

DOI: 10.26730/1999-4125-2018-5-20-28

УДК 911.6

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕННОСТИ И САМООЧИЩАЮЩЕЙСЯ СПОСОБНОСТИ АТМОСФЕРЫ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

ESTIMATION OF POLLUTION AND SELF-CLEANING ABILITY OF THE ATMOSPHERE OF THE KEMEROVO REGION

Лешуков Тимофей Владимирович¹,

старший преподаватель, e-mail: tvleshukov@mail.ru

Timofey V. Leshukov, Senior Lecturer

Лесин Юрий Васильевич²,

доктор технических наук, профессор, e-mail: Lyuv.geo@kuzstu.ru

Yury V. Lesin, Dr. Sc. in Engineering, Professor

¹Кемеровский государственный университет, 650000, Россия, г. Кемерово, ул. Красная, 6

¹Kemerovo State University, 6 street Krasnaya, Kemerovo, 650000, Russian Federation

²Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева, 650000, Россия, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28

²T. F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, 28 street Vesennyya, Kemerovo, 650000, Russian Federation

Аннотация: В работе предложено авторское видение деления территории по качеству атмосферного воздуха, в основу которого положены самоочищающаяся способность атмосферы и загрязнение воздуха выбросами загрязняющих веществ. Произведено на этой основе типирование природно-хозяйственных зон и районов территории Кемеровской области с описанием их эколого-климатических параметров. Каждая зона и район отличаются своими эколого-климатическими параметрами, которые могут оказывать влияние на медико-демографические процессы. Полученные результаты могут быть учтены при составлении программы социально-экономического и демографического развития Кемеровской области. Публикация адресована для экологов, медико-географов и специалистов, занимающихся территориальным планированием и развитием.

Ключевые слова: самоочищающаяся способность атмосферы, загрязнение атмосферы, эколого-географическое районирование.

Abstract: The paper proposed the author's vision of dividing the territory according to the quality of atmospheric air, which is based on the self-cleaning ability of the atmosphere and air pollution by emissions of pollutants. The typing of natural-economic zones and areas of the Kemerovo region with a description of their environmental and climatic parameters was carried out on this basis. Each zone and district are distinguished by its environmental and climatic parameters, which may have an impact on medico-demographic processes. The results obtained can be taken into account when drawing up a program for the socio-economic and demographic development of the Kemerovo Region. The publication is addressed to ecologists, medical geographers and specialists involved in territorial planning and development.

Key words: self-cleaning ability of the atmosphere, atmospheric pollution, ecologic-geographical zoning.

Введение

В основу исследования положен принцип детерминизма медико-демографических процессов и медико-природных условий окружающей среды. Условия, в которых человек проживает, формируются под естественным и антропогенным факторами и в комплексе образуют определенный

медико-природный район. Медико-природный район обладает своими медико-природными условиями для определенных медико-демографических процессов [1-3]. В работе рассмотрены только загрязнение и самоочищение атмосферы как важные параметры медико-природного района, для которых найдена доста-

Таблица 1 - Детерминизм медико-демографических процессов и атмосферного загрязнения
Table 1 - Determinism of medical-demographic processes and air pollution

Авторы	Атмосферные параметры	Выраженность в медико-демографических процессах
Шартова Н.В., Вятлина Т.В. [4]	Загрязнение атмосферы	Увеличение частоты заболеваний и обострений респираторных и легочных заболеваний, ССЗ. Увеличение заболеваемости населения онкопатологиями органов дыхания, желудка, кровеносной системы.
Винокуров Ю.И., Путилова А. А., Лазарев А. Ф. [2]		
Исаев А.А. [5]		
Капра М. [6]		
Pope C.A. [7]		
Anderson, J.O. [8] и др. [9, 10].		

точно обоснованная зависимость с медико-демографическими процессами. В таблице 1 отражен детерминизм медико-демографических процессов и атмосферного загрязнения воздушной среды, который часто выражается в неблагоприятных процессах и последствиях у населения.

Кемеровская область является достаточно представительным регионом для изучения влияния атмосферных параметров медико-природных районов на медико-демографические процессы населения. Разная степень промышленного развития, отраслевая специализация хозяйства отдельных муниципалитетов и заселенность приводит к дифференцированной загрязненности атмосферы выбросами загрязняющих веществ (ЗВ) и их спецификации в зависимости от производственных комплексов. Особенности морфологии, атмосферной циркуляции и закономерности в количестве выпавших осадков дифференцируют территорию по самоочищающей способности атмосферы. В связи с этим возникает необходимость выделения и описания объективно существующих эколого-географических районов с целью формирования территориальной программы развития.

Материалы и методы

Основой для выделения промышленных зон и районов взята картосхема природно-хозяйственных районов и зон Кемеровской области Рябова В. А. [11] с внесением редакций по границам зон, дополненная эколого-климатическими параметрами. Данный подход выделения территориальных медико-географических систем используется повсеместно и является оправданным [1, 2, 3, 12], поскольку из него следует разработка программ развития, предлагаемая обычно на уровне муниципалитетов.

Структура воздушной среды и методы ее территориальной оценки

Исследование эколого-климатических параметров приземного слоя атмосферы в Кемеровской области включает в себя изучение загрязнен-

ности атмосферы по объемам выбросов загрязняющих веществ, их качественному составу и среднегодовому содержанию ЗВ в атмосферном воздухе по данным стационарных и маршрутных наблюдений. Также в работе применяется методика изучения самоочищающей способности атмосферы, состоящая из оценки различных климатических характеристик атмосферы. Выбранные параметры определяют качество среды проживания населения и, соответственно, могут определять различные неблагоприятные медико-демографические процессы.

Методика изучения антропогенного воздействия и его территориальная оценка.

1. Территориальная оценка загрязнения атмосферы была основана на карте Рябова В. А. [11, с. 143], которая отражает природно-хозяйственные районы области, но дополнена с учетом основных ЗВ, выбрасываемых от определенного типа предприятий и современной структуры хозяйства. Крупнейшими территориальными единицами были выбраны промышленные зоны, которые отличаются степенью развитости промышленности и отраслями специализации.

2. Районы внутри промышленных зон отличаются по объему промышленного производства. Каждый промышленный район отличается по характерным ЗВ, выбрасываемым в атмосферу, и их объему. Также в пределах каждого района изучены данные стационарных и маршрутных наблюдений за атмосферным воздухом и выделены специфические загрязнители, для которых регистрируется частое или постоянное превышение среднегодового ПДК.

3. Статистические данные по объемам выбросов собраны с 2003 по 2014 гг. Анализ концентрации ЗВ в атмосфере на стационарных и маршрутных постах проведен по данным с 2007-2014 гг. Границы воздействия выбросов ЗВ совпадают с поселениями, что связано со спецификой формирования территориальной системы расселения по

принципу предприятие-рабочий поселок.

Оценка климатических характеристик и метеорологических явлений в контексте самоочищения атмосферы.

Качество атмосферы зависит не только от эмиссии загрязняющих веществ (ЗВ) от промышленности, автомобильного транспорта и иных источников, но и от метеорологических явлений, которые могут нивелировать выбросы ЗВ или привести к их аккумуляции возле источника.

Метеорологические условия (ветер, осадки, влажность и др.) имеют значение для рассеивания ЗВ. Кемеровская область имеет резко континентальный климат, при котором в летнее и зимнее время часто устанавливаются антициклоны, способствующие частому возникновению штилевых погод с малым количеством осадков и низкой скоростью ветра, что снижает самоочищающуюся способность ПСА. Также в зимнее время над территорией формируются температурные инверсионные явления в атмосфере, связанные с особенностью рельефа и климата региона.

В исследовании было проведено районирование территории с целью определения наиболее неблагоприятных районов для рассеивания ЗВ с учетом ветровых и геоморфологических характеристик, а также влажности воздуха и количества осадков.

Для оценки рассеивающей способности ПСА используется методика Селегей Т. С. и соавторов [13], которая актуальна и в настоящее время [14]. Расчет производился по формуле:

$$\text{МПРА} = \frac{(P_{\text{ш}} + P_{\text{т}})}{P_{\text{о}} + P_{\text{в}}},$$

где МПРА – метеорологический потенциал рассеивания атмосферы; $P_{\text{ш}}$ – повторяемость дней со штилями (скорость ветра – 0-1м/с); $P_{\text{т}}$ – повторяемость дней с туманами (влажностью более 80 %); $P_{\text{о}}$ – повторяемость дней с осадками не менее 0,5 мм; $P_{\text{в}}$ – повторяемость дней со скоростью ветра не менее 6 м/с.

По значениям потенциала рассеивания атмосферой загрязняющих веществ авторы методики предложили следующую градацию:

- при МПРА > 2 – крайне неблагоприятные условия (КНУ);
- при МПРА > 1 – неблагоприятные условия (НУ);
- при МПРА ≤ 1 – благоприятные условия (БУ);
- при МПРА ≤ 0,5 – крайне благоприятные условия для рассеивания примесей в приземном слое атмосферы (предложено А.Ф. Тетериним и соавторами [15]).

Были рассчитаны и проанализированы МПРА по 21 метеорологической станции и проинтерполированы методом IDW в программе ArcGIS 10.3.1. с учетом ландшафтных и рельефных осо-

бенностей.

Оценка частоты формирования инверсий производилась по качественным характеристикам рельефа ландшафтов: открытость к господствующим ветрам, перепад высот дна и гребней долин, ширина долин.

Абсолютное число дней с температурной инверсией в атмосфере было получено с помощью расчетов по данным американского реанализа NCEP/NCAR. Данные имеют горизонтальное расширение 2,5° x 2,5°. Большинство городских поселений расположены в пределах Кузнецкого прогиба, имеющего небольшие перепады высот, из-за чего возможно приближенно оценить время и частоту возникновения инверсий, их продолжительность при данной густоте сетки, так как большая часть инверсий образуется в зимнее время при антициклональных погодах, когда будут преобладать инверсии сжатия и оседания в понижениях рельефа.

В исследовании использовались 6-ти часовые данные реанализа NCEP/NCAR, представленные на сайте National Oceanic & Atmospheric Administration [16], переведенные в местное время (+7 часов). Географическая сетка исследования 50.0°–57.5° с.ш., 82.50°–90.00° в.д.

Были выбраны три барические поверхности:

- 1000 гПа – изобарическая поверхность Земли.
- 925 гПа – изобарическая поверхность на высоте 750 м.
- 850 гПа – изобарическая поверхность на высоте 1500 м.

Исходя из методики Ахметшиной А. Н. [10], для выделения слоев, в которых ведется поиск наличия инверсий, следует использовать следующие формулы:

$$\Delta T_1 = T_{1000} - T_{925}$$

$$\Delta T_2 = T_{925} - T_{850}$$

$$\Delta T = T_{1000} - T_{850}$$

Принято считать, что отрицательные значения показателя ΔT , ΔT_1 , ΔT_2 свидетельствуют о наличии температурной инверсии [17].

Результаты и обсуждение

Характеристика антропогенного воздействия и его территориальное отражение

Качество атмосферного воздуха поселений Кемеровской области в первую очередь связано с типом производственных комплексов, которые определяют вещественный состав загрязнителей в атмосфере и их объем, что отмечено в сборниках по состоянию окружающей среды и изучением состояния атмосферного воздуха на стационарных и маршрутных постах в крупных городах области.

В пределах Кемеровской области Рябовым В.А. [11] было выделено три промышленные зоны, которые отличаются объемом производства и специализацией хозяйства. Нами районирование было скорректировано с учетом выбросов ЗВ в атмосферу, и ряд районов изменили свое таксоно-

Таблица 2 – Эколого-географические районы и их экологическая характеристика атмосферы (с учетом природно-хозяйственных районов по Рябову В. А. [11], с корректировкой авторов).
Table 2 - Ecological-geographical areas and their ecological characteristics of the atmosphere (taking into account the natural-economic areas according to V. A. Ryabov [11], with the the authors' correction).

Экологическая зона	Экологический район	Среднегодовые выбросы ЗВ, тыс. т в год	Общие среднегодовые выбросы ЗВ в атмосферу, тыс. т в год	Типичные выбросы ЗВ в атмосферу	Типичные ЗВ в атмосфере крупнейших поселений выше ПДК
А	А.1.	11,55	115,48	Твердые вещества, летучие органические соединения, оксид углерода, диоксид серы	Взвешенные вещества, диоксид серы, оксид азота (IV), формальдегид, углерод черный (сажа), аммиак, бензапирен
	А.2.	46,32	277,92	Твердые вещества, оксид углерода, оксид азота, диоксид серы	Взвешенные вещества, оксид углерода, азот (IV) оксид, фенол, формальдегид, углерод черный (сажа), свинец и его соединения.
	А.3.	31,79	934	Оксид углерода, твердые вещества, диоксид серы, оксид азота	Взвешенные вещества, серы диоксид, оксид углерода, азот (IV) оксид, фенол, формальдегид, углерод черный (сажа), фтористые соединения, бензапирен.
Б	Б.1.	4,09	8,18	Оксид углерода	Взвешенные вещества, диоксид серы, фенол, формальдегид, углерод черный (сажа),
	Б.2.	1,41	5,64	Оксид углерода, твердые вещества.	-
В	-	8,16	8,16	Твердые вещества, оксид углерода, диоксид серы	Взвешенные вещества (в отдельные годы).

мическое положение.

Экологическая зона «А» - промышленно-транспортная. В ее пределах объемы выбросов резко отличаются в силу разной степени развитости промышленных производств. Типичные загрязняющие вещества также сильно отличаются, поскольку в пределах этой зоны развита разнообразная промышленность - горнодобывающая (угольная преимущественно), обрабатывающая (преимущественно черная металлургия), топливная, химическая и другие. Средние объемы выбросов ЗВ в атмосферу от стационарных источников муниципальных образований составляют 51,05 тыс. т в год, минимальные значения характерны для Юргинского муниципального района – это 1,52 тыс. т в год, а максимальные приурочены к Новокузнецку – 379 тыс. т в год с тенденцией к

снижению. Среднегодовой общий объем выбросов составляет 1327,4 тыс. т в год со всех муниципальных образований. Характерные загрязняющие вещества, фиксируемые на уровне или выше ПДК – сажа, оксид азота (IV), взвешенные вещества, диоксид серы, оксид углерода, фенол, бензапирен, формальдегид, свинец и его соединения (в отдельные годы), фтористые соединения, аммиак, сероводород.

Экологическая зона «Б» - аграрно-лесохозяйственная. Зона отличается низкой степенью загрязнения атмосферного воздуха от промышленных стационарных источников. Средние выбросы ЗВ составляют 1,98 тыс. т в год с максимумом в Мариинском районе – 6,17 тыс. т в год, и минимумом в Тисульском районе – 0,31 тыс. т в год. Общий среднегодовой объем выбросов со-

ставляет 13,82 тыс. т в год. Характерные загрязняющие вещества, фиксируемые на уровне выше ПДК – взвешенные вещества.

Экологическая зона «В» - горнопромышленно-лесохозяйственно-рекреационная. В нее входит Таштагольский район с выбросами в 8,16 тыс. т в год. Среднегодовой общий объем выбросов – 8,16 тыс. т в год. Характерные загрязняющие вещества, фиксируемые на уровне выше ПДК – взвешенные вещества.

Таким образом, самой благоприятной оказывается наименее промышленно развитая территория зоны Б, отличающаяся своим аграрным и лесохозяйственным профилем экономики.

В силу разной специализации хозяйства внутри экологических зон следует рассмотреть их деление на экологические районы, которые отличаются специализацией основных отраслей хозяйства муниципальных районов. Вышеописанные различия территорий районов выражаются в разных объемах выбросов ЗВ и их составе.

Экологический район А.1. Северный (топливно-химико-горнодобывающий). В него входят Юргинский, Яйский, Яшкинский, Кемеровский и Топкинский районы. Средний уровень выбросов ЗВ составляет 20,5 тыс. т/год. Среднегодовой общий объем выбросов составляет 102,49 тыс. т в год. Максимальный уровень характерен для Кемеровского городского округа и равен 49,34 тыс. т в год. Минимальный – 1,71 тыс. т в год – Тайгинский городской округ. Типичные загрязняющие вещества, выбрасываемые в атмосферу: газообразные и жидкие вещества, твердые вещества, летучие органические соединения, оксид углерода, диоксид серы. Загрязняющие вещества, регистрируемые на стационарных постах в Кемерово выше ПДК – Азот (IV) оксид, формальдегид, углерод черный (сажа), аммиак, бензапирен. Загрязняющие вещества, регистрируемые по данным маршрутных наблюдений вдоль автомагистралей: взвешенные вещества (Анжеро-Судженск, Тайга, Кемерово), диоксид серы (Анжеро-Судженск, Кемерово, Березовский), азот (IV) оксид (Анжеро-Судженск, Юрга, Кемерово, Березовский), формальдегид (Анжеро-Судженск, Тайга, Кемерово, Березовский), углерод черный (сажа) (Анжеро-Судженск, Кемерово, Березовский), свинец и его соединения (Кемерово). Таким образом, самыми загрязненными территориями остаются города Кемерово и Анжеро-Судженск, постоянно воздействию подвергаются порядка 630 тысяч человек.

Экологический район А.2. Центральный (топливно-металлурго-горнодобывающий). В него входят Ленинск-Кузнецкий, Гурьевский, Беловский районы. Среднегодовые объемы выбросов ЗВ по муниципальным районам составляют 46,32 тыс. т в год. Максимальные среднегодовые объемы выбросов характерны для Беловского городского округа – 72,16 тыс. т в год, минимальные –

для Гурьевского муниципального района – 8,48 тыс. т в год. Общий объем выбросов составляет 277,92 тыс. т в год. Типичные загрязняющие вещества, выбрасываемые в атмосферу: твердые вещества, оксид углерода, оксид азота, диоксид серы. Стационарных наблюдений за загрязнением атмосферы не производится. Загрязняющие вещества, регистрируемые по данным маршрутных наблюдений вдоль автомагистралей: взвешенные вещества (Белово, Гурьевск, Ленинск-Кузнецкий), оксид углерода (Белово), азот (IV) оксид (Белово, Гурьевск, Ленинск-Кузнецкий, Полысаево), фенол (Ленинск-Кузнецкий), формальдегид (Белово, Гурьевск, Ленинск-Кузнецкий), углерод черный (сажа) (Белово, Гурьевск, Ленинск-Кузнецкий, Полысаево), свинец и его соединения (Ленинск-Кузнецкий, Полысаево).

Экологический район А.3. Южный (топливно-металлурго-химико-машиностроительный). В него входят Прокопьевский, Новокузнецкий и Междуреченский районы. Среднегодовые объемы выбросов ЗВ по муниципальным районам составляют – 31,79 тыс. т в год. Максимальные среднегодовые объемы выбросов характерны для Новокузнецкого городского округа – 379,37 тыс. т в год, минимальные – для Краснобродского городского округа – 3,31 тыс. т в год. Общий объем выбросов составляет 934 тыс. т в год. Типичные загрязняющие вещества, выбрасываемые в атмосферу: оксид углерода, твердые вещества, диоксид серы, оксид азота. Загрязняющие вещества, регистрируемые на стационарных постах выше ПДК: взвешенные вещества (Прокопьевск, Новокузнецк), азот (IV) оксид (Прокопьевск, Новокузнецк), формальдегид (Новокузнецк), бензапирен (Новокузнецк, Прокопьевск), фтористые соединения (Новокузнецк). Загрязняющие вещества, регистрируемые по данным маршрутных наблюдений вдоль автомагистралей в городах Новокузнецк, Прокопьевск, Осинники, Междуреченск, Мыски, Киселевск, Калтан: взвешенные вещества (во всех кроме Осинников и Калтана), серы диоксид (Новокузнецк, Мыски, Междуреченск), оксид углерода (Новокузнецк), азот (IV) оксид (Во всех кроме Осинников, Калтана и Мысков), фенол (во всех кроме Калтана и Киселевска), формальдегид (во всех городах), углерод черный (сажа) (Новокузнецк, Мыски, Киселевск). Стоит отметить, характерные 5-6 кратные превышения значений ПДК по отдельным городам и загрязнителям района.

Экологический район Северный. Б.1. (аграрно-лесохозяйственный). В него входят Ижморский, Мариинский, Чебулинский районы на севере области и Промышленновский район на западе. Среднегодовые выбросы ЗВ от стационарных источников составляют 4,09 тыс. т в год. Среднегодовой общий объем выбросов – 8,18 тыс. т в год, с максимальным значением в 6,17 тыс. т в год в Мариинском муниципальном районе, и минимальным - 0,71 тыс. т в год в Ижморском муници-

Таблица 3 - Эколого-географические районы и их характеристика самоочищающей способности атмосферы

Table 3 - Ecological and geographical areas and their atmosphere self-cleaning ability characteristics

Экологическая зона	А			Б		В
Экологический район	А.1.	А.2.	А.3.	Б.1.	Б.2.	-
Индексы МПРА, баллы	От ме- нее 0,5 до 1	От ме- нее 1 до 2	От ме- нее 1 до 2	Более 0,5, но не бо- лее 1.	От более 0,5 до 2	2 и более
Кол-во осадков, мм в год	400-500	400-450	450-900	400-500	400-900	800-900
Средняя V ветра, м/с	2,8-3,6	2,2-2,8	0,8-3,6	2,8-3,6	2,8-3,6	0,8-1,6
Частота возникновения температурных инверсий в атмосфере	Частая	Частая	Умерен- ная- частая	Частая	Умерен- ная-очень частой	Умерен- ная-очень частой
Частота инверсий в атмосфере по данным [18], в дней в году	>180	< 180	<120- 150	< 180	<150-180	<90

пальном районе. Основным типичным загрязнителем, выбрасываемым в атмосферу, является оксид углерода. Стационарных постов в данном районе не расположено. Загрязняющие вещества, регистрируемые по данным маршрутных наблюдений вдоль автомагистралей в городе Мариинск: взвешенные вещества, диоксид серы, углерод черный (сажа), фенол, формальдегид. Стоит отметить, что по первым трем загрязняющим веществам среднегодовое значение находится на уровне ПДК (0,96-1,04).

Экологический район Восточный. Б.2. (с очаговой лесозаготовительной и горнодобывающей промышленностью). В него входят Тяжинский, Крапивинский и Тисульский районы. Среднегодовые выбросы ЗВ от стационарных источников составляют 1,41 тыс. т. в год. Среднегодовой общий объем выбросов – 5,64 тыс. т. в год, с максимальным значением в 2,19 тыс. т в год в Тяжинском муниципальном районе, и минимальным - 0,31 тыс. т в год в Тисульском муниципальном районе. Типичные загрязняющие вещества, выбрасываемые в атмосферу – это оксид углерода и твердые вещества. Стационарных и маршрутных наблюдений в данном районе не производится.

Экологический район В.1. Горнопромышленно-лесохозяйственно-рекреационный. В него входит Таштагольский район. Среднегодовой общий объем выбросов составляет 8,16 тыс. т в год. Типичные загрязняющие вещества, выбрасываемые в атмосферу – это твердые вещества, оксид углерода и диоксид серы. Стационарных наблюдений не производится, маршрутные измерения вдоль автомагистралей происходят только в городе Таштагол. Характерные загрязняющие вещества со значением выше ПДК: взвешенные вещества (в отдельные годы).

Таким образом, самым загрязненным является южный экологический район (топливно-металлурго-химико-машиностроительный), в котором проживает примерно 70% населения всей области. Для него характерны значительные пре-

вышения значений ПДК по отдельным веществам, в том числе и канцерогенным (углерод черный (сажа), бензапирен, свинец и т.п.).

Территориальная оценка климатических параметров, способствующих рассеиванию или накоплению ЗВ в атмосфере

В таблице 3 представлены климатические характеристики экологических зон и районов, характеризующие самоочищающуюся способность атмосферы этих территорий.

В целом вся экологическая зона А расположена преимущественно в Кузнецкой котловине, в которой общая циркуляция воздушных масс затруднена, величина осадков максимально низкая в присалаирской зоне, наиболее высокая в Кузнецком Алатау на наветренных склонах. Это приводит к снижению общего потенциала самоочищения региона. Одновременно с этим за счет котловинного эффекта на территории региона формируются мощные инверсии оседания и сжатия, особенно в зимнее время при наступлении Азиатского максимума.

Экологический район А.1. В целом район благоприятен с точки зрения рассеивания ЗВ. Индекс МПРА изменяется от 0,5 до 1 от Юрги до Кемерово. Среднегодовая скорость составляет от 2,8 до 3,6 м/с и увеличивается в сторону приподнятых территорий. Инверсионные процессы в атмосфере характерны для русловых и прирусловых частей долины Томи и ее притоков и холмистовалистых территорий Томь-Колывани Юргинского района. Частота фиксирования температурных инверсий в атмосфере (более 180 дней в году) связана с длительным расположением антициклона на этой территории в зимнее время и характерной для него инверсией оседания и сжатия в понижениях рельефа. Большая часть инверсий являлись радиационными.

Экологический район А.2. Также благоприятная зона для рассеивания ЗВ, но для нее характерно более малое количество осадков и более низкая среднегодовая скорость ветра, что связано с барь-

ерным расположением Салаирского кряжа по отношению к господствующим ветрам. Инверсии часто носят радиационный характер и фиксируются два раза в сутки, но быстро разрушаются под адвективными потоками. Наиболее часто температурные инверсии фиксируются при наступлении Азиатского максимума в долине реки Ини и ее притоках, в понижениях рельефа и прирусловых поселениях. Частота формирования до 180 дней в году, но доля мощных инверсий больше, чем в районе А.1. МПРА на Кузнецкой котловине 1 увеличивается в сторону к Салаирскому кряжу до 2.

Экологический район А.3. МПРА имеет минимальные значения в Прокопьевско-Киселевском и Новокузнецком районах, и снижается по направлениям Осинники, Калтан, Мыски и Междуреченск. Количество осадков также возрастает по этим направлениям, но значительное увеличение характерно для низкогорных и среднегорных территорий, на которых отсутствуют предприятия. Среднегодовая скорость ветра района от 0,8 до 3,6 м/с с максимальной в Прокопьевско-Киселевском районе и минимальной в котловинах Междуреченского района и самом городе Междуреченске. Частота инверсий увеличивается по направлениям городов Междуреченск, Осинники и Калтан, что связано с рельефом территории, преимущественно перпендикулярным положением хребтов к господствующим ветрам и узкими врезанными долинами притоков реки Томи.

Экологический район Б.1. МПРА от менее 0,5 до 1, что связано с открытостью территории к господствующим ветрам. Среднегодовая скорость ветра составляет 2,8-3,6 м/с, что благоприятно позволяет рассеивать и без того малые объемы выбросов ЗВ. Малое количество осадков неблагоприятно сказывается на самоочищении атмосферы. Частота фиксирования температурных инверсий в атмосфере (менее 180 дней в году) связана с длительным расположением антициклона в зимнее время и характерной для него инверсией. Чаще инверсии являлись радиационными.

Экологический район Б.2. МПРА от 0,5 до 2, увеличение связано с котловинными межгорными прогибами, где снижается скорость ветра и часто уменьшается количество осадков, особенно на подветренных склонах. Количество осадков возрастает с севера на юг и с запада на восток, в частности, на наветренных склонах, подветренные склоны более осушены. Инверсии в основном связаны с радиационным нагревом подстилающей поверхности на севере и западе и котловинных эффектах в Тисульском районе на юге.

Экологический район В. Для нее характерны индексы МПРА равные 2 и более, что связано с изолированным характером рельефа горных кот-

ловин от господствующих ветров и соответствующим снижением скорости ветра. Снижение МПРА до 1 характерно для западных склонов в силу увеличения количества осадков и открытости к преобладающим ветрам. Средняя скорость ветра этой зоны в течении года равна 0,8-1,6 м/с, самые низкие значения характерны для глубинных частей территории - районы метеостанций Усть-Кабырза (0,8 м/с) и Кондома (0,9 м/с). Вышерасположенная метеорологическая станция Таштагол (1,3 м/с) более проветриваемая. Среднегодовое количество осадков составляет от 700 до 900 мм и более в год. Таким образом, с учетом расположения предприятий, загрязняющих атмосферный воздух, самоочищение атмосферы происходит в первую очередь благодаря вымыванию дождями, а не из-за рассеивания ветровыми потоками. Условия для формирования инверсий благоприятные. Узкие речные долины верховий Кондомы, Пызаса, Кабырзы и др., способствуют медленному нагреву воздуха в условиях антициклональных погод и формированию длительных инверсий оседания. Ориентировка склонов долин рек по направлению ветров преимущественно перпендикулярная, также встречается сонаправленная, например, в среднем течении Мрассу. Перепад высот составляет 1000-1200 м между дном долины и горными массивами, что приводит к продолжительному стеканию холодного воздуха в зимнюю антициклональную погоду в понижения рельефа. Разрушение инверсии при адвективных процессах становится практически невозможным. Лесистость территории значительная и представлена зоной черновой тайги, что снижает скорости ветра, но увеличивает осадки на участках их распространения.

Выводы

Самым загрязненным является южный район экологической зоны А, одновременно с этим на этой территории проживает большая часть населения региона. Большим самоочищающим потенциалом атмосферы обладают северные территории в силу их открытости к господствующим ветрам, но основные производственные комплексы расположены в центральной и южной части Кузнецкой котловины, что дополнительно приводит к повышению рисков развития неблагоприятных явлений у населения. Крайне неблагоприятные условия для рассеивания ЗВ, связанные с мезоклиматическими условиями, формируются в межгорных котловинах Кузнецкого Алатау и Горной Шории, что при создании крупных производственных комплексов должно быть принято во внимание.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шкуринский, Б. И. Медико-географическая ситуация в Западно-Казахстанской области. Диссертация канд. геогр. наук. – Пермь, 2014. – 162 с.
2. Винокуров Ю. И. Территориальный анализ связи заболеваемости злокачественными новообразованиями населения Алтайского края с факторами окружающей среды / Ю. И. Винокуров, А. Ф. Лазарев, А. А. Путилова; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т водных и экологических проблем. – Новосибирск: Гео, 2013. – 144 с.
3. Куролап С. А. Медицинская география на современном этапе развития / С. А. Куролап // Вестник ВГУ. Серия: География. Геоэкология. – 2017. - № 1. - С. 13-20.
4. Шартова Н. В. Смертность городского населения в России: современное состояние и региональные различия / Н. В. Шартова, Т. В. Ватлина // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. -2018. -№ 1. - С. 66-76.
5. Исаев А. А. Экологическая климатология / А. А. Исаев. – М.: Науч.мир, 2001. – 458 с.
6. Pope C. A. Epidemiology of fine particulate air pollution and human health: biologic mechanisms and who's at risk? // Environ Health Perspect, 2000; 108 (Suppl 4). pp. 713–723.
7. Kampa, M. Human health effects of air pollution / M. Kampa, E. Castanas // Environmental Pollution. – 2008. - Vol. 151. - Issue 2. - pp. 362-367.
8. Anderson J.O. Clearing the Air: A Review of the Effects of Particulate Matter Air Pollution on Human Health / J. O. Anderson, J. G. Thundiyil, A. Stolbach // Journal of Medical Toxicology. – 2012. - Vol. 8. - Issue 2. - pp. 166–175.
9. Лешуков Т. В. Впервые выявленная заболеваемость онкопатологиями дыхательной системы в Кемеровской области и ее связь с выбросы загрязняющих веществ в атмосферу / Т. В. Лешуков, Ф. Ю. Кайзер // Проблемы региональной экологии. - 2017. - № 3. - С. 77-83.
10. Лесин Ю. В. Экономические затраты на природоохранную деятельность в Кемеровской области / Ю. В. Лесин, Т. В. Лешуков // Вестник Кузбасского государственного технического ун-та. - 2013. - № 4. - С. 73-74.
11. Кемеровская область: коллективная монография / М. М. Адаменко и др.; Отв. ред. В. П. Удодов; ФГБОУ ВПО КузГПА. – Новокузнецк: КузГПА, 2012. - 254 с.
12. Архипова И. В. Медико-географическая оценка климатической комфортности территории Алтайского края / И. В. Архипова, О. В. Ловцкая, И. Н. Ротанова // Вычислительные технологии. – 2005. – № 52. – С. 79-86.
13. Селегей Т. С. Учет метеорологического потенциала самоочищения атмосферы при решении задач промышленного освоения территорий / Т. С. Селегей, Г. С. Зинченко, Н. Н. Безуглова // Ползуновский вестник. – 2005. – № 4. – С. 23.
14. Андреев С. С. Оценка климатической комфортности прибрежной территории на примере города Туапсе / С. С. Андреев, Е. С. Попова // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 7. Геология. География. – 2015. - № 4. – С. 145-150.
15. Тетерин А. Ф. Климатический потенциал рассеивания атмосферы на территории Урала / А. Ф. Тетерин, Ю. И. Маркелов, В. С. Ворожний // Вестник Нижневартковского государственного гуманитарно-го университета. – 2013. – № 3. – С. 43-50.
16. NOAA Earth System Reserch Laboratory [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/reanalysis/reanalysis.html>.
17. Ахметшина А. С. Инверсии температуры воздуха как фактор, влияющий на уровень загрязнения пограничного слоя атмосферы (на примере г. Томска). Диссертация канд. геогр. наук. Томск, 2015. – 210 с.
18. Lesin Yu.V. Air processes resulting in a surface layer pollution in industrial region / Yu.V. Lesin, T.V. Leshukov // IOP Conference Series: Material Science and Engineering 142(2016)012124. DOI: 10.1088/1757-899X/142/1/012124.

REFERENCES

1. Shkurinskij, B. I. Mediko-geograficheskaya situatsiya v Zapadno-Kazakhstanskoj oblasti. Dissertatsiya kand. geogr. nauk. – Perm', 2014. – 162 s. (rus).
2. Vinokurov Yu. I. Territorial'nyj analiz svyazi zaboлеваemosti zlokachestvennyimi novoobrazovaniyami naseleniya Altajskogo kraja s faktorami okruzhayushhej sredy / Yu. I. Vinokurov, A. F. Lazarev, A. A. Putilova; Ros. akad. nauk, Sib. otd-nie, In-t vodnykh i ehkologicheskikh problem. – Novosibirsk: Geo, 2013. – 144 s. (rus).

3. Kurolap S. A. Meditsinskaya geografiya na sovremennom etape razvitiya / S. A. Kurolap // Vestnik VGU. Seriya: Geografiya. Geoekologiya. – 2017. – № 1. – S. 13-20. (rus).
4. Shartova N. V. Smertnost' gorodskogo naseleniya v Rossii: sovremennoe sostoyanie i regional'nye razlichiya / N. V. Shartova, T. V. Vatlina // Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo universiteta. Seriya: Estestvennye nauki. – 2018. – № 1. – S. 66-76. (rus).
5. Isaev A. A. Ekologicheskaya klimatologiya / A. A. Isaev. – M.: Nauch.mir, 2001. – 458 s. (rus).
6. Pope C. A. Epidemiology of fine particulate air pollution and human health: biologic mechanisms and who's at risk? // Environ Health Perspect, 2000; 108 (Suppl 4). pp. 713–723.
7. Kampa, M. Human health effects of air pollution / M. Kampa, E. Castanas // Environmental Pollution. – 2008. – Vol. 151. – Issue 2. – pp. 362-367.
8. Anderson J.O. Clearing the Air: A Review of the Effects of Particulate Matter Air Pollution on Human Health / J. O. Anderson, J. G. Thundiyil, A. Stolbach // Journal of Medical Toxicology. – 2012. – Vol. 8. – Issue 2. – pp. 166–175.
9. Leshukov T. V. Vpervye vyvayennaya zaboлеваemost' onkopatologiyami dykhatel'noj sistemy v Kemerovskoy oblasti i ee svyaz' s vybrosoy zagryaznyayushhikh veshhestv v atmosferu / T. V. Leshukov, F. YU. Kajzer // Problemy regional'noj ehkologii. – 2017. – № 3. – С. 77-83. (rus).
10. Lesin Yu. V. Ekonomicheskie zatraty na prirodookhrannuyu deyatel'nost' v Kemerovskoy oblasti / Yu. V. Lesin, T. V. Leshukov // Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo un-ta. – 2013. – № 4. – S. 73-74. (rus).
11. Kemerovskaya oblast': kollektivnaya monografiya / M. M. Adamenko i dr.; Otv. red. V. P. Udodov; FGBOU VPO KuzGPA. – Novokuznetsk: KuzGPA, 2012. – 254 s. (rus).
12. Arkhipova I. V. Mediko-geograficheskaya otsenka klimaticheskoy komfortnosti territorii Altajskogo kraja / I. V. Arkhipova, O. V. Lovtskaya, I. N. Rotanova // Vychislitel'nye tekhnologii. – 2005. – № 52. – S. 79-86. (rus).
13. Celegej T. S. Uchet meteorologicheskogo potentsiala samoochishheniya atmosfery pri reshenii zadach promyshlennogo osvoeniya territorij / T. S. Selegej, G. S. Zinchenko, N. N. Bezuglova // Polzunovskij vestnik. – 2005. – № 4. – S. 23. (rus).
14. Andreev S. S. Otsenka klimaticheskoy komfortnosti pribrezhnoj territorii na primere goroda Tuapse / C. S. Andreev, E. S. Popova // Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Seriya 7. Geologiya. Geografiya. – 2015. – № 4. – S. 145-150. (rus).
15. Teterin A. F. Klimaticheskij potentsial rasseivaniya atmosfery na territorii Urala / A. F. Teterin, YU. I. Markelov, V. S. Vorozhnin // Vestnik Nizhnevartovskogo gosudarstvennogo gumanitarnogo universiteta. – 2013. – № 3. – S. 43-50. (rus).
16. NOAA Earth System Reserch Laboratory [EHlektronnyj resurs] – Rezhim dostupa: <http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/reanalysis/reanalysis.html>.
17. Akhmetshina A. S. Inversii temperatury vozdukha kak faktor, vliyayushhij na uroven' zagryazneniya pogrannichnogo sloya atmosfery (na primere g. Tomska). Dissertatsiya kand. geogr. nauk. Tomsk, 2015. – 210 s. (rus).
18. Lesin Yu.V. Air processes resulting in a surface layer pollution in industrial region / Yu.V. Lesin, T.V. Leshukov // IOP Conference Series: Material Science and Engineering 142(2016)012124. DOI: 10.1088/1757-899X/142/1/012124.

Поступило в редакцию 18.10.2018
Received 18 October 2018