каменогорска загрязнена такими побочными продуктами производства, как: CO<sub>2</sub>, CO, SO<sub>2</sub>, HS, NH<sub>4</sub>, формальдегид, взвешенные вещества, фенол. Высокий уровень загрязнения обусловлен такими факторами, как: загруженность городских дорог автотранспортом, выбросы от производственных предприятий в пределах

городской территории, неблагоприятные метеорологические условия (НМУ), физико-географическое положение города [2].

Изучение проблемы загрязнения атмосферного воздуха промышленных городов и поиск путей ее разрешения в каждом регионе – актуальная задача обеспечения устойчивого развития страны. Ухудшение состояния качества воздушной среды промышленных центров является одним из основных показателей экологического кризиса промышленных урбанизированных территорий.

Проблемам загрязнения окружающей среды Усть-Каменогорска посвящены множество научных трудов. Исследование Алыбаевой Р.А. и Беркинбаева Г.Д. [1] о содержании тяжелых металлов в твердом остатке снегового покрова Усть-Каменогорска, показало, что площадное распределение суммарных концентраций загрязнителей имеет концентрически-зональную структуру: по мере удаления от промплощадки АО "Казцинк" сокращается спектр элементов и падают их относительные концентрации. Также авторами выявлено значительное снижение поступления тяжелых металлов в атмосферу города.

В работе [2] Даниловой А.Н., Асанова Ж.Т. проведен анализ и оценка факторов, обуславливающих качество атмосферного воздуха на урбанизированных городских территориях с высокой плотностью населения, на примере промышленного Усть-Каменогорска с разработкой и ранжированием комплекса приоритетных мер для снижения уровня загрязненности воздушного бассейна города и связанных с этим риском для здоровья населения. Авторы выявили, что наибольший вклад в индекс загрязнения атмосферы приходится на диоксид азота, а также отметили, что плохое качество атмосферного воздуха в городе связано, в основном, с метеопараметрами, а именно частой повторяемостью слабых ветров и штилей, не способствующих рассеиванию загрязняющих веществ и самоочищению атмосферы в городе. В целом, рост концентраций загрязняющих веществ в атмосфере города Усть-Каменогорска и складывающаяся величина индекса загрязнения атмосферы (ИЗА) зависят от неблагоприятных метеоусловий (НМУ). Так, в Усть-Каменогорске среднегодовое количество дней с НМУ превышает значение в 100 дней. К НМУ отно-

сят штиль или слабый ветер, температурную инверсию, которые способствуют сохранению высоких концентраций загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы.

### МЕТОДИКА

Исходными данными в работе послужили среднегодовые концентрации загрязняющих веществ в долях ПДКс.с., взятых из информационных бюллетеней о состоянии окружающей среды Республики Казахстан, за период 2009...2019 гг. по Усть-Каменогорску.

Уровень городского загрязнения атмосферного воздуха оценивается грациями степеней по стандартному индексу (СИ), наибольшей повторяемости превышения (НП) предельно-допустимых концентраций (ПДК), и индексом загрязнения атмосферы. В случаях, когда показатели СИ и НП оказываются в разных интервалах своих градаций, уровень загрязнения атмосферы характеризуется по ИЗА в соответствии с РД 52.04.667 – 2005.

При оценке качества атмосферного воздуха РГП «Казгидромет» применяет критерии с высоким загрязнением (ВЗ) и экстремально высоким загрязнением (ЭВЗ) согласно «Положению о порядке действий организаций Казгидромета при возникновении стихийных гидрометеорологических явлений и экстремально высокого загрязнения окружающей среды». Таким образом, содержание одного или нескольких веществ, превышающее максимальную разовую предельно допустимую концентрацию в 10 и более раз классифицируются как случаи с ВЗ. Случаи с содержанием одного или нескольких веществ, превышающих максимально-разовую предельно допустимую концентрацию (ПДКм.р.) в 20...29 раз при сохранении этого уровня более 2 суток; в 30...49 раз при сохранении этого уровня от 8 часов и более; в 50 и более раз при разовом обнаружении классифицируются как ЭВЗ [4].

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

С целью оценки динамики качества приземного слоя воздуха построен график временного хода ИЗА в г. Усть-Каменогорск за 2009...2019 годы (рис. 1).

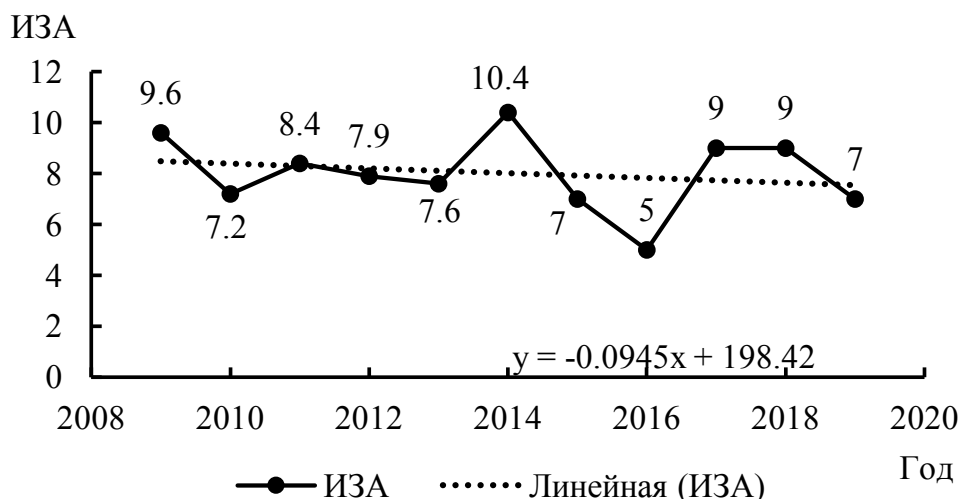


Рис. 1. График временного хода ИЗА в г. Усть-Каменогорск за период 2009...2019 гг.

Согласно рисунку 1 отмечается, что в целом за исследуемый период с 2009 по 2019 гг. ИЗА в Усть-Каменогорске соответствовал высокому уровню загрязнения, за исключением 2016 года. За данный период ИЗА находился в пределах 5,0...10,4. Наибольшее значение ИЗА пришлось на 2014 год (10,4 – высокий уровень загрязнения), а наименьшее на 2016 год (5,0 – повышенное загрязнение). Тенденция изменения ИЗА за исследуемый период в городе имеет отрицательный характер, уменьшаясь со скоростью на 0,09 ежегодно.

По г. Усть-Каменогорск зафиксировано 6023 источников загрязнения атмосферы, из

них: организованных – 3293, оборудованных очистными сооружениями – 712. Мониторинг за состоянием качества атмосферного воздуха в г. Усть-Каменогорск ведет РГП «Казгидромет» на 7 стационарных постах [5].

Для качественной и количественной оценки изменения состояния воздушной среды в Усть-Каменогорске построены графики линий тренда по среднегодовым концентрациям различных загрязняющих веществ, значения которых находятся в долях кратности превышения ПДКс.с.. На рисунке 2 и 3 приведена динамика изменения концентраций вредных примесей в Усть-Каменогорске за период 2009...2019 гг.

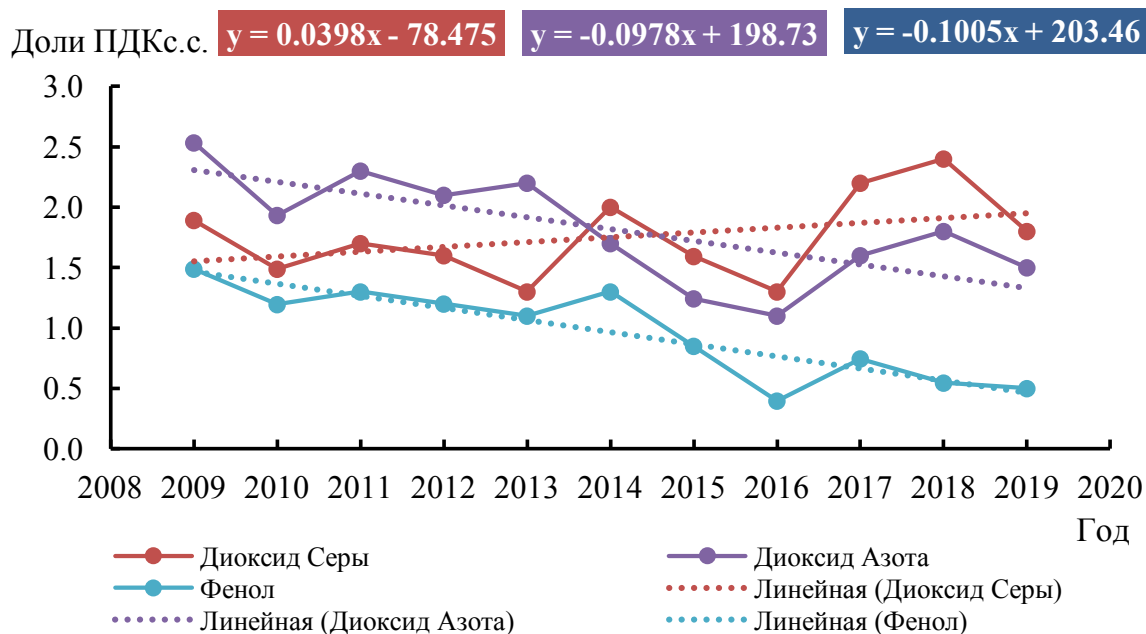


Рис. 2. График временного хода загрязняющих веществ в долях ПДКс.с. по диоксиду серы, диоксиду азота, фенолу в Усть-Каменогорске за период 2009...2019 гг.

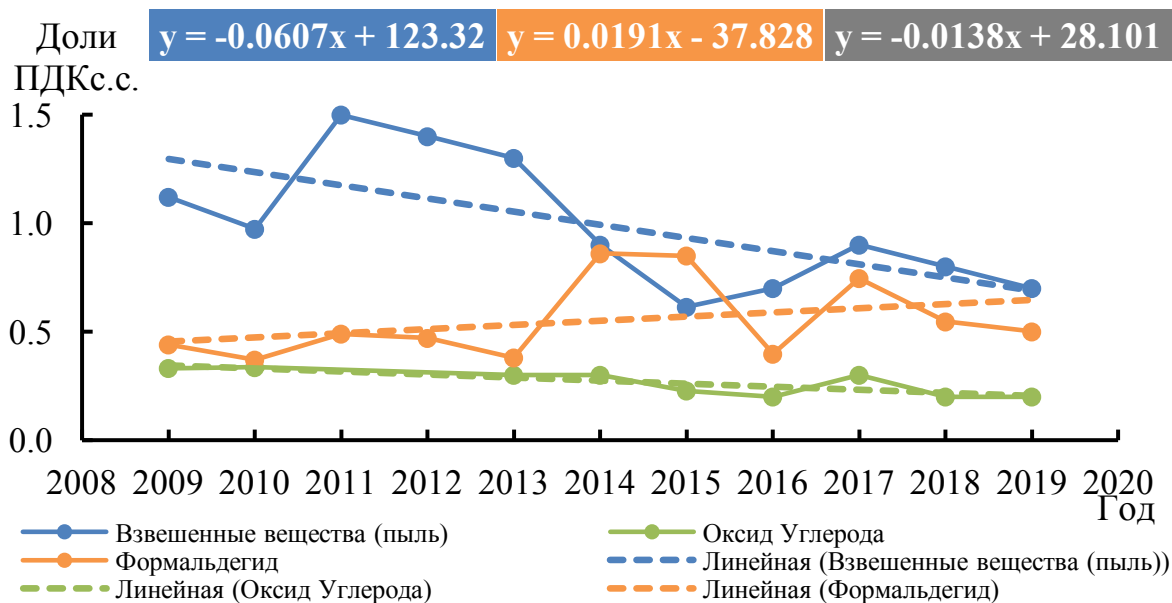


Рис. 3. График временного хода загрязняющих веществ в долях ПДКс.с. по взвешенным веществам (пыли), формальдегида, оксида углерода в Усть-Каменогорске за период 2009...2019 гг.

Проанализировав рисунки 2 и 3 можно сделать вывод, что во временном ходе динамика изменения концентраций взвешенных веществ (пыль), диоксида азота, оксида углерода, и фенола имеют отрицательный характер. Наибольшему понижению концентраций в воздухе, исследуемого периода, приходится на фенол, уменьшаясь на 0,10 ПДКс.с. ежегодно. Динамика линии тренда концентраций диоксида серы и формальдегида имеет положительный характер, увеличиваясь соответственно на 0,04 и 0,02 ПДКс.с. в год. При этом в изучаемом временном отрезке содержания в атмосферном воздухе концентраций диоксида серы и диоксида азота превышают предельно допустимые нормы.

Концентрации диоксида серы несколько повышается в холодную часть года, что связано с отопительным сезоном и плохим качеством сжигаемого угля, что характерно практически для всех городов СНГ. Особенно заметно данное увеличение концентраций холодных регионах, по причине большего расхода топлива и более продолжительного зимнего периода [12].

Сведения о случаях высокого загрязнения (ВЗ) и экстремально высокого загрязнения (ЭВЗ) в атмосферном воздухе. В г. Усть-Каменогорск в 2009 году отмечался 1 случай высокого загрязнения, так разовая концентрация оксида углерода превышала допустимую норму в 10...14 раз [6]. В 2014 годы наблюдался 1 случай ВЗ диоксидом серы в атмосферном воздухе [3]. В 2017 году зафиксировано 419 случаев ВЗ и 18

ЭВЗ с кратностью превышения 10...62,1 ПДК [7]. В 2018 году – 1530 случаев ВЗ и 64 ЭВЗ с кратностью превышения 10,0...131,7 ПДК по концентрациям сероводорода [8]. В 2019 году – 2 случая ВЗ по сероводороду, с кратностью превышения 11,7...23,1 ПДК [9].

В таблице 1 представлены сведения о случаях высокого загрязнения (ВЗ) и экстремально высокого загрязнения (ЭВЗ) в атмосферном воздухе.

Анализ повторяемости случаев ВЗ и ЭВЗ показывает, что наиболее часто они фиксируются в зимние месяцы. Так, к примеру, в январе 2018 года отмечено 576 случаев ВЗ (10,0...49,8 ПДКм.р.) и 18 случаев ЭВЗ (51,0...92,7 ПДКм.р.) по сероводороду на постах №2 (ул. Питерских Коммунаров, 18) и № 3 (ул. Ворошилова, 79) [10]. В феврале 2018 года зафиксировано 953 случая ВЗ (10,0-48,8 ПДКм.р.) и 46 ЭВЗ по сероводороду на постах №2 (ул. Питерских Коммунаров, 18) и № 3 (ул. Ворошилова, 79) [11]. В остальные месяцы случаев ВЗ и ЭВЗ не зафиксировано. Таким образом, данные экстремальные загрязнения по ПДКм.р. свидетельствуют о сильной загрязненности воздушной среды Усть-Каменогорска сероводородом в последние годы. С 2017 года наблюдается увеличение количества случаев с ВЗ и ЭВЗ, что говорит об ухудшении качества атмосферного воздуха в Усть-Каменогорске по ПДКм.р сероводорода, в последние годы. Наиболее загрязненными территориями по содержанию в атмосферном воздухе сероводорода, диоксида серы являются районы постов

№2 (ул. Питерских Коммунаров, 18) и № 3 (ул. Ворошилова, 79). Здесь чаще всего отмечались превышения ПДКс.с. и ПДКм.р. исследуемых веществ. Источниками загрязнения такого экс-

тремального превышения концентраций являются, работающие металлургические предприятия и предприятия теплоэнергетики в пределах городской территории.

Таблица 1

Каталог случаев с ВЗ и ЭВЗ в Усть-Каменогорске за 2009...2019 гг.

Год	ВЗ	ЭВЗ	Превышения по веществу	ПНЗ
2009	1 (10,0...14,0 ПД-Км.р.)	–	Оксид углерода	№1
2014	1 (11,6 ПДКм.р)	–	Диоксид серы	№2 и №3
2017	419 (10,0...46,1 ПДКм.р)	18 (21,4...62,1 ПДКм.р)	Сероводород	№2 и №3
2018	1530 (10,0...48,8 ПДКм.р)	64 (50,1...131,7 ПДКм.р)	Сероводород, Диоксид серы	№2 и №3
2019	2 (11,7...23,1 ПД-Км.р)	–	Сероводород	№2

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Согласно анализу динамики качества приземного слоя атмосферного воздуха, в Усть-Каменогорске за период 2009...2019 гг. отмечается повышение среднемесячных концентраций диоксида серы и формальдегида. При этом во всем временном периоде содержания в атмосферном воздухе концентраций диоксида серы и диоксида азота превышают предельно допустимые нормы. В последние годы по сероводороду отмечаются увеличения случаев с ВЗ и ЭВЗ. Таким образом, можно сделать вывод, что атмосферный воздух города в большей степени загрязнен диоксидом серы, диоксидом азота и сероводородом, существенно превышающих свои ПДК. К наиболее загрязненным местам Усть-Каменогорска относятся районы постов № 2 (ул. Питерских Коммунаров, 18) и № 3 (ул. Ворошилова, 79).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алыбаева Р.А., Беркинбаев Г.Д., Федоров Г.В. Экологическая оценка состояния атмосферного воздуха города Усть-Каменогорска по данным исследования содержания тяжелых металлов в снеговом покрове // Известия НАН РК. Серия биологическая и медицинская. – 2008.

– С. 65-68.

2. Данилова А.Н., Асанова Ж.Т. Оценка факторов загрязнения атмосферного воздуха в городе Усть-Каменогорске // Вестник КАСУ: вопросы экологии, математики и информационных технологий. – № 6. – Усть-Каменогорск, 2011. – С. 19-26.

3. Национальный доклад о состоянии окружающей среды и использовании природных ресурсов Республики Казахстан за 2011-2014 годы. – Нур-Султан, 2015. – 214 с.

4. Национальный доклад о состоянии окружающей среды и об использовании природных ресурсов Республики Казахстан за 2018 год. – Нур-Султан, 2019. – 494 с.

5. Национальный доклад о состоянии окружающей среды и об использовании природных ресурсов Республики Казахстан за 2016 год. – Нур-Султан, 2017. – 467 с.

6. Национальный доклад о состоянии окружающей среды в Республике Казахстан за 2009 год. – РГП «КазНИИЭЖ». – Алматы, 2010. – 253 с.

7. Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды Республики Казахстан за 2017 год. – РГП «Казгидромет». – Нур-Султан, 2017. – 253 с.

8. Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды Республики Казахстан за 2018 год. – РГП «Казгидромет». – Нур-Султан, 2018. – 253 с.

тан, 2018. – 409 с.

9. Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды Республики Казахстан за 2019 год. – РГП «Казгидромет». – Нур-Султан, 2019. – 372 с.

10. Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды Республики Казахстан – Январь 2018 года. – РГП «Казгидромет». – Нур-Султан, 2019. – Вып. №1 (219). – 197 с.

11. Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды Республики Казахстан – Февраль 2018 года. – РГП «Казгидромет». – Нур-Султан, 2019. – Вып. №2 (220). – 213 с.

12. Румянцева Н.А. Оценка загрязнения воздушной среды в крупных городах // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов. Обзорная информация. Выпуск 8. – М., 1997. – С. 48-52.

## REFERENCES

1. Alybaeva R.A., Berkinbaev G.D., Fedorov G.V. Ekologicheskaya otsenka sostoyaniya atmosfornogo vozdukha goroda Ust'-Kamenogorska po dannym issledovaniya soderzhaniya tyazhelykh metallov v snegovom pokrove // Izvestiya NAN RK. Seriya biologicheskaya i meditsinskaya. – 2008. – S. 65-68.

2. Danilova A.N., Asanova Zh.T. Otsenka faktorov zagryazneniya atmosfornogo vozdukha v gorode Ust'-Kamenogorske // Vestnik KASU: voprosy ekologii, matematiki i informatsionnykh tekhnologii. – № 6. – Ust'-Kamenogorsk, 2011. – S. 19-26.

3. Natsional'nyi doklad o sostoyanii okruzhayushchei sredy i ispol'zovanii prirodnykh resursov Respubliki Kazakhstan za 2011-2014 gody. – Nur-Sultan, 2015. – 214 s.

4. Natsional'nyi doklad o sostoyanii okruzhayushchei sredy i ob ispol'zovanii prirodnykh resursov Respubliki Kazakhstan za 2018 god. – Nur-Sultan, 2019. – 494 s.

5. Natsional'nyi doklad o sostoyanii okruzhayushchei sredy i ob ispol'zovanii prirodnykh resursov Respubliki Kazakhstan za 2016 god. – Nur-Sultan, 2017. – 467 s.

6. Natsional'nyi doklad o sostoyanii okruzhayushchei sredy v Respublike Kazakhstan za 2009 god. – RGP «KazNIIIEK». – Almaty, 2010. – 253 s.

7. Informatsionnyi byulleten' o sostoyanii okruzhayushchei sredy Respubliki Kazakhstan za 2017 god. – RGP «Kazgidromet». – Nur-Sultan, 2017. – 253 s.

8. Informatsionnyi byulleten' o sostoyanii okruzhayushchei sredy Respubliki Kazakhstan za 2018 god. – RGP «Kazgidromet». – Nur-Sultan, 2018. – 409 s.

9. Informatsionnyi byulleten' o sostoyanii okruzhayushchei sredy Respubliki Kazakhstan za 2019 god. – RGP «Kazgidromet». – Nur-Sultan, 2019. – 372 s.

10. Informatsionnyi byulleten' o sostoyanii okruzhayushchei sredy Respubliki Kazakhstan – Yanvar' 2018 goda. – RGP «Kazgidromet». – Nur-Sultan, 2019. – Vyp. №1 (219). – 197 s.

11. Informatsionnyi byulleten' o sostoyanii okruzhayushchei sredy Respubliki Kazakhstan – Fevral' 2018 goda. – RGP «Kazgidromet». – Nur-Sultan, 2019. – Vyp. №2 (220). – 213 s.

12. Rumyantseva H.A. Otsenka zagryazneniya vozdukhnoi sredy v krupnykh gorodakh // Problemy okruzhayushchei sredy i prirodnykh resursov. Obzornaya informatsiya. Vypusk 8. – М., 1997. – С. 48-52.

**ӨСКЕМЕН Қ. 2009...2019 ЖЫЛДАРҒЫ АТМОСФЕРАЛЫҚ АУА САПАСЫНЫҢ ДИНАМИКАСЫН БАҒАЛАУ**

**А.А. Кабдыкадыров<sup>1</sup>, О.А. Зубова<sup>1</sup>** техн. ғылымд. кандидаты, **Г.А. Муканова<sup>1</sup>** биол. ғылымд. кандидаты, **М.М. Даулетбаева<sup>1</sup>, Н.В. Воронова<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан*

*E-mail: alemger2010@mail.ru*

Осы мақалада 2009...2019 жылдар кезеңінде Өскемен қ. атмосферасындағы негізгі ластауыш заттар құрамының динамикасына талдау жүзеге асырылды. Атмосфералық ауа сапасының динамикасын талдау нәтижелері бойынша зерттелетін кезеңнің уақытша жүрісінде атмосфераның беткі қабатында күкірт диоксиді мен формальдегидтің орташа айлық концентрациясының өсуі байқалады, ШПК бойынша соңғы 2...3 жылдағы атмосфераның жоғары ластануы жағдайлары жиілеп кетті. Алынған нәтижелердің практикалық маңыздылығы қалалық қоршаған ортаны сауықтыру жөніндегі кешенді бағдарламаларды құрастыруда, жоспарлауда және практикалық іске асыруда, сондай-ақ атмосфераның экологиялық жай-күйін одан әрі өңірлік бағалау үшін пайдаланылуы мүмкін.

**Түйін сөздер:** шекті-рұқсат етілген концентрациялар (ШПК), ластаушы заттар, қоспалар, атмосфераның ластану индексі (АЛИ), уақытша жүру

**THE DYNAMIC ASSESSMENT OF ATMOSPHERIC AIR QUALITY IN UST-KAMENOGORSK FOR THE PERIOD 2009...2019**

**A.A. Kabdykadyrov<sup>1</sup>, O.A. Zubova<sup>1</sup>** candidate of technical sciences, **G.A. Mukanova<sup>1</sup>** candidate of biological sciences, **M.M. Dauletbayeva<sup>1</sup>, N.V. Voronova<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup> al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan*

*E-mail: alemger2010@mail.ru*

The article analyzes the dynamics of the content of the main pollutants in the atmosphere of Ust-Kamenogorsk for the period 2009...2019. Based on the results of the analysis of the dynamics of atmospheric air quality, it is concluded that during the time course of the study period, the average monthly concentrations of sulfur dioxide and formaldehyde in the surface layer of the atmosphere have increased, and cases with high atmospheric pollution according to MPC of hydrogen sulfide have become more frequent in the last 2...3 years. The practical significance of the results obtained can be used in the preparation, planning and practical implementation of comprehensive programs for improving the urban environment, as well as used for further regional assessment of the ecological state of the atmosphere.

**Key words:** maximum permissible concentrations (MPC), pollutants, impurities, atmospheric pollution index (API), dynamic