

УДК 504.3.054

К.Т. Елеуова¹
М.А. Жунисова¹
Н.У. Кужагельдина¹
А.Т. Мамытова¹

АНАЛИЗ АЭРОСИНОПТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ ПЕРИОДОВ С ВЫСОКИМ УРОВНЕМ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПО Г. УСТЬ-КАМЕНОГОРСК

Ключевые слова: неблагоприятные метеорологические условия, интегральный показатель загрязнения воздуха, предельно допустимая концентрация, экстремально высокое загрязнение, загрязняющие вещества, статистические методы

В статье представлен анализ аэросиноптических условий формирования периодов сильного загрязнения в г. Усть-Каменогорск. Для дней с высоким уровнем загрязнения воздуха в 2012...2017 гг. в г. Усть-Каменогорск были выявлены аэросиноптические условия, способствующие формированию высоких уровней загрязнения воздуха.

Введение. В воздушный бассейн городов с выбросами промышленных предприятий и автотранспорта за год поступают миллионы тонн различных вредных веществ. В зависимости от количества выбросов, их периодичности, параметров источников, метеорологических условий, определяющих перенос, рассеивание выбросов и вымывание их атмосферными осадками, и многих других факторов формируется уровень загрязнения атмосферы.

Уровень загрязнения атмосферного воздуха в городах, наряду с объемами выбросов стационарных и передвижных источников, в значительной мере определяется метеорологическими условиями. В периоды, когда метеорологические условия способствуют накоплению вредных веществ в приземном слое атмосферы, концентрации примесей могут существенно возрасти при обычных объемах выбросов и даже достигать значений, соответствующих критериям высокого загрязнения (ВЗ) и экстремально высокого загрязнения (ЭВЗ). Работы по прогнозу

¹РГП "Казгидромет", г. Алматы, Казахстан

загрязнения воздуха в городах и регулированию выбросов при неблагоприятных метеорологических условиях (НМУ) играют важную роль для обеспечения чистоты атмосферы. Развитие таких работ позволяет улучшить состояние воздушного бассейна в городе в короткое время без существенных затрат и усилий.

Для решения задачи прогноза уровня загрязнения воздуха по городу в целом изучаются метеорологические условия, определяющие уровни загрязнения, и разрабатываются статистические схемы [3, 6].

Основным принципом разработки вопросов прогнозирования загрязнения воздуха в городе, в том числе разработки статистических схем прогноза, является максимальный учет характера физического процесса распространения примесей в атмосфере и особенностей влияния метеорологических условий на концентрации примесей в воздухе в конкретных городах. Поэтому разработки должны проводиться по материалам наблюдений в каждом отдельном городе [2].

Одним из самых загрязненных городов Казахстана является г. Усть-Каменогорск – промышленный город с множеством предприятий, которые работают на добыче и переработке сырья и, главным образом, тяжёлых металлов [1]. Среди них есть несколько гигантов, свинцово-цинковый комбинат, Ульбинский металлургический завод (производит высокотехнологичную урановую, бериллиевую и танталовую продукцию), титано-магниевого комбинат, а также многочисленные теплоэлектростанции. Все это вносит большой вклад в загрязнение воздушного бассейна города.

Целью данной работы является анализ аэросиноптических условий, способствующих формированию высокого уровня загрязнения воздуха в городе Усть-Каменогорск для разработки в дальнейшем методики прогноза загрязнения.

Использованные данные. Для оценки уровня загрязнения атмосферы в городе Усть-Каменогорск создана сеть постов общегосударственной службы наблюдений и контроля за загрязнением атмосферы. На них определяется содержание в атмосфере различных вредных веществ. Наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха на территории города проводятся на стационарных постах с ручным забором воздуха и постах автоматических наземных комплексов.

Согласно РД 52.04.306-92 [5], исследования должны проводиться используя однородные сопоставимые между собой данные, измеренные по

одним методикам, имеющие целостные ряды наблюдений, соизмеримые между собой. Поэтому выбрано только пять ПНЗ: № 1, 5, 7, 8, 12. Посты расположены в различных частях города (рис. 1).

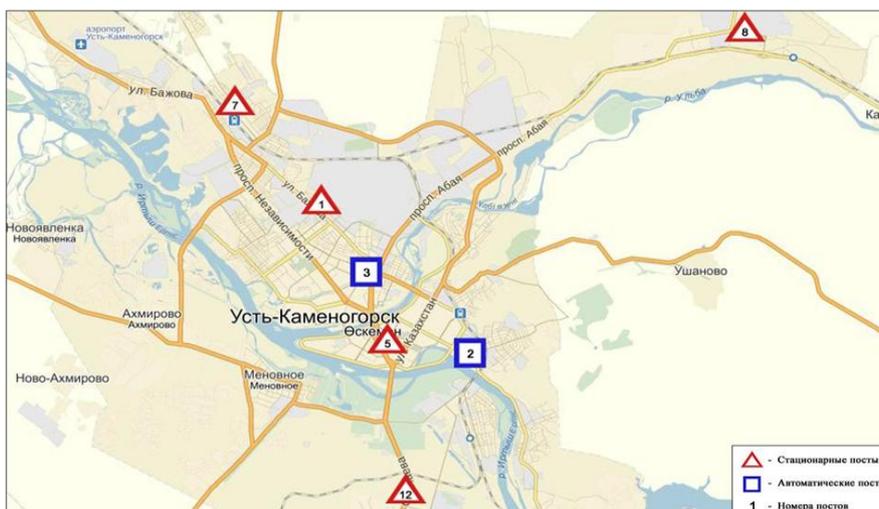


Рис.1. Расположение сети постов общегосударственной службы наблюдений и контроля над загрязнением атмосферы по г. Усть-Каменогорск.

На всех постах определяются следующие основные загрязняющие вещества: взвешенные частицы; оксид углерода; диоксид серы; диоксид азота; оксид азота; формальдегид; шестивалентный хром.

Для анализа были привлечены следующие материалы: ежедневные данные постов о концентрациях примесей в воздухе г. Усть-Каменогорск за 2012...2017 гг. по ПНЗ № 1, 5, 7, 8, 12; аэросиноптические материалы РГП «Казгидромет» за период с 2012 по 2017 годы; ежедневные прогностические метеограммы вычислительного Центра РГП «Казгидромет» по крупным городам РК.

Описание методики и результаты. Для характеристики загрязнения воздуха по городу в целом, по рекомендации ГГО, в качестве характеристики фонового загрязнения воздуха используется параметр «Р» [5]:

$$P = \frac{m}{n}, \quad (3)$$

где n – общее количество наблюдений за концентрацией примесей в городе в течение одного дня на всех стационарных пунктах, m – количество наблюдений в течение того же дня с концентрациями q ,

превышающими среднесезонную величину $q_{\text{ср.сез.}}$ более, чем в 1,5 раза ($q > 1,5 q_{\text{ср.сез.}}$).

Параметр P может изменяться от 1 (когда все измеренные концентрации превышают $1,5 q_{\text{ср.сез.}}$) до 0 (ни одна из концентраций не превышает $1,5 q_{\text{ср.сез.}}$).

Параметр P – это интегральный показатель загрязнения воздуха в городе, который является частотной характеристикой и представляет собой отношение числа существенно повышенных концентраций примесей в воздухе, измеренных в течение дня, к общему числу измерений в течение этого же дня [4].

Для расчета параметра P и его использования в качестве характеристики уровня загрязнения воздушного бассейна по городу в целом необходимо соблюдение следующих условий:

- количество стационарных пунктов в городе должно быть не менее трех;

- количество наблюдений за концентрациями примесей в воздухе на всех постах в течение дня должно быть не менее 20.

В данном исследовании был рассчитан параметр P по всем примесям. Предварительно рассчитывались среднесезонные значения концентраций для каждого стационарного пункта по отдельным примесям за каждый год и в сумме по всем пяти постам, определена среднесезонная концентрация по всем постам за каждый год и за весь период.

За период 2012...2017 гг. по данным ПНЗ г. Усть-Каменогорск были выбраны отдельные случаи с наибольшими значениями параметра P , соответствующие высокому уровню загрязнения равному 0,35 или более. По выбранным дням за весь период проведен анализ интегральных показателей P , соответствующих концентрации примесей в этот день, анализ величины $1,5 q_{\text{ср.сез.}}$, были рассчитаны случаи превышения ПДК по примесям и превышение величины $1,5 q_{\text{ср.сез.}}$ [6] (табл. 1).

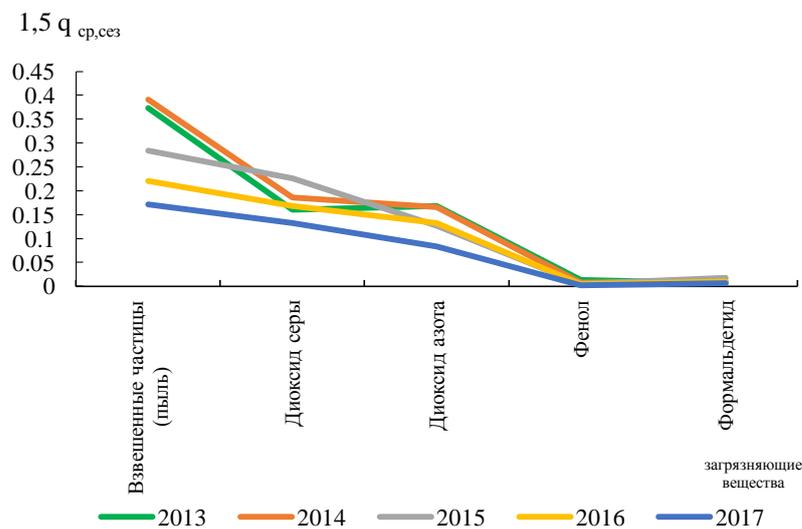
В методических указаниях по составлению прогноза загрязнения воздуха в городах Республики Казахстан [3] описаны синоптические условия загрязнения воздуха, зависимость уровня загрязнения воздуха в г. Усть-Каменогорск от аэросиноптической ситуации, установлены типы барических полей, при которых наблюдаются случаи высокого загрязнения воздуха. За период 2012...2017 гг. был проведен анализ аэросиноптических материалов по датам с ВУЗВ, изучены синоптические ситуации и погодные условия.

Таблица 1

Средние значения параметра Р и средние концентрации примесей

Срок	Взвешенные частицы (пыль)	Диоксид серы	Диоксид азота	Фенол	Формальдегид	Р
1,5 $q_{cp,ceз}$, 5 ПНЗ 2013 г,	0,37	0,16	0,17	0,01	0,01	
Превышение 1,5 q (число случаев)	5	0	6	0	11	0,37
1,5 $q_{cp,ceз}$, 5 ПНЗ 2014 г,	0,39	0,19	0,17	0,01	0,01	
Превышение 1,5 q (число случаев)	5	0	6	2	4	0,28
1,5 $q_{cp,ceз}$, 5 ПНЗ 2015 г,	0,28	0,23	0,13	0,00	0,02	
Превышение 1,5q (число случаев)	9	0	7	4	0	0,33
1,5 $q_{cp,ceз}$ 5 ПНЗ 2016 г.	0,22	0,17	0,13	0,00	0,01	
Превышение 1,5 q (число случаев)	9	0	7	7	6	0,48

Обсуждение и анализ результатов. Анализ показал, что в дни с высоким уровнем загрязнения воздуха по интегральному показателю Р на всех постах города (ПНЗ № 1, 5, 7, 8, 12) отмечались концентрации различных примесей, превышающие ПДК в 1...6 раз, а превышение концентрации примесей над величиной 1,5 $q_{cp,ceз}$ концентрации в теплый и зимний период составило от 1 до 5 раз (рис. 2).

Рис. 2. Изменение 1,5 $q_{cp,ceз}$ за 2013...2017 гг.

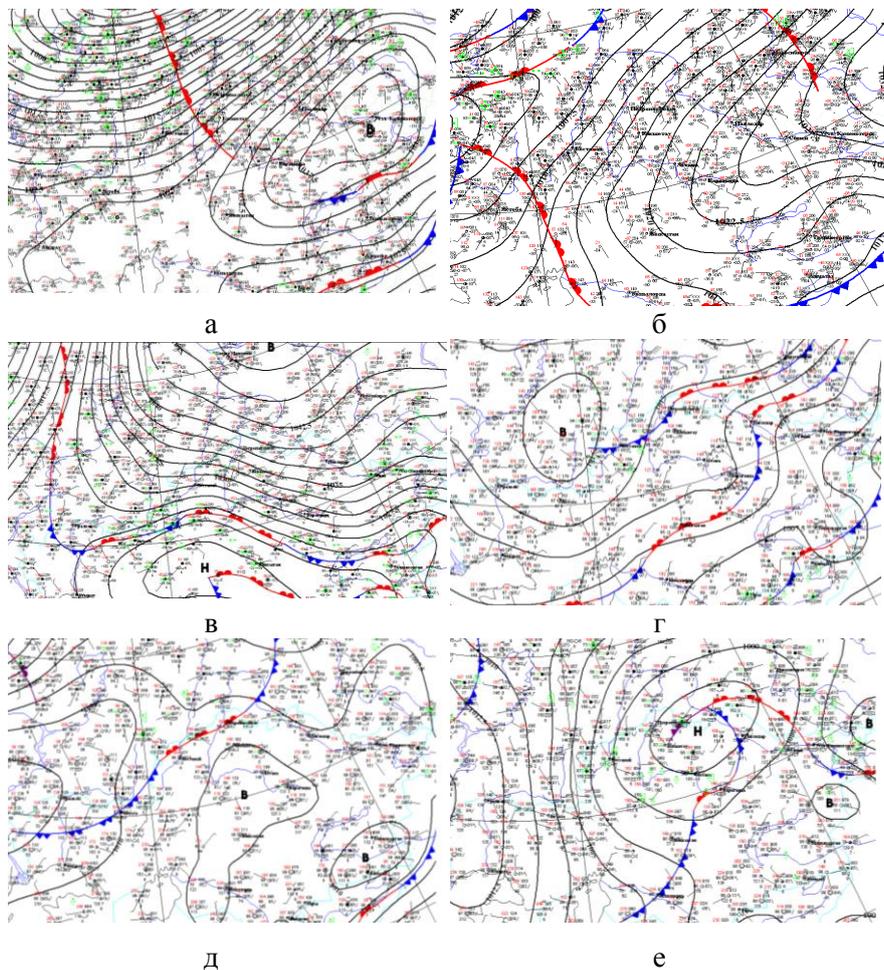


Рис. 3. Синоптическая ситуация при разных условиях: а) Антициклон 27.02.2013 г., срок 00; б) Западная и юго-западная периферия Антициклона 08.04.2013 г., срок 00; в) Южная периферия Антициклона 19.11.2015 г., срок 00; г) Мало градиентное поле пониженного давления 27.05.2016 г., срок 00; д) Мало градиентное поле повышенного давления 07.07.2016 г., срок 00; е) Теплый сектор циклона 17.07.2016 г., срок 00.

Таким образом, параметр Р может использоваться в прогнозе неблагоприятных метеорологических условий загрязнения воздушного бассейна г. Усть-Каменогорск в качестве индикатора накопления или рассеивания загрязняющих веществ [4]. Для дальнейшего анализа были отобраны дни с наибольшими значениями параметра Р, соответствующие высокому уровню загрязнения более 0,35. Для этих дней проводился анализ аэросиноптических условий. Выявлены основные синоптические

процессы при которых формируется высокий уровень загрязнения воздуха (рис 3):

- Антициклон;
- западная и юго-западная периферия Антициклона;
- южная периферия Антициклона;
- мало градиентное поле пониженного давления;
- мало градиентное поле повышенного давления;
- теплый сектор циклона.

Характерными особенностями наличия высокого загрязнения при всех отмеченных синоптических ситуациях являются следующие характеристики погоды:

- штиль или слабый ветер у земли;
- на высоте АТ 850 ветер от 2 до 7 м/с;
- наличие приземных инверсий в слое от 0 до 2 км интенсивностью от 2 °С до 15 °С;
- синоптическая ситуация отмечается над районом двое суток и более.

Все вышеперечисленные метео параметры в совокупности образуют условия застоя воздуха, образования неблагоприятных условий в воздушном бассейне г. Усть-Каменогорск для загрязнения воздуха в приземном слое.

Полученные результаты в дальнейшем будут использованы для разработки прогностических схем загрязнения воздушного бассейна.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Базарханова С.Т., Науканова Г.К., Пивоваров Е.И., Баймаканова Ф.С., Жахметов Р.Т. Влияние факторов внешней среды на здоровье населения города Усть-Каменогорск // Вестник КазНМУ. – №3 (3) – 2014. – С. 171-175.
- 2) Безуглая Э.Ю., Смирнова И.В. Воздух городов и его изменения. Санкт-Петербург: Астерикон, 2008. – 253 с.
- 3) Методические указания по составлению прогноза загрязнения воздуха в городах Республики Казахстан.
- 4) Наставление по прогнозу НМУ и прогнозу уровня загрязнения воздуха по параметру Р.
- 5) РД 52.04.306-92. Охрана природы. Атмосфера. Руководство по прогнозу загрязнения воздуха. Утвержден 31.01.1992.

- 6) Санитарно-эпидемиологические правила и нормы к атмосферному воздуху от 28.02.2015 г. – №168.

Поступила 24.11.2020

К.Т. Елеуова
М.А. Жунисова
Н.У. Кужагельдина
А.Т. Мамытова

**ӨСКЕМЕН ҚАЛАСЫНЫҢ ЛАСТАНУ ДЕҢГЕЙІ ЖОҒАРЫ
КЕЗЕҢДЕРДІҢ ҚАЛЫПТАСУЫНЫҢ АЭРОСИНОПТИКАЛЫҚ
ШАРТТАРЫН ТАЛДАУ**

Түйін сөздер: қолайсыз метеорологиялық жағдайлар, ауаның ластануының ажырамас индикаторы, шекті рұқсат етілген концентрация, өте жоғары ластану, ластаушы заттар, статистикалық әдістер

Мақалада Өскемен қаласының ластану деңгейі жоғары кезеңдердің қалыптасуының аэросиноптикалық шарттарын талдау қарастырылған 2012...2017 жылдар аралығында ауаның ластану деңгейі жоғары күндер үшін Өскемен қаласында ауаның ластануының жоғары деңгейінің қалыптасуына ықпал ететін аэросиноптикалық жағдайлар анықталды.

K.T. Eleuova, M.A. Zhunisova, N.U. Kuzhageldina,
A.T. Mamytova

**ANALYSIS OF AEROSYNOPTIC CONDITIONS FOR
THE PERIODS FORMATION WITH A HIGH POLLUTION
LEVEL IN THE UST-KAMENOGORSK CITY**

Key words: unfavorable meteorological conditions, integral indicator of air pollution, maximum permissible concentration, extremely high pollution, pollutants, statistical methods

The article presents an analysis of aerosynoptic conditions for the formation of severe pollution periods in Ust-Kamenogorsk. For days with high levels of air pollution in 2012...2017 In the city of Ust-Kamenogorsk, aerosynoptic conditions were identified, contributing to the formation of high levels of air pollution.