

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
(НИУ «БелГУ»)

ФАКУЛЬТЕТ ГОРНОГО ДЕЛА И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ
Кафедра географии, геоэкологии и безопасности жизнедеятельности

**ОЦЕНКА СПОСОБНОСТИ АТМОСФЕРЫ К САМООЧИЩЕНИЮ
НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ**

Диссертация
на соискание академической степени магистра
студентки очной формы обучения
направление подготовки 05.04.02 География

2 курса группы 81001012

Сторожилова Екатерина Юрьевна

Научный руководитель:
к.г.н., доцент Крымская О.В.

Рецензент:
к.г.н., начальник отдела
геоинформатики Федерально-
регионального центра
аэрокосмического и наземного
мониторинга объектов и природных
ресурсов, доцент кафедры
природопользования и земельного
кадастра НИУ «БелГУ» Землякова А.В.

БЕЛГОРОД 2016

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
Глава 1. Качество воздуха на территории Белгородской области	7
1.1 Организация системы наблюдения за качеством атмосферного воздуха	7
1.2 Оценка основных загрязнителей воздуха.....	13
1.3 Динамика качества воздуха на территории Белгородской области	16
Глава 2. Метеорологические условия, способствующие рассеиванию примесей.....	22
2.1 Комплексные показатели метеорологических условий загрязнения атмосферного воздуха, применяемые в РФ.....	22
2.2 Метеорологический потенциал атмосферы по методике Т.С.Селегей	35
Глава 3. Межгодовая и сезонная динамика составляющих коэффициента самоочищения на территории Белгородской области.....	40
3.1 Метеорологический потенциал атмосферы на территории Белгородской области.....	40
3.2 Динамика коэффициента самоочищения атмосферы на территории Белгородской области.....	44
Заключение	48
Библиографический список	53

Введение

Актуальность исследования. Качество атмосферного воздуха в промышленных центрах, к которым относится Белгородская область, по-прежнему остается актуальным, что определяется необходимостью обеспечения безопасных условий для населения и сохранения экосистем.

Белгородская область относится к староосвоенным районам с высокой плотностью населения, крупными промышленными объектами (ЛГОК, СГОК и ряд других), а так же высоким уровнем развития сельского хозяйства. В основном уровень загрязнения воздуха в населенных пунктах определяется выбросами от передвижных источников, наибольшая часть загрязняющих веществ поступает от автотранспорта.

Численность населения области по данным Росстата составляет 1 550 137 чел. (2016). Плотность населения — 57,13 чел./км² (2016). Белгородская область — единственный за пределами столичной агломерации регион Центрального Федерального округа, в котором численность населения растёт.

С 2000 г. параллельно с восстановлением экономического роста в стране отмечается ежегодный рост объемов выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников в среднем на 1,5 — 2% в год.

Антропогенное влияние — один из главных, но не единственный фактор, под влиянием которого формируется определенный уровень загрязнения атмосферы. Немаловажное значение при этом имеют природные факторы, главным из которых является способность атмосферы к самоочищению.

Цель работы заключается в оценке способности атмосферы к самоочищению на территории Белгородской области.

В соответствии с поставленной целью предполагается решение ряда следующих **задач**:

1. Изучение и описание основных источников загрязнения воздуха, организации системы наблюдения за качеством атмосферного воздуха в Белгородской области.

2. Исследование методов оценки способности атмосферы к самоочищению, методов расчета коэффициента самоочищения атмосферы и комплексных показателей метеорологических условий загрязнения атмосферного воздуха, применяемые в РФ.

3. Расчет метеорологического потенциала атмосферы и оценка динамики коэффициента самоочищения атмосферы на территории Белгородской области.

Объект изучения – атмосфера.

Предмет – метеорологические характеристики, определяющие способность атмосферы к самоочищению на территории Белгородской области.

Теоретико-методологическая основа. В качестве методологической основы исследования для оценки экологического состояния атмосферы Белгородской области были использованы методики Т.С.Селегей [43,44,45,46], С.С.Андреева [1], Ю.П. Переведенцева [41].

Расчеты коэффициента самоочищения атмосферы на территории Белгородской области, за период 1998 – 2014 гг., проведенные автором в течение 2014 – 2016 гг. использовались в качестве основы для написания магистерской диссертации.

Научная новизна полученных результатов в ходе написания магистерской диссертации, заключается в следующем:

Впервые проведены расчеты коэффициента самоочищения атмосферы с использованием данных Белгородского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды в пунктах Белгород, Богородицкое – Фенино, Новый Оскол, Готня, Валуйки за период 1998 – 2010 гг. Полученные данные в связи с расположением пунктов представляют наиболее полную

картину метеорологического потенциала загрязнения атмосферы на территории Белгородской области.

Предполагается, что способность атмосферы к рассеиванию или накоплению примесей на территории области различается и имеет сезонную динамику, а в условиях наблюдаемых изменений климата, возможно и межгодовую динамику.

Этапы исследования. Первый этап (2014-2015 гг.) включал в себя изучение и анализ способов оценки метеорологического потенциала атмосферы и способов расчета коэффициента самоочищения атмосферы, а так же организации системы наблюдения за качеством атмосферного воздуха на территории РФ и Белгородской области; подбор и изучение литературных и фондовых материалов в архивных отделах Белгородской областной библиотеки и Научной библиотеки НИУ «БелГУ».

На втором этапе (2015-2016 гг.) проведены расчеты метеорологического потенциала и коэффициента самоочищения атмосферы на территории Белгородской области за период 1998 – 2010 гг.

В третий этап (2016 г.) входило: обобщение полученных в результате расчетов данных и завершение написания магистерской диссертации.

Краткое содержание глав. В первой главе рассматривается организация системы наблюдения за качеством атмосферного воздуха, применяемая в РФ и на территории Белгородской области.

Во второй главе описаны комплексные показатели метеорологических условий загрязнения атмосферного воздуха, применяемы в РФ, рассмотрены методы определения загрязнения атмосферы с использованием приземных показателей, описан метод расчета метеорологического потенциала Т.С.Селегей [44].

В третьей главе представлены результаты расчетов метеорологического потенциала атмосферы и коэффициента самоочищения на территории Белгородской области за период 1998 – 2010 гг., описана

динамика коэффициента самоочищения на территории Белгородской области
за период 1998 – 2014 гг.

Глава 1. Качество воздуха на территории Белгородской области

1.1. Организация системы наблюдения за качеством атмосферного воздуха

Наблюдения за загрязнением атмосферы, проводимые как составная часть государственного мониторинга атмосферного воздуха, осуществляются органами Росгидромета, совместно с органами Роспотребнадзора и другими ведомствами, при участии органов федеральной власти и местного самоуправления субъектов Российской Федерации. Уровень загрязнения атмосферы напрямую зависит от объемов выбросов вредных веществ и их химического состава, а так же от климатических и физико-географических условий, которые определяют перенос, рассеивание и превращение выбрасываемых веществ [4,13,14]. Источники загрязнения классифицируются по мощности выброса (мощные, крупные, мелкие), высоте выброса (низкие, средней высоты, и высокие, температуре выходящих газов (нагретые и холодные) [14]. Под низкими источниками понимают такие, в которых выброс происходит на высоте меньше 50 м, под высокими – выше 50 м [40].

Основные условия организации наблюдения за уровнем загрязнения атмосферы в городах и населенных пунктах отображены в ГОСТ 17.2.3.01-86 «Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов» [40]. Контроль за степенью загрязнения атмосферы происходит на постах. Постом наблюдения является точка местности, в котором размещают павильон или автомобиль оснащенные соответствующими приборами [40].

Устанавливают три категории постов наблюдений: стационарные, маршрутные, передвижные (подфакельные). Стационарный пост необходим для постоянного учета содержания загрязняющих веществ или систематического отбора проб воздуха для дальнейшего анализа. Выделяются опорные стационарные посты, предназначенные для

обнаружения долговременных изменений, содержания основных и наиболее распространенных специфических загрязняющих веществ. Они оснащены специальными павильонами, которые устанавливаются на территории, которую выбрали заранее. Маршрутный пост необходим для постоянного отбора проб воздуха, в то время как установка стационарного поста нецелесообразна, или существует необходимость более тщательного изучения состояния загрязнения в отдельных районах. Наблюдения проводятся в передвижной лаборатории, которая располагает необходимым оборудованием и приборами. За один рабочий день машина собирает данные с 4 – 5 точек. Порядок объезда машины должен быть одинаковым, для обеспечения определения концентрация примесей в постоянные сроки. Передвижной (подфакельный) пост предназначен для отбора проб под дымовым (газовым) факелом с целью выявить ареал влияния данного источника промышленных выбросов и представляет собой точки отбора, которые находятся на определенных расстояниях от источника, которые перемещаются в соответствии с направлением факела исследуемого источника выбросов [40].

Для размещения поста необходимо определить какую информацию ожидают получить: уровень загрязнения воздуха, характерный для определенного района, в таком случае пост должен находиться на таком участке, который не подвержен влиянию источников выбросов отдельно стоящих. Благодаря значительному перемешиванию воздуха уровень загрязнения в районе поста будет определяться всеми источниками выбросов в исследуемом районе. Если необходимо измерить концентрацию примесей в конкретной точке, которая находится под влиянием отдельного промышленного предприятия, пост размещается в зоне максимальных концентраций примесей, связанных с выбросами рассматриваемого источника. Как правило, такое место расположено в 0,5 – 2 км от низких источников выбросов и в 2 – 4 км от крупных промышленных предприятий [10].

Независимо от категории пост должен быть расположен на открытой, проветриваемой со всех сторон площадке с непылящим покрытием (асфальт, твердый грунт, газон). Иные условия размещения поста могут привести к занижению реального уровня загрязнения из-за поглощения газов густой зеленью, или завышению из-за застоя воздуха и скопления вредных примесей вблизи строений [10].

Для характеристики распределения концентрации примеси по городу обычно устанавливается несколько постов. В зависимости от численности населения устанавливается: 1 пост – до 50 тыс. жителей; 2 поста – 50 - 100 тыс. жителей; 3 – 5 постов – 200 – 500 тыс. жителей; 10 – 20 постов – более 1 млн. жителей. Количество постов может быть увеличено в условиях сложного рельефа, наличия большого количества крупных промышленных предприятий, а так же наличия на исследуемой территории объектов, для которых чистота воздуха имеет одно из главных значений (ООПТ, природные парки, заповедники и т.д.) [11,40].

Для регулярных наблюдений на стационарных постах существуют 4 программы наблюдений: полная (П), неполная (НП), сокращенная (СС), суточная (С). Полная программа наблюдений включает в себя ежедневную непрерывную регистрацию автоматическими устройствами или дискретно через равные промежутки времени, не менее 4 раз, с обязательными отбором в 1, 7, 13, 19 ч по местному декретному времени [10,40].

Неполная программа проводится с целью получения информации о разовых концентрациях ежедневно в 7, 13, 19 ч. местного декретного времени. По сокращенной программе наблюдения проводятся с целью получения информации о разовых концентрациях ежедневно в 7 и 13 ч. местного декретного времени. Допускается проводить наблюдения по скользящему графику, предназначены такие наблюдения для получения разовых концентраций [10,40].

Постоянные наблюдения за уровнем загрязнения атмосферного воздуха в Белгородской области проводятся ФГБУ «Белгородский областной центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» (Белгородской лабораторией по мониторингу загрязнения атмосферы и Старооскольской комплексной лабораторией по мониторингу окружающей среды) на 9 стационарных постах в городах Белгороде, Старом Осколе, Губкине [31,32].

Основными источниками выбросов загрязняющих веществ на территории Белгородской области являются промышленные предприятия (более 6000 источников). Основные предприятия расположены в центральной и северо-восточной части области. В Белгородской области наблюдения за состоянием загрязнения атмосферы происходит в городах: Белгород, Старый Оскол, Губкин [32].

Белгород является областным центром Белгородской области, это промышленный, административно - территориальный, культурный центр области, расположенный на юге Центрально – Черноземного района, в лесостепной зоне. Население – 386,7 тыс. жителей (2016 г.). Площадь – 153,1 км². На территории города Белгорода основными источниками загрязнения атмосферы являются: ЗАО «Белцемент», ЗАО «Цитробел», АО «Стройматериалы», а так же автомобильный и железнодорожный транспорт [Лебедева, Крымская]. В г. Белгород функционируют четыре стационарных поста наблюдения за качеством атмосферного воздуха: пост № 3 – проспект Богдана Хмельницкого, д. 79; пост № 6 – улица Шершнева (район кинотеатра «Радуга»); пост № 7 – улица Мокроусова, д.6 (территория ОРТПЦ); пост № 8 – улица Макаренко, д. 6 (район ОАО «Белвитамины») [31,32].

Сеть мониторинга загрязнения атмосферного воздуха на территории города Белгорода отображена на рис. 1.1 [31]

Следует подчеркнуть, что стационарный пост № 3 расположен в центральной части г. Белгород, в непосредственной близости к Западному промышленному району и вблизи центральной автомагистрали,

стационарный пост № 8 расположен в Восточном промышленном районе г. Белгорода, стационарные посты № 6 и 7 расположены в глубине жилой застройки г. Белгорода.

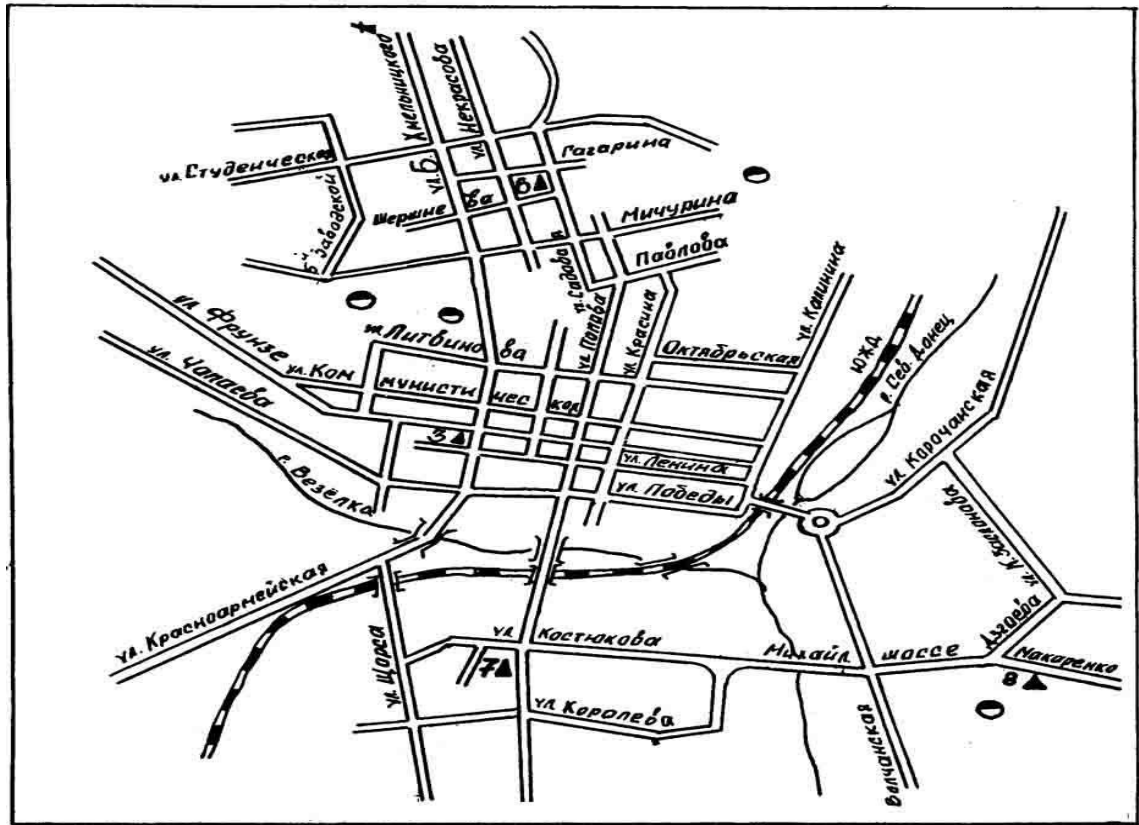


Рис 1.1. Сеть мониторинга загрязнения атмосферного воздуха в г. Белгород [31].

Условные обозначения: ▲ – пункты наблюдения в промышленной зоне и около автомагистралей; Δ – пункты наблюдения в жилых районах.

Контроль над загрязнением атмосферного воздуха в городах Старый Оскол и Губкин осуществляется Старооскольской комплексной лабораторией мониторинга окружающей среды.

Город Губкин является районным центром Белгородской области, с населением – 87,1 тыс. жителей (2016 г), площадью 45 км². Основными источниками загрязнения являются: АО «Лебединский ГОК» – выброс продуктов массовых взрывов, горнодобывающая и перерабатывающая технологии, выбросы обогатительного производства, выбросы при ремонтных и строительных работах; ТЭЦ – выбросы котельных; комбинат

«КМА руда» – выбросы обогатительного производства. Наблюдения проводятся на 2 стационарных постах, которые расположены около предприятий с интенсивным движением автотранспорта. Сеть мониторинга загрязнения атмосферного воздуха в городе Губкин отображена на рисунке 1.2 [31].

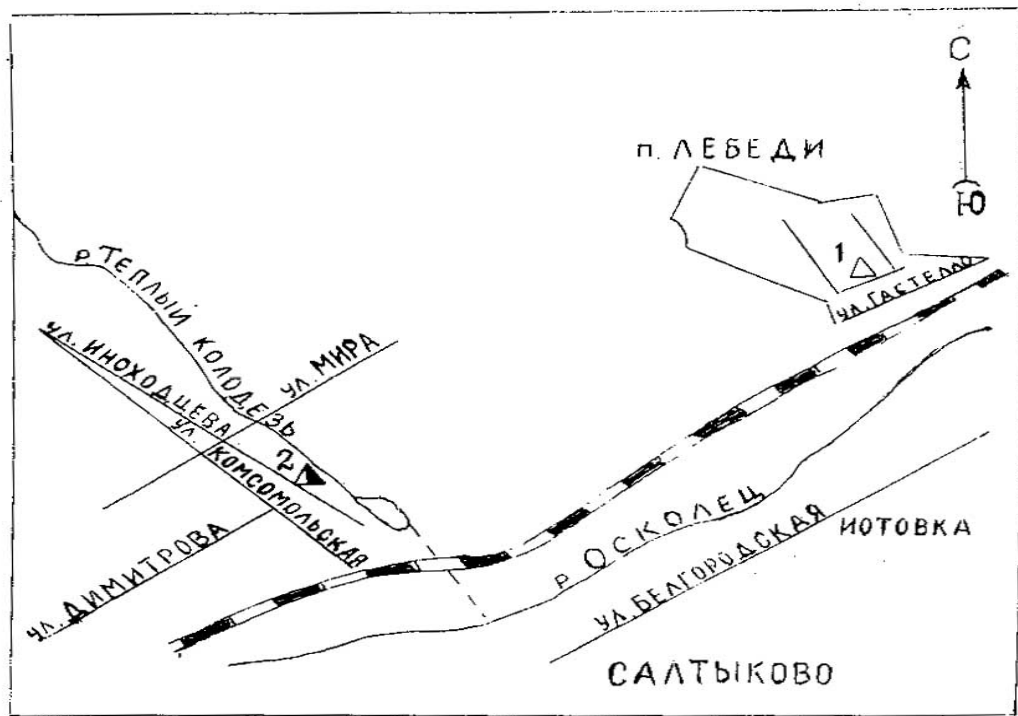


Рис. 1.2. Сеть мониторинга загрязнения атмосферного воздуха в г. Губкин [31].

Условные обозначения те же, что и на рис.1.1.

Мониторинг качества атмосферного воздуха города Губкин проводится на двух стационарных постах: № 1 (ул. Народная, д. 2Б) и № 3 (ул. Советская, д. 25) [31].

Старый Оскол – районный центр Белгородской области, население – 224 тыс. жителей(2016 г.), площадь – 200 км². Основные источники загрязнения – предприятия черной металлургии, тяжелого машиностроения, цементный завод «Минстройюг», преобладают высокие источники выбросов. Сеть мониторинга загрязнения атмосферного воздуха включающая в себя 3 стационарных поста, в городе Старый Оскол отображена на рис.1.2 [32].

Мониторинг качества атмосферного воздуха г. Старый Оскол проводится на трех стационарных постах: № 1 (м-н Лебединец, д.11); № 2 (ул. Октябрьская, д. 5); № 13 (м-н Жукова, д. 28).

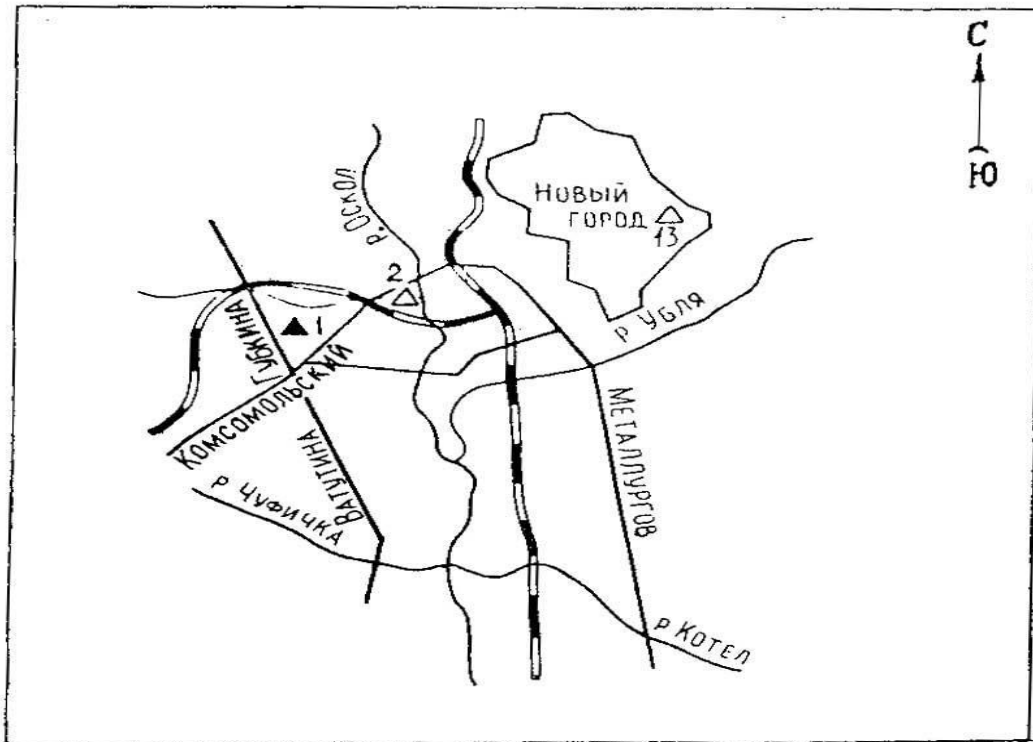


Рис. 1.2. Сеть мониторинга загрязнения атмосферного воздуха в г. Старый Оскол [32]

Условные обозначения те же, что и на рис.1.1.

1.2. Оценка основных загрязнителей воздуха

В атмосферу города поступает множество разных вредных веществ, помимо основных – пыль (взвешенные вещества), диоксид серы, диоксид и оксид азота, оксид углерода, так же поступают различные специфические вещества, которые выбрасывают отдельные предприятия и производства, расположенные на территории городского округа [16].

Оценка состояния загрязнения атмосферного воздуха производится путем сравнения средних и максимальных значений концентрации с гигиеническими нормативами допустимого содержания в атмосфере вредных веществ, которыми являются предельно допустимые концентрации (ПДК).

По определению Г.И. Сидоренко и М.А. Пинигина [50]: «ПДК – это такие концентрации, которые не оказывают на человека и его потомство прямого или косвенного воздействия, не ухудшают их работоспособности, самочувствия, а так же санитарно-бытовых условий жизни людей» [14,16,18,50].

Перечень веществ для измерения количества вредных выбросов в атмосферу города, определяется на основе данных о составе и характере выбросов от источников загрязнения в городе и метеорологических условий рассеивания примесей [17]. Оценивается вероятность превышения ПДК веществами, которые выбрасываются в атмосферу предприятиями города [18,19]. В итоге, составляется список веществ, подлежащих контролю в первую очередь. Определяется будет ли средняя или максимальная концентрация примеси превышать при данных выбросах среднюю суточную норму ПДК, или максимально разовую ПДК. Если параметр потребления воздуха больше реального параметра потребления воздуха, то ожидаемая концентрация примеси в воздухе может быть равна ПДК или превышать её, следовательно примесь должна контролироваться [40,42,50].

Установлено три показателя качества воздуха:

индекс загрязнения атмосферы (ИЗА) — комплексный индекс загрязнения атмосферы, учитывающий несколько примесей. Величина ИЗА рассчитывается по значениям среднегодовых концентраций примесей. Характеризует уровень хронического, длительного загрязнения воздуха;

стандартный индекс (СИ) — стандартный индекс, т.е. наибольшая измеренная разовая концентрация примеси, деленная на ПДК. Он определяется из данных наблюдений на посту за одной примесью, или на всех постах рассматриваемой территории за всеми примесями за месяц или за год. Показатель характеризует степень кратковременного загрязнения;

наибольшая повторяемость превышения ПДК (НП) — наибольшая повторяемость (в процентах) превышения максимально разовой ПДК по

данным наблюдений за одной примесью на всех постах территории за месяц или за год [42].

В соответствии с существующими методами оценки, уровень загрязнения атмосферы считается низким при ИЗА <5, повышенным 5 – 7, высоким 7 – 11, очень высоким при ИЗА > 11 [42].

Перечень загрязняющих веществ, контролируемых в городах Белгородской области представлен в табл.1 [32].

Таблица 1

Перечень веществ, контролируемых в городах Белгородской области

Город	Вещества
Белгород	ВВ,SO ₂ ,CO,NO ₂ ,NO,СР,фенол,NH ₃ ,Ф,НCl, БП
Старый Оскол	ВВ,SO ₂ ,CO,NO ₂ ,NO,СР,Ф,БП,ТМ
Губкин	ВВ,SO ₂ ,CO,NO ₂ ,БП,ТМ

Взвешенные вещества (ВВ) – включают пыль, золу, сажу, цемент, дым, сульфаты, нитраты и другие взвешенные вещества. В составе безобидных взвешенных веществ можно обнаружить оксиды кремния, магний, железо, мышьяк, свинец, ртуть и фтор, которые образуются в результате сгорания всех видов топлива и при производственных процессах [42];

Ф – формальдегид, в промышленности он образуется при неполном сгорании жидкого топлива, при изготовлении искусственных смол, пластических масс, при выделке кож и т.д. В атмосферу формальдегид поступает также в смеси с другими углеводородами от предприятий деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной, химической и нефтехимической промышленности, цветной металлургии и др [42,48].

Бенз(а)пирен (БП) – поступает в атмосферу при сгорании различных видов топлива. Много бенз(а)пирена содержится в выбросах предприятий цветной и черной металлургии, энергетики и строительной промышленности [42].

Основной вклад в загрязнение атмосферного воздуха на территории Белгородской области вносит автомобильный транспорт [17]. С ростом количества автотранспорта объемы выбросов от передвижных источников заметно увеличиваются. Из общего количества загрязняющих веществ на долю автотранспорта города Белгород приходится 43,78 тыс.т (26,1%), Старооскольского района – 25,87 тыс.т (15,4%), Губкинского района – 11,43 тыс.т (6,8%) [19].

1.3. Динамика качества воздуха на территории Белгородской области

Поступление в воздух вредных веществ является одной из основных проблем санитарного состояния окружающей среды. Увеличение количества поступающих в атмосферу потенциально вредных газов и частиц в глобальном масштабе приводит к ущербу для здоровья человека и окружающей среды [14,16,18,23,29].

Наблюдения за динамикой изменения качества воздуха является одним из важных факторов оценки загрязнения атмосферы на территории Белгородской области. В ходе проводимого в 2014 году мониторинга за уровнем загрязнения атмосферного воздуха:

– в г. Белгороде по неполной программе отобрано и исследовано 11622 пробы атмосферного воздуха на содержание взвешенных веществ, диоксида серы, диоксида азота, оксида углерода, аммиака, 8046 проб атмосферного воздуха на содержание фенола и формальдегида, оксида азота, хлористого водорода, серной кислоты. Превышений максимально разовых предельно допустимых концентраций вышеназванных веществ в атмосферном воздухе не зарегистрировано;

– в г. Старый Оскол по неполной программе отобрано и исследовано 2673 пробы атмосферного воздуха на содержание взвешенных веществ, диоксида серы, диоксида азота, 1782 пробы на содержание оксида углерода,

формальдегида, 891 проба на содержание оксида азота. Превышений максимально разовых предельно допустимых концентраций вышеназванных веществ в атмосферном воздухе не зарегистрировано;

– в г. Губкин по неполной программе отобрано и исследовано 1782 пробы на содержание взвешенных веществ, 2079 проб на содержание оксида углерода. Превышений максимально разовых предельно допустимых концентраций вышеназванных веществ в атмосферном воздухе не зарегистрировано [18].

В таблице 1.1. [18] приведены доли проб атмосферного воздуха на содержание загрязняющих веществ на территории Белгородской области в период 2010 – 2014 г.

Таблица 1.1

Доля проб атмосферного воздуха с превышением максимально разовых предельно допустимых концентраций (ПДК_{мр}) содержания загрязняющих веществ за 2010-2014 годы

Наименование загрязняющего вещества	Год		Наименование населенного пункта			
			Белгород	Старый Оскол	Губкин	
Взвешенные вещества	2010	Всего проб	2709	2709	1806	
		Доля проб с превышением ПДК _{мр} ,%	0	0	0	
	2011	Всего проб	2424	2709	1806	
		Доля проб с превышением ПДК _{мр} ,%	0	0	0	
	2012	Всего проб	2541	2709	1806	
		Доля проб с превышением ПДК _{мр} ,%	0	0	0	
	2013	Всего проб	2700	2700	1800	
		Доля проб с превышением ПДК _{мр} ,%	0	0,04	0	
	2014	Всего проб	2682	2673	1782	
		Доля проб с превышением ПДК _{мр} ,%	0	0	0	
	Оксид углерода	2010	Всего проб	2709	1806	903
			Доля проб с превышением ПДК _{мр} ,%	1,3	0,22	0

	2011	Всего проб	2424	1806	903
		Доля проб с превышением ПДК _{МР} ,%	0	0	0
	2012	Всего проб	2541	1806	903
		Доля проб с превышением ПДК _{МР} ,%	0	0	0
	2013	Всего проб	2700	1800	900
		Доля проб с превышением ПДК _{МР} ,%	0	0	0
	2014	Всего проб	2682	1782	2079
		Доля проб с превышением ПДК _{МР} ,%	0	0	0
Диоксид азота	2010	Всего проб	2709	2709	602*
		Доля проб с превышением ПДК _{МР} ,%	0	0	40,7*
	2011	Всего проб	2424	2709	602*
		Доля проб с превышением ПДК _{МР} ,%	0	0	38,5*
	2012	Всего проб	1266	2709	602*
		Доля проб с превышением ПДК _{МР} ,%	0	0	29,4*
	2013	Всего проб	2700	2700	600*
		Доля проб с превышением ПДК _{МР} ,%	0	0	22,7*
2014	Всего проб	2682	2673	2673	
	Доля проб с превышением ПДК _{МР} ,%	0	0	0	
Оксид азота	2010	Всего проб	903	903	-
		Доля проб с превышением ПДК _{МР} ,%	0	0	-
	2011	Всего проб	808	903	-
		Доля проб с превышением ПДК _{МР} ,%	0	0	-
	2012	Всего проб	422	903	-
		Доля проб с превышением ПДК _{МР} ,%	0	0	-
Оксид азота	2013	Всего проб	900	900	-
		Доля проб с превышением ПДК _{МР} ,%	0	0	-
	2014	Всего проб	894	891	-
		Доля проб с превышением ПДК _{МР} ,%	0	0	-
Диоксид серы	2010	Всего проб	2709	2709	602*
		Доля проб с превышением ПДК _{МР} ,%	0	0	0*
	2011	Всего проб	2424	2709	602*
		Доля проб с превышением ПДК _{МР} ,%	0	0	0*
	2012	Всего проб	1266	2709	602*
		Доля проб с превышением ПДК _{МР} ,%	0	0	0*

		ПДК _{МР} ,%				
		Всего проб	2700	2700	602*	
	2013	Доля проб с превышением ПДК _{МР} ,%	0	0	0*	
		Всего проб	2682	2673	2376	
	2014	Доля проб с превышением ПДК _{МР} ,%	0	0	0	
Формальдегид		Всего проб	1806	1806	-	
	2010	Доля проб с превышением ПДК _{МР} ,%	0	0	-	
		Всего проб	1616	1806	-	
	2011	Доля проб с превышением ПДК _{МР} ,%	0	0	-	
		Всего проб	844	1806	-	
	2012	Доля проб с превышением ПДК _{МР} ,%	0	0	-	
		Всего проб	1800	1800	-	
	2013	Доля проб с превышением ПДК _{МР} ,%	0	0	-	
		Всего проб	1788	1782	-	
	2014	Доля проб с превышением ПДК _{МР} ,%	0	0	-	
	Фенол		Всего проб	1806	-	-
		2010	Доля проб с превышением ПДК _{МР} ,%	0	-	-
		Всего проб	1616	-	-	
2011		Доля проб с превышением ПДК _{МР} ,%	0	-	-	
		Всего проб	844	-	-	
2012		Доля проб с превышением ПДК _{МР} ,%	0	-	-	
		Всего проб	1800	-	-	
2013		Доля проб с превышением ПДК _{МР} ,%	0	-	-	
		Всего проб	1788	-	-	
2014		Доля проб с превышением ПДК _{МР} ,%	0	-	-	
Аммиак			Всего проб	2709	-	-
		2010	Доля проб с превышением ПДК _{МР} ,%	0	-	-
		Всего проб	2424	-	-	
	2011	Доля проб с превышением ПДК _{МР} ,%	0	-	-	
		Всего проб	1266	-	-	
	2012	Доля проб с превышением ПДК _{МР} ,%	0	-	-	
		Всего проб	2700	-	-	
	2013	Доля проб с превышением ПДК _{МР} ,%	0	-	-	
		Всего проб	2682	-	-	
	2014	Доля проб с превышением ПДК _{МР} ,%	0	-	-	

		Доля проб с превышением ПДК _{МР} ,%	0	-	-
--	--	---	---	---	---

* - отбор проб атмосферного воздуха проводился по полной программе, доля превышений предельно допустимой концентрации указана по среднесуточным нормативам [18].

На основании данного доклада можно сделать заключение о том, что в г. Белгород загрязнение атмосферы носит преимущественно локальный характер, наибольшая степень загрязнения у территорий вблизи автомагистралей, изменение средних концентраций загрязняющих веществ имеет незначительную тенденцию к понижению и является разнонаправленным.

В г. Старый Оскол наибольшее загрязнение происходит диоксидом азота. За последние пять лет уровень загрязнения увеличился по пыли, оксиду углерода; понизился по оксиду азота, диоксиду серы и формальдегиду; остался на прежнем уровне по диоксиду азота.

В г. Губкин на протяжении года увеличение средних концентраций по диоксиду азота наблюдалось в феврале-апреле и августе-сентябре, по остальным ингредиентам – равномерное в течение года.

В таблице 1.2 [18] представлены показатели выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников на территории области в 2014 году.

Таблица 1.2.

Показатели выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников на территории области в 2014 году

Загрязняющие вещества	Ед.изм.	Выброшено за отчетный год	Уловлено и обезврежено, %	Выброшено в атмосферу веществ в % к предыдущему году
Всего	тыс.тонн	127,4	84,6	108,2
в том числе:				
твердых веществ	тыс.тонн	22,9	96,8	97,9
жидких и газообразных веществ	тыс.тонн	104,5	0,1	110,8
из них:				
диоксид серы	тыс.тонн	16,9	0,00	96,9
оксид углерода	тыс.тонн	30,9	0,00	102,3

оксиды азота	тыс.тонн	13,3	0,00	96,3
углеводороды (без ЛОС)	тыс.тонн	32,2	0,00	145,7
летучие органические соединения	тыс.тонн	2,4	0,7	110,3
прочие газообразные и жидкие	тыс.тонн	8,9	0,7	102,3

Основными стационарными источниками загрязнения атмосферы на территории области являются предприятия железорудной и металлургической промышленности, промышленности строительных материалов. Так же в последние годы в формировании качества воздушной среды возрастает роль автомобильного транспорта. В настоящее время выбросы автотранспорта являются приоритетным источником загрязнения атмосферы [18,31,32].

2. Метеорологические условия, способствующие рассеиванию примесей

2.1. Комплексные показатели метеорологических условий загрязнения атмосферного воздуха, применяемые в РФ

Устранение загрязнения воздуха достигается в основном путем усовершенствования технологии производства, метеорология может лишь в малой степени этому способствовать. Основными мероприятиями по контролю над загрязнением воздуха являются исследования, создание специальных служб и разработка оперативных программ. Данные мероприятия можно разбить на несколько взаимосвязанных друг с другом сфер действия [5,22,24].

1. Оценка эффективности отдельных способов контроля или средств, для снижения загрязнения от одного или нескольких источников. Такой принцип сводится к анализу состава воздуха, который проводится в определенном районе, на протяжении определенного отрезка времени в определенный сезон [24,38].

2. Использование основных аналитических методов для разработки схем контроля и достижения оптимального соотношения между эффективностью и стоимостью, в тех случаях, когда дело зависит от атмосферных процессов. Для достижения результата в борьбе с загрязнением необходимо, чтобы схемы контроля предусматривали, возможно, меньшие потери или ущерб. Долговечные схемы контроля не могут быть разработаны без учета переноса в атмосфере, процессов диффузии и их разновидностей [5,16].

3. Предсказание распространения скопления примесей с большой заблаговременностью и для большого района при нормальных условиях выброса примесей и при условии применения надлежащей схемы контроля. Основой любой эффективной схемы предупреждения о загрязнении воздуха должен быть метеорологический прогноз, на основании которого стратегия

борьбы с загрязнениями может быть активизирована или ослаблена. Схема, которая основана только на анализе качества воздуха, в конечном итоге не может быть действенной, так как не учитываются различные атмосферные явления, приводящие к рассеиванию примесей. Схема контроля может быть приведена в действие только после тщательного рассмотрения всех факторов, иначе это может привести к большому нарушению жизни города. При любой ситуации необходимо выбрать способ, который соответствует метеорологическим условиям, учитывать направление ветра, для достижения оптимального отношения стоимость/эффективность, следует предсказать величественное воздействие рекомендуемых мероприятий на состояние окружающего воздуха [6,12].

4. Интерпретация соотношения между предполагаемыми или существующими выбросами от источников и стандартами качества окружающего воздуха. Снижение количества выбросов в воздух может быть достигнуто уменьшением или исключением выбросов загрязнений – от источника к источнику. Сами по себе стандарты выбросов не играют большой роли, пока не определено соответствие суммарного эффекта от множества источников однородных по составу примесей требованиями, которые предъявлены к стандартам качества окружающей среды. Все подобные проекты должны брать в расчет количественный эффект метеорологических процессов, приводящих к большему или меньшему рассеиванию примесей на пути от их источников к объектам, на которые они воздействуют [7,21].

5. Включение климатологических аспектов загрязнения воздуха в долгосрочные программы контроля воздушного бассейна. Подобная практика используется при проектировании промышленного развития и мер по благоустройству городов [9,22].

На перенос и рассеивание вредных примесей, поступающих в атмосферу, существенное влияние оказывают метеорологические условия

(наличие осадков, туманов и задерживающих слоев в нижнем слое атмосферы, сила ветра и его направление и т.д.) и синоптическая обстановка. В отдельные периоды, когда эти условия способствуют накоплению вредных веществ в нижнем слое атмосферы, концентрации примесей в воздухе могут резко возрасти. Однако, связь загрязнения с каждым из них в отдельности оценить количественно очень сложно, поэтому целесообразнее при оценке состояния атмосферного воздуха пользоваться комплексными показателями [4,6,13,14].

Осуществление мероприятий, направленных на снижение уровня загрязнения воздуха в городах до нормальных показателей, нередко требует длительного времени. Практически единственным путем улучшения состояния воздушного бассейна в городах без значительных материальных затрат является прогноз наступления таких неблагоприятных условий и заблаговременное предотвращение высоких уровней загрязнения воздуха путем сокращения выбросов. Для того чтобы сделать выводы о возможности наступления неблагоприятных метеоусловий и о возможном росте уровня загрязнения, необходимо спрогнозировать все эти условия. Высокие показатели уровня загрязнения, отмеченные наблюдениями за фактическим уровнем загрязнения воздуха, также является основанием для принятия мер [13,23].

Образование фотохимических примесей в городском воздухе определяется не только интенсивностью поступления в воздух реагентов, преимущественно от автомобилей, но также со скоростью ветра, высотой турбулентного слоя, температурой воздуха и солнечной радиацией. Другие реакции, которые происходят в атмосфере, могут зависеть и от влажности окружающего воздуха. Очищение атмосферного воздуха в результате естественного воздействия осадков представляет собой эффективный очистительный процесс, но осадки могут вызвать оседание примесей на земной поверхности и ее загрязнение [10,23,37].

Основными причинами изменчивости загрязнения воздуха в городе являются колебания количества выбросов и метеорологические условия. При одних и тех же параметрах выбросов загрязненность воздуха сильно колеблется в зависимости от метеорологических факторов [53].

Состояние атмосферы претерпевает как внутри, так и межгодовые изменения, различают климатический и метеорологический потенциал загрязнения атмосферы [46,51,54].

Многие авторы делают вывод о целесообразности использования не отдельных метеорологических элементов, а комплекса характеристик, соответствующих определенной метеорологической ситуации.

Из первых работ по оценке влияния климатических условий на загрязнение атмосферного воздуха необходимо отметить разработки В.В. Крючкова [27], который предлагал оценивать способность территорий к самоочищению по средней за год скорости ветра, повторяемости штилей и годовому количеству выпадающих осадков. Предполагалось, что при среднегодовой скорости ветра менее 3 м/с, повторяемости штилей 75-50% и сумме осадков менее 300 мм самоочищения атмосферы практически не происходит. Средняя способность к самоочищению проявляется при скорости ветра 5-3 м/с, повторяемости штилей 50-30% и количестве выпавших осадков 450-300 мм в год; хорошая способность – при среднегодовой скорости ветра более 5 м/с, повторяемости штилей 0-30% и годовой сумме осадков свыше 450 мм. Предложенная В.В. Крючковым оценка отличается простотой и в первом приближении может применяться для оценки метеорологического потенциала атмосферы на качественном уровне. Однако недостатком данной методики является произвольность выбранных граничных условий, а также неполнота учета метеорологических факторов, влияющих на процессы рассеивания и накопления примесей в атмосфере [27].

Кроме того, возникает неясность, как оценивать способность атмосферы к самоочищению, если по отдельным метеопараметрам она попадает в различные классы самоочищения [27].

Наибольшее применение при анализе влияния метеорологических условий на уровень загрязнения атмосферы, получил потенциал загрязнения атмосферы (ПЗА), разработанный в Главной геофизической обсерватории им А.И. Воейкова [25].

Потенциал самоочищения – способность трансформировать привнесенные инородные вещества различного происхождения без нежелательных последствий для здоровья. Самоочищение зависит от хода естественных процессов – скорости и характера химического и биохимического превращения веществ, их выноса или рассеивания и др. С падением интенсивности круговорота веществ и преобладанием процессов их накопления самоочищение ослабевает и может практически отсутствовать [46].

Потенциал загрязнения атмосферы (ПЗА), предложенный Э.Ю.Безуглой [9,11], основан на использовании климатической информации. Он показывает, во сколько раз средний уровень загрязнения воздуха в конкретном районе, обусловленный реальной повторяемостью метеорологических условий, будет выше, чем в условном при заданных выбросах [9].

Климатический ПЗА отражает среднюю за многолетний период повторяемость метеорологических характеристик и является стабильной величиной. Метеорологический потенциал загрязнения (МПА) определяется конкретными метеоусловиями и постоянно изменяется [46].

Потенциал загрязнения атмосферы включает в себя повторяемость приземных инверсий температуры, скорости ветра 0 – 1 м/с, застоев воздуха, туманов, т.е. практически все факторы способствующие накоплению вредных примесей в атмосфере [44,46].

Различают низкий, умеренный, повышенный, высокий и очень высокий ПЗА [43,46]. Средние годовые значения климатических параметров, определяющих ПЗА по зонам, представлены в табл. 2.1 [4].

Таблица 2.1

Средние годовые значения климатических параметров, определяющих ПЗА по зонам

ПЗА	Значения ПЗА	Приземные инверсии			Повторяемость %		Высота слоя перемешивания, км	Продолжительность туманов, ч
		Повторяемость %	Мощность %	Интенсивность	Скорость ветра 0-1 м/с	Застоев воздуха		
Низкий	<2,4	20-30	0,3-0,4	2-3	10-20	5-10	0,7-0,8	80-350
Умеренный	2,4-2,7	30-40	0,4-0,5	3-5	20-30	7-12	0,8-1,0	100-550
Повышенный: Континентальные районы Приморские районы	2,7–3,0	30-45	0,3-0,6	2-6	20-40	8-18	0,7-1,0	100-600
		30-45	0,3-0,7	2-6	10-30	10-25	0,4-1,1	100-800
Высокий	3,0	40-50	0,3-0,7	3-6	30-60	10-30	0,7-1,6	50-200
Очень высокий	3,3	40-60	0,3-0,9	3-10	50-70	20-45	0,8-1,6	10-600

Расчет ПЗА был выполнен по данным 198 метеорологических станций бывшего СССР. На рис. 2.1 [4],отображена карта распределения ПЗА по территории СССР, которая была создана по произведенным расчетам и произведено районирование с выделением пяти зон по степени предрасположенности атмосферы к загрязнению.

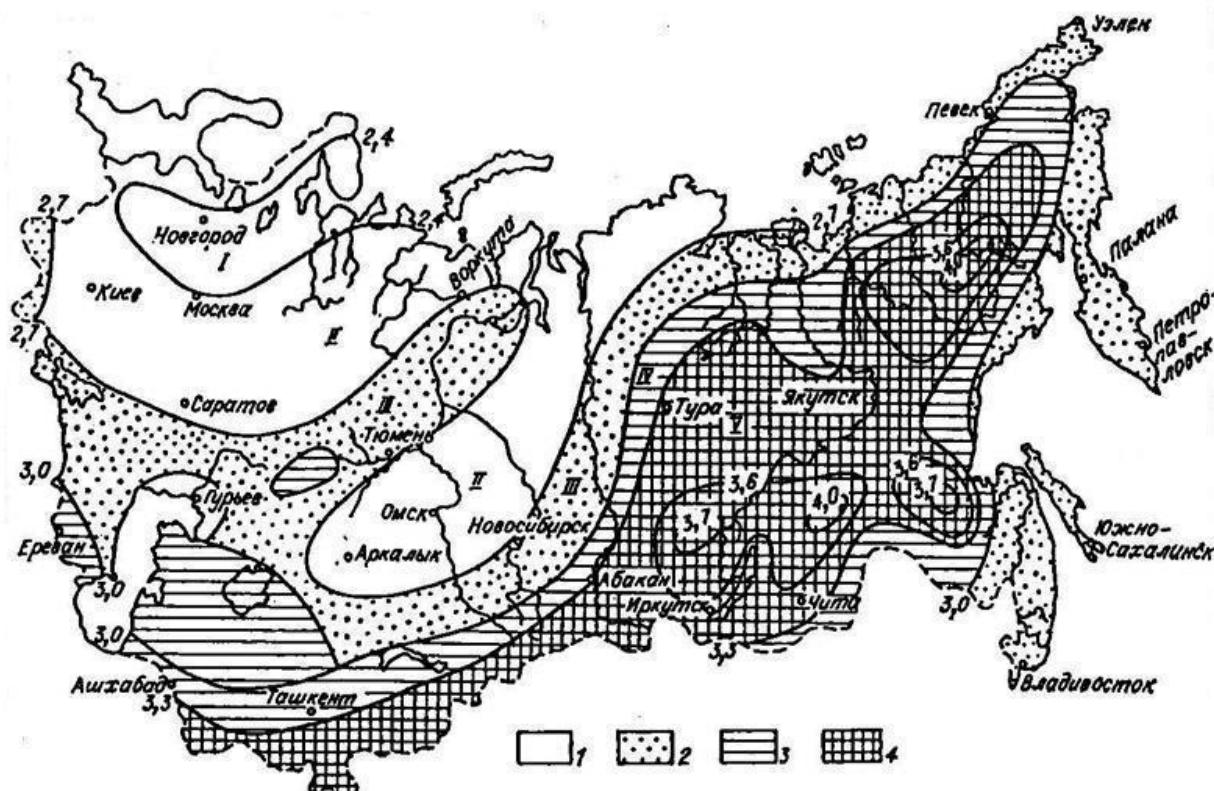


Рис.2.1. Районирование территории СССР по потенциалу загрязнения атмосферы (ПЗА) [4]

Условия для рассеивания примесей: 1 – низкий и умеренный; 2 – повышенный; 3 – высокий; 4 – очень высокий [4].

Значения ПЗА используются во всех нормативных документах для учета климатических факторов при строительстве промышленных объектов, разработке территориальных комплексных схем охраны окружающей среды и решении других атмосфероохранных задач [37,39,40].

К недостаткам ПЗА следует отнести его низкую разрешающую способность по территории. Показатель требует данных аэрологического зондирования, которых в стране мало. Поэтому проведенное районирование следует рассматривать как общий фон климатической обстановки страны без ее детализации для конкретной местности и без учета межгодовой изменчивости метеорологических параметров. При размещении же промышленных предприятий на вновь осваиваемых территориях требуется подробная картина именно местных климатических условий. К недостаткам

ПЗА следует отнести и тот факт, что он учитывает лишь условия, способствующие накоплению вредных примесей в атмосфере и не рассматривает условия, способствующие их рассеивания. В оперативной работе его использование затруднено из-за сложности расчета.

Так же был предложен еще один вариант расчета ПЗА для районов со сложной орографией местности, основанный на данных радиационного баланса или градиентных температурных измерений и скорости ветра, но метод не получил широкого признания, т к непригоден для использования в оперативной работе из - за сложности расчетов входящих в него параметров и отсутствия необходимых данных [41].

В работах Т.С. Селегей [45] был предложен достаточно простой способ расчета метеорологического потенциала атмосферы, учитывающий факторы, способствующие как загрязнению, так и рассеиванию примесей в атмосфере. Метод разрабатывался в середине 80-х годов, когда происходило бурное освоение Сибири путем создания территориально-производственных комплексов (ТПК) таких, как Иркутско – Черемховский, Братско – Усть-Илимский, КАТЭК, Западно – Сибирский нефтегазовый и др. Оптимальное распределение техногенных нагрузок на окружающую среду было необходимым условием при реализации этих планов [46]. Суть метода заключается в следующем. Известно, что одним из основных метеорологических параметров, способствующих накоплению вредных примесей в приземном слое воздуха, является повторяемость малых скоростей ветра 0 – 1 м/с. Эффект накопления загрязняющих примесей в атмосфере усиливают туманы, в некоторых случаях при этом увеличивается и токсичность примесей [45,46,48]. Именно эти параметры были взяты как факторы, способствующие загрязнению атмосферы. В качестве факторов, способствующих очищению атмосферного воздуха, предлагалось считать повторяемость дней с сильным ветром, способным вынести вредные примеси из очага загрязнения, а также повторяемость дней с осадками, которые путем

вымывания очищают атмосферный воздух [44]. Установлено, что скорость ветра, способная вынести вредные вещества из города, должна быть не менее 6 м/с. Это обусловлено тем, что в промышленном городе обычно существует два максимума роста концентраций загрязняющих веществ: один при ветрах 0 – 1 м/с за счет выбросов многочисленных низких источников, другой при ветрах 4 – 6 м/с за счет выбросов высоких источников. Для осадков, способных очистить атмосферу от загрязнения, предлагалась величина 0,5 мм в сутки. Предполагалось, что такое количество осадков уже способно осадить придорожную пыль и другие аэрозоли. Метеорологический потенциал атмосферы рассчитывался по формуле:

$$\text{МПА} = (P_{\text{сл}} + P_{\text{т}}) / (P_{\text{о}} + P_{\text{в}}), \quad (1)$$

где $P_{\text{сл}}$ – скоростей ветра 0 – 1 м/с, $P_{\text{т}}$ – дней с туманом, $P_{\text{о}}$ – дней с осадками более 0,5 мм, $P_{\text{в}}$ – скоростей ветра ≥ 6 м/с [44].

Чем больше по абсолютной величине МПА, тем хуже условия для рассеивания примесей в атмосфере. Если МПА меньше 1, то в рассматриваемый период времени повторяемость процессов, способствующих очищению атмосферы, преобладает над повторяемостью процессов, способствующих накоплению в ней вредных примесей. В этом случае создаются хорошие условия для рассеивания примесей в атмосфере. Если МПА больше 1 – наоборот, преобладает повторяемость процессов, способствующих накоплению вредных примесей [44].

По средним за многолетний период значениям метеорологических элементов был рассчитан метеорологический потенциал загрязнения атмосферы для 807 станций бывшего СССР [4,19]. Как выяснилось, диапазон колебаний многолетних среднегодовых значений МПА оказался в пределах 0,1 – 5,0. Минимальное значение МПА было отмечено на леднике Федченко (0,1), максимальное в Фергане (5,0). По значениям МПА было проведено районирование территории СССР и выделено три зоны по способности к самоочищению, которые представлены на рисунке 2.2 [2].

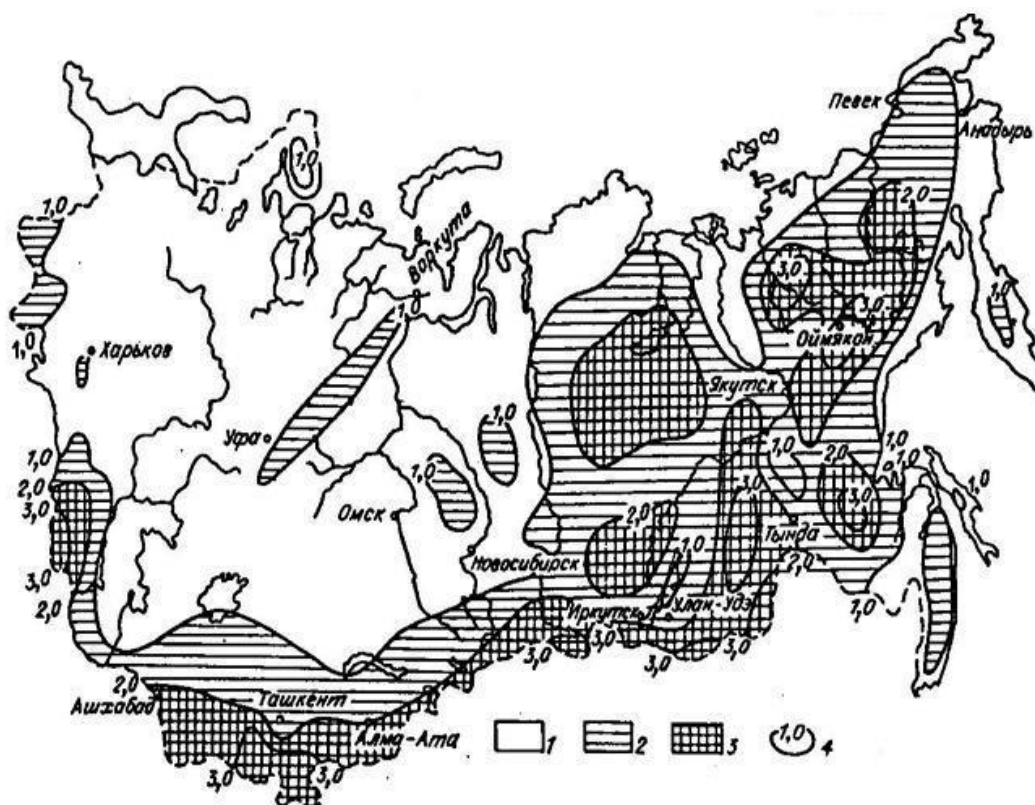


Рис 2.2. Районирование территории СССР по метеорологическому потенциалу рассеивающей способности атмосферы (МПА) [2]

Условия для рассеивания примесей: 1 – хорошие; 2 – способствующие накоплению вредных примесей; 3 – крайне неблагоприятные; 4 – показатель МПА [2].

Хорошими условиями для рассеивания примесей в атмосфере считались такие, при которых значения МПА были менее 1; условия, при которых МПА больше 1, принимались как неблагоприятные для рассеивания примесей, а при МПА больше 3 – как крайне неблагоприятные [45].

Предложенное районирование по МПА по сравнению с районированием по ПЗА лишь в отдельных деталях отличались друг от друга. Граница, отделяющая МПА > 1 (плохие условия для рассеивания примесей) в основном совпадала с внешней границей IV зоны районирования по ПЗА, которая отделяла высокий потенциал загрязнения атмосферы от

повышенного. Значения МПА > 2 соответствовали очень высокому ПЗА. Значения МПА < 1 (хорошие условия для рассеивания примесей) соответствовали низкому, умеренному и повышенному ПЗА (I, II, III зоны) [55].

Таким образом, формула (1) позволила на основе простой метеорологической информации рассчитывать метеорологический потенциал атмосферы с учетом факторов, способствующих как накапливанию вредных примесей в атмосфере, так и ее самоочищению. Предлагаемый метод определения метеорологического потенциала атмосферы, кроме применения в планировании и экспертизе природоохранных мероприятий, мог использоваться для оценки влияния метеорологических факторов на формирование уровня загрязнения атмосферы в любой временной ретроспективе.

В 1994 г была опубликована статья Л.П. Сорокиной [50], где предлагалась методика региональной оценки условий формирования качества атмосферного воздуха, которая использовала подходы, аналогичные МПА, но с другими граничными условиями и набором метеорологических элементов. В качестве факторов, способствующих накапливанию примесей в атмосфере, принимались средние многолетние значения числа дней с туманами, относительной влажностью более 80% и штилем. Самоочищение атмосферы рассчитывалось по числу дней с сильным ветром (более 15 м/с) и осадками более 5 мм. Значения факторов нормировались на амплитуду относительно всего ряда наблюдений их значений в регионе. Отношение сумм нормировочных значений являлось величиной климатического потенциала самоочищения атмосферы (КПСА). КПСА зависел от определенного соотношения климатических параметров, так или иначе влияющих на загрязнение атмосферного воздуха. Значения менее 0,1 отражали минимальные возможности климата для самоочищения атмосферы. Далее шкала была разделена через 0,5 единиц на градации, которые имели

следующие характеристики: незначительный, слабый, умеренный, значительный КПСА [50].

Преимущества этого метода по отношению к МПА, состоит в нормировании, которое позволяет выявить и оценить роль каждого из факторов в их общем влиянии на загрязнение атмосферы. Недостатком метода можно считать техническую трудоемкость расчетов, которая, однако, окупается конкретностью и сравнимостью результатов [25,53].

Была осуществлена попытка количественно оценить влияние орографии местности на формирование качества атмосферного воздуха в приземном слое Иркутско – Черемховской долины. Характеристики рельефа при этом оценивались через: абсолютную высоту над уровнем моря рассматриваемой территории и ориентацию форм рельефа по отношению к преобладающему переносу воздушных масс. В таблице 2.1 [59] отображена шкала оценочных баллов, которая была разработана в зависимости от метеорологических условий местности [53].

Таблица 2.1.

Шкала оценочных баллов для определения потенциала атмосферы территорий со сложной орографией местности

Балл	T°, C	$U, м/с$	$\Pi, \%$	$O, мм$	$F > 80\%$	Условия образования инверсий
1	<33,0	>3,0	1-14	>650	>40	Крайне неблагоприятные
2	34,0-36,9	2,5-2,9	15-24	550-649	40-49	Неблагоприятные
3	37,0-39,9	2,0-2,4	25-39	450-549	50-59	Хорошие
4	40,0-41,9	1,5-1,9	40-49	350-449	60-69	Благоприятные
5	>42,0	<1,5	>50	<350	>70	Весьма благоприятные

Имеющаяся метеорологическая информация была представлена годовой амплитудой температуры воздуха (T), средней скоростью ветра (U),

повторяемостью штилей (*Ш*), годовой суммой атмосферных осадков (*О*), числом дней с относительной влажностью более 80% (*F*) и качественной характеристикой условий образования приземных инверсий температуры. Соотношение всех этих параметров составлял мезоклиматический потенциал (МП) формирования качества атмосферного воздуха [51,59].

В работе И. Н. Кузнецовой [25,59] предложен метеорологический параметр загрязнения (МПЗ), основанный на учете метеопараметров в атмосферном пограничном слое в сочетании с наблюдающейся синоптической ситуацией для прогноза уровня загрязнения атмосферного воздуха Москвы. Количественные характеристики и синоптическое описание метеорологического параметра загрязнения (МПЗ) подразделены на несколько типов. Первый тип МПЗ (слабое рассеивание) с баллом 0,5 отражает худшие условия для очищения атмосферного воздуха, определяемые неблагоприятными метеорологическими условиями (НМУ). МПЗ II типа (умеренное рассеивание) с баллами 1 и 2 – это условия, способствующие повышению уровня загрязнения до опасного за счет воздействия городских выбросов, а МПЗ с баллами 3 – 7 описывает атмосферные условия между слабым и интенсивным рассеиванием примесей, при которых на большей части города содержание примесей в приземном слое повышается относительно фона, но не достигает критических уровней. МПЗ III типа (интенсивное рассеивание) с баллами 8 – 11 описывает условия очищения воздуха за счет интенсивного вертикального и горизонтального обмена, смены воздушных масс и вымывания примесей осадками. Разработанная типизация МПЗ является основой для прогнозирования загрязнения воздуха в Москве и Московском регионе, т.е. имеет сугубо локальное применение [25,26].

Подводя итог всему вышесказанному, можно сделать вывод, что в исследованиях по количественному выражению загрязнения атмосферного

воздуха в зависимости от метеорологических факторов на современном этапе исследований, можно выделить три направления:

– исследования Э.Ю. Безуглой и предложенный ею потенциал загрязнения атмосферы (ПЗА), расчет которого основан на физико-статистическом методе оценки влияния климатических условий на содержание примесей в атмосфере;

– исследования Т.С. Селегей, Л. П. Сорокиной и др. (МПА, КПСА), основанные на применении простой метеорологической (климатической) информации, имеющейся на всей сети метеорологических наблюдений Гидрометслужбы;

– исследования И.Н. Кузнецовой, основанные на использовании синоптической ситуации для определенного региона;

– многочисленные исследования по определению потенциала загрязнения с помощью математических моделей [25,26,51,53,59].

Наибольший интерес представляют методики Т.С. Селегей [43], Л.П. Сорокиной [53], так как они используют простую и доступную информацию и показывают неплохие корреляционные связи с отдельными загрязняющими веществами, а также могут быть адаптированы для любого региона.

2.2. Метеорологический потенциал атмосферы по методике Т.С. Селегей

Условиями, при которых происходит самоочищение атмосферного воздуха, предлагается считать повторяемость дней с сильным ветром и осадками [41].

Установлено, что скорость ветра, при которой вредные вещества выносятся из города, должна быть не менее 6 м/с. Количество выпавших осадков, способное очистить атмосферу от загрязнения, должно составлять $\geq 0,5$ мм в сутки [44].

На основании анализа указанных факторов Т.С. Селегей предлагает расчет коэффициента самоочищения атмосферы (КСА), определяемого по формуле:

$$КСА = (P_{ш} + P_{т}) / (P_{о} + P_{в}), \quad (2)$$

где $P_{ш}$, $P_{т}$, $P_{о}$, $P_{в}$ – повторяемость скоростей ветра 0 – 1 м/с, дней с туманом, дней с осадками, повторяемость дней со скоростью ветра ≥ 6 м/с соответственно [44].

Соотношение (2) позволяет рассчитать потенциал самоочищения атмосферы на основе стандартных метеорологических наблюдений.

В 1990 г. Т.С.Селегей был предложен аналогичный комплексный показатель влияния метеоусловий на самоочищение атмосферы – метеорологический потенциал рассеивания атмосферы (МПА):

$$МПА = (P_{ш} + P_{т}) / (P_{о} + P_{в}), \quad (3)$$

где $P_{ш}$, $P_{т}$, $P_{о}$, $P_{в}$ – повторяемости дней со штилями, туманами, осадками не менее 0,5 мм и скоростью ветра не менее 6 м/с [45].

В формуле (2) правая часть осталась идентичной формуле (3), но для расчетов используется иная градация осадков – значение суточного количества осадков, способствующих очищению атмосферы с 1 мм снижено до 0,5 мм.

Следует отметить, что рассчитанные по формулам (2) и (3) значения КСА и МПА более 1,0 характеризуют метеорологические условия, способствующие накоплению примесей в атмосфере, а менее 1,0 – условия, благоприятные для самоочищения атмосферы.

В публикации Т.С.Селегей и соавторов [46] формула (3) расчета потенциала рассеивания атмосферы была сохранена, но было указано, что надлежит различать климатический потенциал самоочищения атмосферы (КСА) и метеорологический потенциал рассеивания атмосферы (МПА). Климатический потенциал самоочищения атмосферы характеризует многолетние средние условия самоочищения атмосферы, а

метеорологический потенциал – условия самоочищения атмосферы за конкретный временной интервал (месяц, сезон, год) [46].

По значениям потенциала рассеивания атмосферы Т.С.Селегей и соавторы классифицируют метеорологические условия самоочищения атмосферы следующим образом:

- при $ПА > 2$ – крайне неблагоприятные условия (КНУ);
- при $ПА > 1$ – неблагоприятные условия (НУ);
- при $ПА \leq 1$ – благоприятные условия (БУ).

Далее, следуя логике авторов, можно предложить еще одну градацию для условий самоочищения атмосферы:

- при $ПА \leq 0,5$ – крайне благоприятные условия для рассеивания примесей в приземной атмосфере (КБУ) [46].

Таким образом, коэффициент самоочищения атмосферы определяется как отношение повторяемости условий, благоприятствующих удалению примесей из атмосферы, к повторяемости условий, способствующих накоплению загрязнителей.

Для тех районов, в которых число дней с туманами невелико, но значительна повторяемость приземных задерживающих слоев, при расчете K авторы [39,46] предлагают учитывать вместо повторяемости туманов P_t , повторяемость инверсий $P_{ин}$. Тогда формула для расчета K принимает вид:

$$K = (P_v + P_o) / (P_{ш} + P_{ин}), \quad (4)$$

При этом авторы выделяют пять групп K :

при $K > 1,25$ создаются благоприятные условия для рассеивания атмосферы;

при $1,25 \geq K > 0,8$ – относительно благоприятные;

при $0,8 \geq K > 0,4$ – относительно неблагоприятные;

при $0,4 \geq K \geq 0,25$ неблагоприятные;

при $K \leq 0,25$ – крайне неблагоприятные [38,44].

Замена МПА показателем K логична, замена повторяемости туманов на повторяемость инверсий, делает формулу сугубо локальной, т. к. не во всех городах есть аэрологические наблюдения. Кроме того, как правило, на 80 – 85% инверсия сопровождается слабыми ветрами, поэтому в знаменателе присутствуют два равнозначных фактора [26].

Анализируя показатель МПА, было выявлено, что предлагаемый показатель МПА использует метеорологические характеристики, измеренные в приземном слое атмосферы, а, следовательно, характеризуют рассеивающую способность атмосферы от выбросов только низких источников [4].

Когда речь идет о крупных энергетических объектах (ТЭС, КЭС, ТЭЦ), выбросы которых поступают в пограничный слой, а иногда и за его пределы, где градиенты метеоэлементов существенно другие и даже процессы описываются разными формулами [34,35,36,37,], важно оценивать интегральные потенциальные возможности слоя, в котором происходит рассеивание, т.к. именно от них зависят размеры и уровень загрязнения воздуха у земли, в результате этого, оценки положительности или отрицательности загрязнения для высоких (выброс в пограничный слой) и низких (выброс в приземный слой) источников оказываются разными [12,15]. При малых скоростях ветра в пограничном слое резко возрастает начальный подъем факела выброса от горячих источников, слой рассеивания также резко возрастает и может составить высоту пограничного слоя и тогда, обратно пропорционально квадрату высоты слоя, уменьшается концентрация примеси у земли [11,36,37]. При слабых ветрах и штилях объем разбавления примеси очень мал и у земли формируется поле высокого загрязнения воздуха [11,37].

Модель предложенного МПА действует сообразно логики и теории. Другое дело, когда речь идет о скоростях ветра более 6 м/с, при которых создается наибольшее загрязнение от высоких источников [11,37]. Если в

пограничном слое скорости ветра большие, развивается активная турбулентность и факел более интенсивно прибавляется к земле. Отсюда следует, что чем больше скорость ветра, тем чаще наблюдаются плохие условия для высоких источников, в то время как по формуле (3) это приводит к более благоприятным условиям для рассеивания примесей. Таким образом, для высоких источников формула (3) не применима [8].

Подводя итог всему вышесказанному, можно сделать вывод, что концепция методики расчета метеорологического потенциала атмосферы с помощью МПА, в принципе, применима и правильна для расчета потенциала самоочищения атмосферы. Можно выделить некоторые исправления используемые нами в расчетах коэффициента самоочищения атмосферы на территории Белгородской области:

– неприятие названия показателя. По Т.С. Селегей [48], чем выше значения МПА, тем хуже условия для самоочищения атмосферы. Логичнее считать, что большим значениям МПА должны соответствовать лучшие условия для рассеивания примесей. Поэтому предлагалось рассчитывать не МПА, а $1/\text{МПА}$. В таком виде показатель будет представлять собой отношение повторяемости условий, благоприятствующих удалению примесей из атмосферы, к повторяемости процессов, способствующих накоплению загрязнителей;

– предложенные граничные условия районирования территорий по МПА не выделяют всю гамму имеющихся нюансов. Большинство авторов предлагают граничные условия изменить и выделить 3 типа МПА: $\text{МПА} < 0,8$ (хорошие условия для рассеивания примесей); МПА от 0,8 до 1,2 (при таких условиях с одинаковой частотой могут происходить процессы, обуславливающие как рассеивание, так и накопление примесей); $\text{МПА} > 1,2$ (преобладают процессы, способствующие накоплению вредных примесей)

3. Межгодовая и сезонная динамика составляющих коэффициента самоочищения на территории Белгородской области

3.1. Метеорологический потенциал атмосферы на территории Белгородской области

Параллельно с восстановлением экономического роста с 2000 года, в стране отмечается ежегодный рост объемов выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников в среднем на 1,5 – 2% в год [12].

В связи с необходимостью обеспечения благоприятных условий проживания населения и сохранения экосистем, проблема качества атмосферного воздуха является актуальной на данный момент. Одним из главных, но не единственным фактором является антропогенное воздействие, под влиянием которого формируется определенный уровень загрязнения атмосферы [24,58]. Природные факторы, главным из которых является способность атмосферы к самоочищению, имеют так же немаловажное значение [29,39]. В методиках принятых ранее, специалисты рассматривали «потенциал загрязнения атмосферы», который учитывал вертикальную стратификацию атмосферы и климатические характеристики приземного воздуха [2,5,8]. Из-за сокращения пунктов и частоты аэрологического зондирования атмосферы, использовать информацию о вертикальном распределении температуры с необходимой дискретностью, в настоящее время не представляется возможным [29]. На основе данных приземных метеорологических наблюдений, некоторые специалисты стали разрабатывать определенные критерии оценки потенциального накопления поллютантов в атмосферном воздухе.

Оценка экологического состояния атмосферы была проведена на основе исследований проводимых Т.С. Селегей [45,46,47], с изменениями, которые сформулировал С.С. Андреев [1].

По методике Т.С. Селегей [45], коэффициент самоочищения атмосферы (K_M) определяется как отношение повторяемости условий, которые

способствуют накоплению примесей (туманов и слабых ветров) к повторяемости условий, способствующих рассеиванию примесей (сильных ветров и осадков).

$$K_M = (P_{сл} + P_{тум}) / (P_{сил} + P_{ос}), (1)$$

где $P_{сл}$ – повторяемость дней со скоростью ветра (0 –1 м/с); $P_{сил}$ – повторяемость дней со скоростью ветра ≥ 6 м/с; $P_{ос}$ – повторяемость дней с осадками $\geq 0,5$ мм.; $P_{тум}$ – повторяемость дней с туманом [45].

При расчете потенциала самоочищения атмосферы С.С. Андреев [1] предлагает учитывать повторяемость среднесуточной относительной влажности $\geq 80\%$, вместо повторяемости туманов.

Очевидно, что в предложенной формуле K_M характеризует условия накопления примесей в атмосфере, а не рассеивания. Ю.П. Переведенцев [38], предлагает оценивать способность атмосферы к самоочищению с помощью коэффициента рассчитываемого по следующей формуле:

$$K'_M = (P_{сил} + P_{ос}) / (P_{сл} + P_{f \geq 80\%}), (2)$$

Количественная оценка метеорологических условий по критерию K'_M :

$K'_M < 0,8$ – неблагоприятные условия для рассеивания;

$0,8 \leq K'_M \leq 1,2$ – ограниченно благоприятные условия рассеивания;

$K'_M > 1,2$ – благоприятные условия самоочищения атмосферы [41].

Метеорологический потенциал самоочищения атмосферы учитывает такие факторы, которые способствуют как ее очищению, так и загрязнению [1]. Следовательно, чем ниже по абсолютной величине метеорологический потенциал самоочищения атмосферы K'_M тем хуже условия для рассеивания примесей в атмосфере. Если K'_M больше 1, то повторяемость процессов, которые способствуют самоочищению атмосферы, преобладает над повторяемостью процессов, которые способствуют накоплению в ней вредных веществ. Если K'_M меньше 1 то преобладают процессы, способствующие накоплению загрязняющих веществ.

По методике Ю.П.Переведенцева [41] рассчитан метеорологический потенциал самоочищения атмосферы для территории Белгородской области (в пунктах Белгород, Богородицкое – Фенино, Готня, Новый Оскол, Валуйки) за период 1998 – 2010 гг., результаты расчетов представлены ниже в табл.3.1.

Таблица 3.1.

Среднегодовые значения метеорологического потенциала самоочищения атмосферы в городах Белгородской области за период 1998 – 2010 гг.

Годы	Белгород	Б.-Фенино	Готня	Новый Оскол	Валуйки
1998	1,68	0,88	0,84	1,64	0,63
1999	1,62	0,76	0,84	0,73	0,56
2000	0,93	0,97	0,64	0,61	0,60
2001	1,38	1,02	0,72	0,68	0,73
2002	1,54	1,18	1,10	0,71	1,45
2003	2,08	1,26	1,43	0,80	0,79
2004	1,24	0,89	0,76	0,73	0,57
2005	1,6	1,17	1,14	0,76	0,86
2006	0,84	0,97	0,94	0,78	0,79
2007	2,43	1,68	1,02	0,95	1,21
2008	1,74	0,77	1,23	0,92	0,63
2009	2,63	1,93	1,33	0,98	0,74
2010	2,43	0,86	1,33	1,03	0,64

Изменчивость среднегодовых значений K'_m находится в интервале 0,56 – 2,63. В Белгороде отмечена максимальная изменчивость среднегодовых значений коэффициента самоочищения равного 1,7.

В Готне и Валуйках зафиксировано минимальные значения коэффициента равные 0,79 и 0,89 соответственно. Территориальные различия повторяемости элементов циркуляции атмосферы, как и орография местности, обуславливают подобные различия [26].

На рис.3.1. [26] представлено распределение различных условий для рассеивания примесей в среднем за год, на территории Белгородской области и изучаемых районах.

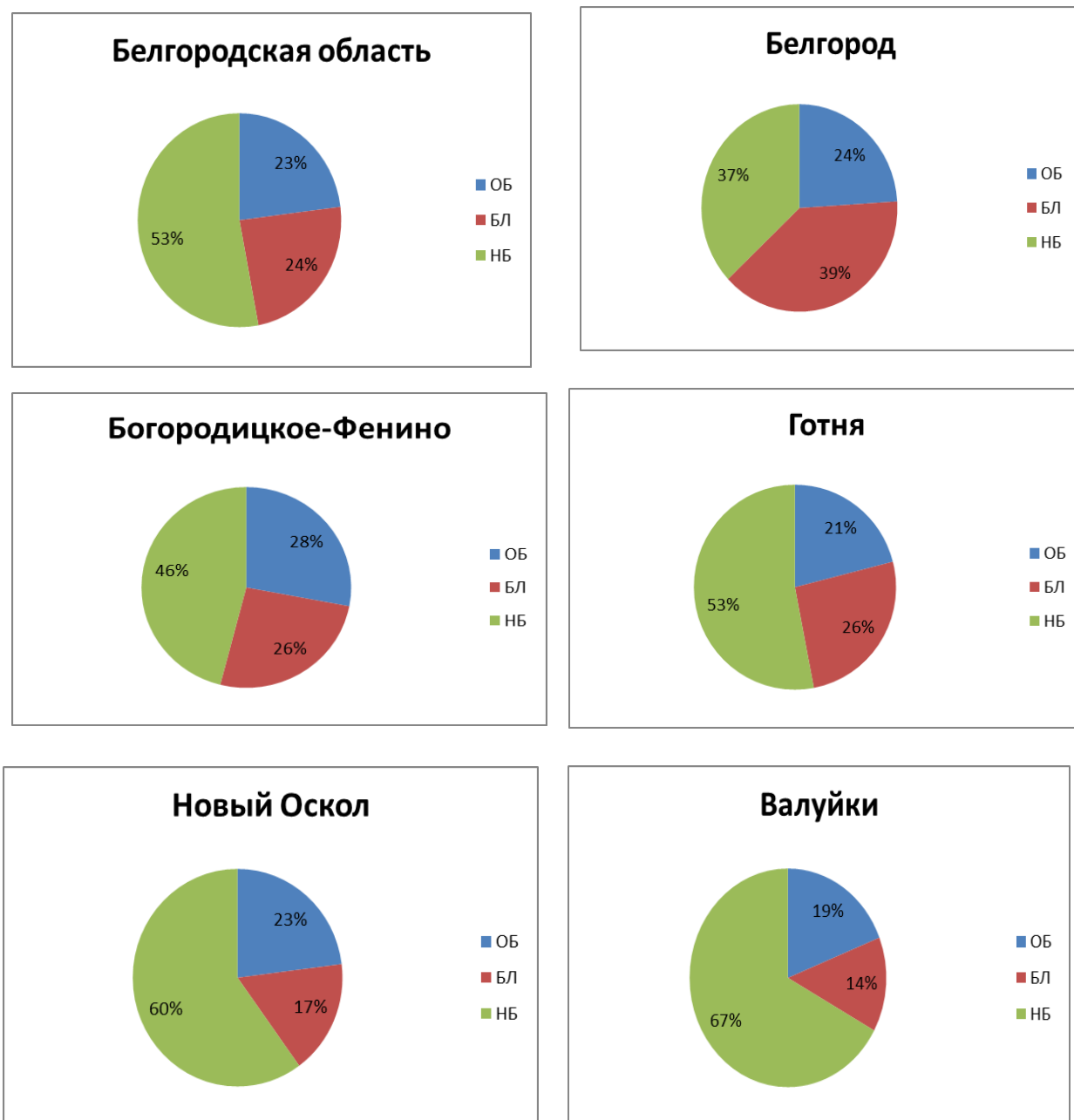


Рис.3.1. Повторяемость различных условий для рассеивания примесей:
 БЛ – благоприятные, НБ – неблагоприятные,
 ОБ – ограниченно благоприятные [26]

Изучаемые пункты можно разделить на три группы:

первая группа – благоприятные условия для рассеивания примесей наблюдаются в среднем в 39% случаев, к этой группе относится Белгород;

вторую группу, где такие условия повторяются в 26% случаев, составляют Богородицкое – Фенино и Готня;

третью группу составляют Валуйки и Новый Оскол, где благоприятные условия для рассеивания примесей отмечаются лишь в 14% и 17% случаев соответственно.

Метод определения метеорологического потенциала самоочищения атмосферы позволяет в оперативном режиме оценить меняющиеся климатические условия, которые определяют помимо номенклатуры выбросов, расположения промышленных предприятий и потоков автотранспорта, степень загрязнения атмосферного воздуха.

3.2.Динамика коэффициента самоочищения атмосферы на территории Белгородской области

Для исследования динамики атмосферных характеристик, которые определяют способность атмосферы, как к рассеиванию, так и к накоплению примесей в промышленных центрах Белгородской области в начале текущего столетия, были использованы данные приземных метеорологических наблюдений суточной размерности Белгородского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (метеостанция Готня расположенная на западе области, метеостанция Валуйки – на юго-востоке области, метеостанция Новый Оскол – в восточной части области, метеостанция Белгород – в центре области, и метеостанция Богородицкое – Фенино – на севере области) за период 1998 – 2014 гг.

Для оценки экологического состояния атмосферы был использован коэффициент самоочищения, предложенный С.С. Андреевым [1]. Коэффициент самоочищения атмосферы (K'_m) по этой методике определяется как отношение повторяемости условий, способствующих накоплению примесей (слабых ветров и высокой среднесуточной относительной влажности) к повторяемости условий, содействующих удалению примесей (сильных ветров и осадков).

$$K'_m = (P_{сл} + P_{f \geq 80\%}) / (P_{сил} + P_{ос}), \quad (1)$$

где $P_{сл}$ – повторяемость слабого ветра (0–1 м/с); $P_{сил}$ – повторяемость скорости ветра ≥ 6 м/с; $P_{\geq 80\%}$ – повторяемость среднесуточной относительной влажности $\geq 80\%$; $P_{ос}$ – повторяемость осадков ≥ 0.5 мм.

Условия рассеивания примесей Ю.П. Переведенцев [41] предложил оценивать с помощью коэффициента, рассчитываемого по следующей формуле:

$$K'_m = (P_{сил} + P_{ос}) / (P_{сл} + P_{\geq 80\%}). \quad (2)$$

Количественная оценка метеорологических условий по критерию K'_m : $K'_m < 0.8$ – неблагоприятные условия для рассеивания; $0.8 \leq K'_m \leq 1.2$ – ограниченно благоприятные условия рассеивания; $K'_m > 1.2$ – благоприятные условия самоочищения атмосферы.

Годовой ход коэффициента K'_m , позволяет выявить сезонные особенности рассеивания и накопления примесей в атмосфере.

Были проведены среднемесячные значения коэффициента самоочищения атмосферы в городах Белгородской области за период 1998 – 2014 гг., представлены ниже в таблице 3.2.

Таблица 3.2.

Среднемесячные значения коэффициента самоочищения атмосферы в городах Белгородской области период осреднения 1998 – 2014 гг.

Месяцы	Белгород	Б.-Фенино	Готня	Новый Оскол	Валуйки
Январь	0,63	0,54	0,44	0,48	0,38
Февраль	0,85	0,73	0,58	0,59	0,46
Март	1,08	0,89	0,87	0,75	0,65
Апрель	2,33	1,41	1,52	1,3	1,16
Май	3,11	2,78	2,00	1,72	1,98
Июнь	3,11	1,57	2,49	1,72	1,27
Июль	3,01	1,33	1,06	1,38	1,43
Август	3,46	1,26	1,32	0,65	0,60
Сентябрь	1,12	1,22	0,72	0,59	0,47
Октябрь	0,68	0,56	0,52	0,48	0,35
Ноябрь	0,52	0,42	0,43	0,42	0,30
Декабрь	0,54	0,55	0,35	0,41	0,35
Год	1,70	1,10	1,03	0,87	0,78

Мы видим что за год для Белгорода $K'_m = 1,7$, который указывает на благоприятные условия для самоочищения атмосферы города. Для Готни, Нового Оскола, Богородицкого – Фенино, условия рассеивания примесей

являются ограниченно благоприятные, для Валоек ($K'_m = 0,78$) – неблагоприятные.

Годовой ход коэффициента самоочищения атмосферы на территории Белгородской области отображен на рис 3.2.

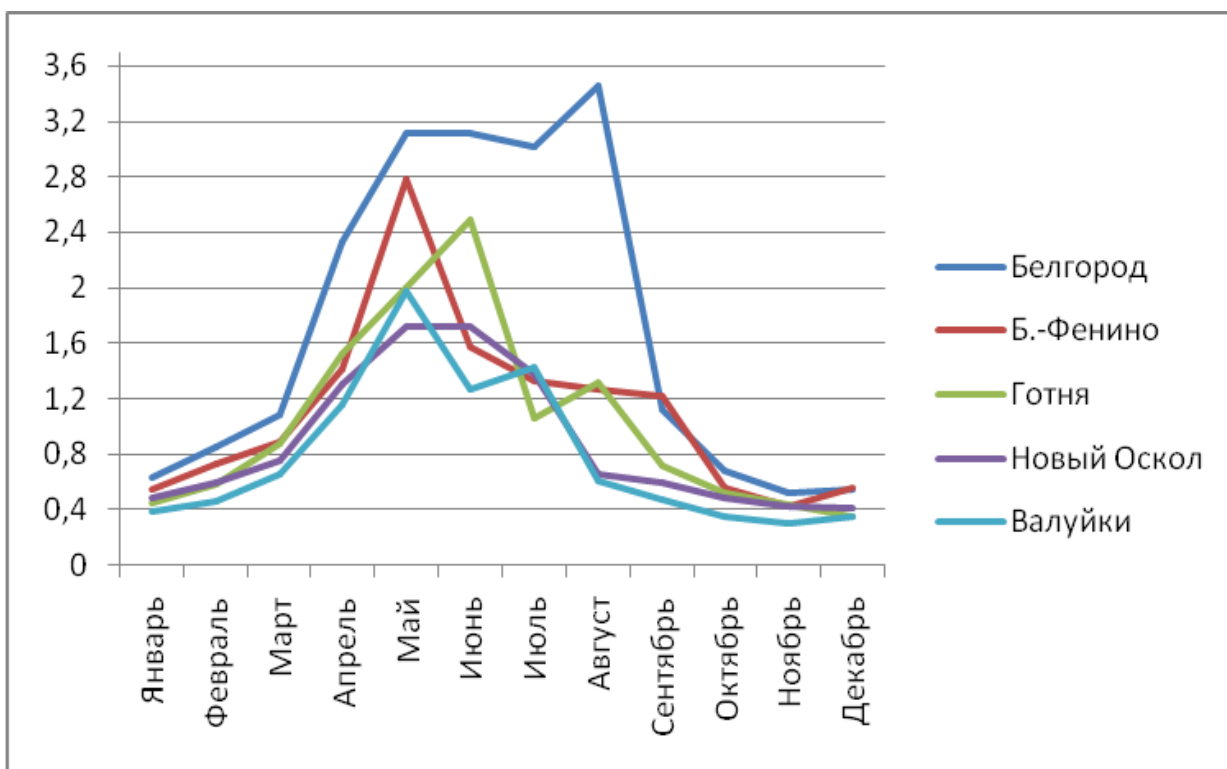


Рис.3.2. Среднегодовые значения коэффициента самоочищения атмосферы в на территории Белгородской области

Наиболее благоприятные условия для рассеивания примесей ($K'_m \geq 1,2$) наблюдается в мае – июне во всех пунктах, в некоторых пунктах этот период увеличивается:

в Белгороде – с апреля по август;

в Богородицком – Фенино он продолжается с апреля по сентябрь;

в Новом Осколе – с апреля по июль.

Продолжительность периодов неблагоприятных условий для рассеивания примесей ($K'_m < 0,8$) оказались различными для этих пунктов:

в Богородицком – Фенино – 5 месяцев (с октября по февраль);

в Белгороде – 4 месяца (с октября по январь);

в Новом Осколе и Валуйках – 8 месяцев;

в Готне – 6 месяцев (с сентября по февраль).

Изменчивость коэффициента самоочищения атмосферы существенно различается как внутрисезонно по территории области, так и пространственно [26].

Подобные различия обусловлены как орографией местности, так и территориальными различиями в повторяемости элементов циркуляции атмосферы. Повторяемость штилей, в течение года примерно равна повторяемости скоростей ветра ≥ 6 м/с, не влияет на сезонные изменения условий, которые определяют процессы самоочищения атмосферы [26]. Наиболее неблагоприятные параметры формируются на протяжении всего года на северо-востоке Белгородской области, где в районе интенсивного промышленного производства наблюдается значительная концентрация населения, что требует от контролирующих природоохранных организаций дополнительных мер контроля за экологической ситуацией.

На межсезонные различия также влияют условия выпадения атмосферных осадков (интенсивность ливневых осадков выше в теплый период) и относительная влажность воздуха, которая выше в холодное время года. Совокупность всех этих факторов определила сезонную динамику коэффициента самоочищения атмосферы.

Заключение

В результате проделанной нами работы было установлено, что постоянные наблюдения за уровнем загрязнения атмосферного воздуха в Белгородской области проводятся ФГБУ «Белгородский областной центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» (Белгородской лабораторией по мониторингу загрязнения атмосферы и Старооскольской комплексной лабораторией по мониторингу окружающей среды) на 9 стационарных постах в городах Белгороде, Старом Осколе, Губкине. В Белгородской области наблюдение за состоянием загрязнения атмосферы происходит в городах: Белгород, Старый Оскол, Губкин. В г. Белгород функционируют четыре стационарных поста наблюдения за качеством атмосферного воздуха. Контроль над загрязнением атмосферного воздуха в городах Старый Оскол и Губкин осуществляется Старооскольской комплексной лабораторией мониторинга окружающей среды. Наблюдения проводятся на 2 стационарных постах, которые расположены около предприятий с интенсивным движением автотранспорта. Сеть мониторинга загрязнения атмосферного воздуха в Старом Осколе включает 3 стационарных поста. Значительными источниками выбросов загрязняющих веществ на территории Белгородской области являются промышленные предприятия (более 6000 источников). Основные предприятия расположены в центральной и северо-восточной части области. Основным вкладом в загрязнение атмосферного воздуха на территории Белгородской области вносит автомобильный транспорт. С ростом количества автотранспорта объемы выбросов от передвижных источников заметно увеличиваются. Основными стационарными источниками загрязнения атмосферы на территории области являются предприятия железорудной и металлургической промышленности, промышленности строительных материалов. Так же в последние годы в формировании качества воздушной среды возрастает роль автомобильного транспорта. В настоящее время

выбросы автотранспорта являются приоритетным источником загрязнения атмосферы. Из общего количества загрязняющих веществ на долю автотранспорта города Белгород приходится 43,78 тыс.т. (26,1%), Старооскольского района – 25,87 тыс.т (15,4%), Губкинского района – 11,43 тыс.т (6,8%).

В настоящее время, исследуя проблему качества атмосферы в населенных пунктах, разрабатываются методики определения степени загрязнения атмосферы с использованием приземных данных. Многие авторы делают вывод о целесообразности использования не отдельных метеорологических элементов, а комплекса характеристик, соответствующих определенной метеорологической ситуации. В исследованиях по количественному выражению загрязнения атмосферного воздуха в зависимости от метеорологических факторов на современном этапе исследований, можно выделить три направления:

– исследования Э.Ю. Безуглой [8,9,11] и предложенный ею потенциал загрязнения атмосферы (ПЗА), расчет которого основан на физико-статистическом методе оценки влияния климатических условий на содержание примесей в атмосфере;

– исследования Т.С. Селегей [45,46,47,48], Л. П. Сорокиной [53] и др., основанные на применении простой метеорологической (климатической) информации, имеющейся на всей сети метеорологических наблюдений Гидрометслужбы;

– исследования И.Н. Кузнецовой [28,29], основанные на использовании синоптической ситуации для определенного региона;

– многочисленные исследования по определению потенциала загрязнения с помощью математических моделей.

Оценка экологического состояния атмосферы была проведена на основе исследований проводимых Т.С. Селегей [45], с изменениями, которые сформулировал С.С. Андреев [1].

Ю.П. Переведенцев [41], предлагает оценивать способность атмосферы к самоочищению с помощью коэффициента рассчитываемого по следующей формуле:

$$K'_m = (P_{\text{сил}} + P_{\text{ос}}) / (P_{\text{сл}} + P_{f \geq 80\%}), \quad (2)$$

Количественная оценка метеорологических условий по критерию K'_m :

$K'_m < 0,8$ – неблагоприятные условия для рассеивания;

$0,8 \leq K'_m \leq 1,2$ – ограниченно благоприятные условия рассеивания;

$K'_m > 1,2$ – благоприятные условия самоочищения атмосферы.

По методике Ю.П.Переведенцева [41] рассчитан метеорологический потенциал самоочищения атмосферы для территории Белгородской области (в пунктах Белгород, Богородицкое – Фенино, Готня, Новый Оскол, Валуйки) за период 1998 – 2010 гг.

В результате полученных нами данных, изучаемые пункты Белгородской области можно разделить на группы с различными условиями для рассеивания вредных примесей в атмосфере группы:

первая группа – благоприятные условия для рассеивания примесей наблюдаются в среднем в 39% случаев, к этой группе относится Белгород;

вторую группу, где такие условия повторяются в 26% случаев, составляют Богородицкое – Фенино и Готня;

третью группу составляют Валуйки и Новый Оскол, где благоприятные условия для рассеивания примесей отмечаются лишь в 14% и 17% случаев соответственно.

Для исследования динамики атмосферных характеристик, которые определяют способность атмосферы, как к рассеиванию, так и к накоплению примесей в промышленных центрах Белгородской области в начале текущего столетия, были использованы данные приземных метеорологических наблюдений суточной размерности Белгородского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (метеостанция Готня расположенная на западе области, метеостанция Валуйки – на юго-востоке

области, метеостанция Новый Оскол – в восточной части области, метеостанция Белгород – в центре области, и метеостанция Богородицкое – Фенино – на севере области) за период 1998 – 2014 гг. Для оценки экологического состояния атмосферы Белгородской области был использован коэффициент самоочищения, предложенный С.С. Андреевым [1]. Коэффициент самоочищения атмосферы (K'_m) по этой методике определяется как отношение повторяемости условий, способствующих накоплению примесей (слабых ветров и высокой среднесуточной относительной влажности) к повторяемости условий, содействующих удалению примесей (сильных ветров и осадков).

Наиболее благоприятные условия для рассеивания примесей ($K'_m \geq 1,2$) наблюдаются в мае – июне во всех пунктах, в некоторых пунктах этот период увеличивается: в Белгороде – с апреля по август, в Богородицком – Фенино он продолжается с апреля по сентябрь, а в Новом Осколе – с апреля по июль.

Продолжительность периодов неблагоприятных условий для рассеивания примесей ($K'_m < 0,8$) оказались различными для этих пунктов:

в Богородицком – Фенино – 5 месяцев (с октября по февраль);

в Белгороде – 4 месяца (с октября по январь);

в Новом Осколе и Валуйках – 8 месяцев;

в Готне – 6 месяцев (с сентября по февраль).

Существенной чертой климата Центрально-Черноземных областей является его неустойчивость, различия в данных коэффициента самоочищения над различными пунктами обусловлены как орографией местности, так и территориальными различиями в повторяемости элементов циркуляции атмосферы. Повторяемость штилей, в течение года примерно равная повторяемости скоростей ветра ≥ 6 м/с, не влияет на сезонные изменения условий, которые определяют процессы самоочищения атмосферы. В свою очередь, относительная влажность воздуха, которая выше в холодное время года и условия выпадения атмосферных осадков

(интенсивность ливневых осадков выше в теплый период) имеют влияние на межсезонные различия. Совместное влияние всех этих факторов определяет сезонную динамику коэффициента самоочищения атмосферы.

Полученные результаты исследования могут быть полезны для оценки качества атмосферного воздуха на территории Белгородской области, и его изменениям под влиянием динамики коэффициента самоочищения атмосферы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Андреев С.С. Климатический ресурс и комфортность территории Южного федерального округа России.; Автореф. дис. доктора г. н. – Санкт Петербург, – 37с.
2. Аналитический обзор. Качество воздуха в крупнейших городах России за десять лет 1998 – 2007 гг. [Электронный ресурс].URL: http://www.voeikovmgo.ru/download/publikacii/2009/Analit_obzor.html (дата обращения 21.03.2014)
3. Атлас Природные ресурсы и экологическое состояние Белгородской области.2005.Белгород, БелГУ,179, – 31с.
4. Атмосферные нагрузки загрязняющих веществ на территории СССР. // – 1991. – № 1. – С.40 – 42.
5. Безуглая Э.Ю. Воздух городов и его изменения. / Э.Ю. Безуглая, Смирнова И.В. – СПб.: «Астерион»,2008. – 253с.
6. Безуглая Э.Ю., Воробьева И.А., Ивлева Г.П. Возможность оценки высоких концентраций формальдегида при изменении температуры воздуха. // Труды ГГО – 2012. – № 565. – С.89 – 102.
7. Безуглая Э.Ю. Климатические условия загрязнения атмосферы.: Тез.докл. Загрязнение атмосферы городов, СПб, 1 – 3 октября 2013, – 19с.
8. Безуглая Э. Ю. Климатические характеристики условий распространения примесей в атмосфере. / Э. Ю. Безуглая, М. Е. Берлянд – Л.: «Гидрометеиздат», 1983. – 153с.
9. Безуглая Э.Ю. Метеорологический потенциал и климатические особенности загрязнения городов. / Э.Ю. Безуглая. – Л.: «Гидрометеиздат», 1980. – 184с.
10. Безуглая Э.Ю. Мониторинг состояния загрязнения атмосферы в городах. / Э.Ю. Безуглая. – Л.: «Гидрометеиздат», 1973. – 133с.

11. Безуглая Э.Ю., Клинго В.В. Статистический метод оценки влияния метеорологических условий на содержание примесей в атмосфере. // Труды ГГО – 1974. – № 314. – С.81-96.
12. Берлянд М.Е., Оникул Р.И. К обобщению теории рассеивания промышленных выбросов в атмосферу. // Труды ГГО. – 1971. – № 254. – С.38.
13. Берлянд М.Е., Оникул Р.И. О расчете загрязнения атмосферы выбросами из дымовых труб электростанций. // Труды ГГО – 1964– № 158. – С.21.
14. Берлянд М.Е. Современные проблемы атмосферной диффузии и загрязнения атмосферы. / М.Е. Берлянд – Л.: «Гидрометеиздат», 1975 — 448с.
15. Визенко О.С. Потенциал рассеивающей способности атмосферы Прибайкалья. // География и природные ресурсы. – 1993. – № 1. – С.55.
16. Гаврилов А.С. Методика расчета выбросов; в атмосферу загрязняющих; веществ автотранспортом на городских магистралях. / А.С. Гаврилов. – М., 1996. – 22с.
17. Гаврилов, А.С. Прогноз и климатологический анализ характеристик атмосферы, определяющих рассеяние антропогенных загрязнений. // Естественные и технические науки – 2008. – № 6. – С.221 – 225.
18. Государственный доклад «Об экологической ситуации в Белгородской области в 2014 году» // Правительство Белгородской области, Департамент природопользования и окружающей среды, 2014 г. – С.15.
19. Ежегодники состояния загрязнения воздуха и выбросов вредных веществ в атмосферу городов и промышленных центров Советского Союза за 1986-1990 гг., Т.1. – Л.: Гидрометеиздат. – 1987-1991. – 344с.
20. Ежегодник выбросов загрязняющих веществ в атмосферу городов и регионов Российской Федерации (России) за 1999 г. Т.1. – Л.: Гидрометеиздат. – СПб.: – 2000. – 433с.

21. Ежегодник состояния загрязнения атмосферы в городах на территории России за 2010 год. Т.1. – Л.: Гидрометеиздат. – СПб. – 2011. – 224с.
22. Защита окружающей среды Европы. Четвертая оценка / Европейское агентство по окружающей среде. – Копенгаген. – 2007. – 452с.
23. Израэль Ю.А., Василенко В.Н., Дликман И.Ф., Назаров И.М., Фридман Ш.Д. К проблеме загрязнения природной среды бензапиреном. // Метеорология и гидрология. – 1992. – № 9. – С.35–38.
24. Климатические характеристики условий распространения примесей в атмосфере: Справочное пособие. – Л.: «Гидрометеиздат», 1983 – 32с.
25. Корнилов А.Г. Проблемы экологической безопасности Белгородской области и управления рациональным природопользованием. Проблемы региональной экологии. / А.Г. Корнилов, А.Н. Петин, Н.В. Назаренко – Белгород: ИПК НИУ «БелГУ», 2005. – 52с.
26. Крымская О.В., Лебедева М.Г., Бузакова И.В., Сторожилова Е.Ю. Метеорологический потенциал самоочищения атмосферного воздуха в Белгородской области//Научные ведомости Белгородского государственного университета. Естественные науки. №4(225), вып.34. - С.124-130.
27. Крючков В.В. Природа и человек. / В.В. Крючков – М.: «Наука», 1979 – 48с.
28. Кузнецова И.Н. Особенности атмосферных процессов, влияющих на загрязнение воздуха в Московском регионе, и методы их краткосрочного прогноза; Автореф. д.г.н. – Москва, – 41с.
29. Кузнецова И.Н. Шлейфы городского воздуха в бассейне крупных рек России по результатам экспедиционных наблюдений на подвижной платформе. Проблемы гидрометеорологии и мониторинга загрязнения окружающей среды в бассейнах великих рек. / И.Н. Кузнецова, Н.Ф. Еланский – СПб: «Гидрометеиздат.», 2005. – 227с.

30. Лапина С.Н., Полянская Е.А., Фетисова Л.М., Фетисова Н.А. Способность атмосферы различных районов Саратовской области к самоочищению. // Известия Сарат. ун-та., Серия «Науки о Земле». – 2008. – № 2. – С.8 – 11.

31. Лебедева М.Г. Экология региона ч.1.Качество атмосферного воздуха в городах Центрально-Черноземного региона. / М.Г. Лебедева, О.В. Крымская – Белгород: «Политерра», 2003 – 74с.

32. Лебедева, М.Г. Экология региона. Ч.3. Экологическая климатология и климатические ресурсы Центрально – Черноземного региона. / М.Г.Лебедева, О.В. Крымская, – Белгород: «ИПК НИУ «БелГУ»», 2008. – 196с.

33. Мажиг Ч., Сонькин Л.Р. Прогнозирование загрязнения воздуха в городах в условиях резко континентального климата/ Метеорологические аспекты загрязнения атмосферы: Итог сотрудничества соц. стран (№ 3) – Л. – 1988. – С.115 – 122.

34. Методика расчета выбросов вредных веществ в атмосферу от автотранспорта./ Министерство природных ресурсов РФ. – М.,2003 – 45с.

35. Методические указания по расчету выбросов вредных веществ автомобильным транспортом. – М.: «Гидрометеиздат» 1983 – 15с.

36. Миланова Е.В. Географические аспекты охраны природы. / Е.В. Миланова, А.М. Рябчиков, – М.:«Мысль» 1979 – 293с.

37. О введении в действие гигиенических нормативов ГН 2.1.6.1983–05 и ГН 2.1.6.1984–05./ Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. – Постановление от 3 ноября 2005 г № 4 – 54с.

38. Оникул, Р.И. Методика расчета загрязнения атмосферы выбросами промышленных предприятий и тепловых электростанций. / Р.И: Оникул – Л.: «Гидрометиздат», 1971 – 80с.

39. Отчет о научно-исследовательской работе по теме 1.4.3.15 [Электронный ресурс]. URL: http://sibnigmi.ru/documents/papers_v106.pdf (дата обращения 16.07.2014)
40. Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов: ГОСТ 17.2.3.01 – 86 – Введ.01.01.1987. – М., – 35с.
41. Переведенцев Ю.П., Хабутдинов Ю.Г. 2012. Метеорологический потенциал самоочищения и качество атмосферного воздуха в Казани в последние десятилетия // Вестник Удмуртского университета. – 2012. – № 3. – С.23 – 28.
42. Перечень и коды веществ, загрязняющих атмосферный воздух. – СПб. 2008. – 438с.
43. Рекомендации по определению метеорологического потенциала атмосферы Сибирского экономического района. / Ответст. исполнитель Т.С. Селегей. – Новосибирск, 1987
44. Руководство по контролю источников загрязнения атмосферы. РД 52.04.186-89. Введ.01.01.1991 – М.: Гидрометеиздат.1991. – 693с.
45. Селегей Т.С. Метеорологический потенциал очищения атмосферы Сибирского экономического района. // Труды Зап.-Сиб. НИГМИ. – 1989. № 86. – С.52-57.
46. Селегей Т.С., Юрченко И.П. Потенциал рассеивающей способности атмосферы. // География и природные ресурсы. – 1990. № 2. – С.132 – 137.
47. Селегей Т.С., Зинченко Г.С., Безуглова Н.Н. Учет метеорологического потенциала самоочищения атмосферы при решении задач промышленного освоения территорий. // Ползуновский вестник. – 2005. № 4. – С.74 – 78.
48. Селегей Т.С. Формирование уровня загрязнения атмосферного воздуха в городах Сибири. / Т.С. Селегей – Новосибирск: «Наука» 2005, – 347с.

49. Селегей Т.С., Филоненко Н.Н., В.А. Шлычков, А.А. Леженин, Ленковская Т.Н. Формальдегидное загрязнение городской атмосферы и его зависимость от метеорологических факторов. // Оптика атмосферы и океана. – 2013. №5. – С.422-426.

50. Сидоренко Г. И., Пинигин М.А. Обоснование принципов установления максимально допустимых нагрузок воздействия на человека.//Гиг. и сан.1981,2-С.57 – 62.

51. Скудневская Г.И. Загрязнение атмосферы формальдегидом. / Г.И. Скудневская, Г.Г. Дульцева – Новосибирск, 1994 – 70с.

52. Сонькин, Л.Р. Синоптические условия формирования периодов высокого загрязнения воздуха в различных районах СССР. // Труды ГТО. – 1979.№ 436. – С.49.

53. Сорокина Л.П. Климатические аспекты формирования экологических проблем в Восточной Сибири. // География и природные ресурсы. – 1995.№ 3. – С.53.

54. Степаненко С.Н., Овчинникова Н.Б., Волошин В.Г., Гончаренко Н.Н. Метеорологический фактор разбавления примеси, как показатель потенциала атмосферы. // Украинский гидрометеорологический журнал. – 2007. № 2. – С.5 – 15.

55. Степанова И.В. Влияние комплекса метеорологических условий на загрязнение атмосферного воздуха города. / И.В. Степанова, А.П. Шлычков – М.: «Итеос» 2008, – 4с.

56. Фетисова Л. М. Экология атмосферы крупного промышленного центра в условиях сложного рельефа. / Л. М. Фетисова, Г.А. Пужлякова, Е.А.Полянская – Саратов: «Из-во Сарат. ун-та»2004, – 136с.

57. Царев, А.М. К вопросу о загрязнении воздуха при туманах // Тр. ГТО. – 1972.№ 352. – С, 113 – 118.

58. Чендев Ю.Г. Естественные изменения и техногенная трансформация компонентов окружающей среды староосвоенных регионов

на примере (Белгородской области) / Ю.Г. Чендев, А.Н.Петин – М.: «Белгородский гос. ун-т» 2006, – 124с.

59. Чурсин А.С. Геоэкологическая роль процессов туманообразования в условиях ороклиматического барьера (Юго-Западный Алтай); Автореф. дис. к.г.н. – Барнаул, – 21с.

60. Шевчук, И.А. Повторяемость метеорологических условий, способствующих увеличению загрязнения приземного слоя атмосферы в Новосибирске // Тр. Новосиб. Регион. ГМЦ. – 1969.№ 2. – С. 117.