

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ.Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра Метеорологии и климатологии

**Связь загрязнения воздуха с синоптическими и метеорологическими
условиями в Саратове за 2007-2011гг.**

АВТОРЕФЕРАТ ДИПЛОМНОЙ РАБОТЫ

Студентки 6 курса 621 группы
направления (специальности) 020602 – Метеорология
географического факультета
Новичковой Светланы Петровны

Научный руководитель,

доцент, к.г.н. _____

Н.В. Короткова

Заведующий кафедрой,

д.ф.-м.н. _____

М.Б. Богданов

Саратов 2016

Введение. В условиях глобального экологического кризиса особую актуальность приобретают вопросы управления качеством окружающей среды.

По мере развития промышленности, сельского хозяйства, транспорта, общей урбанизации интенсивность нагрузки на окружающую среду возрастает. Негативные последствия антропогенного воздействия проявляются в виде повышения кислотности озер, грунтовых вод, почв, повреждений и гибели растительности, животного мира, роста заболеваемости среди населения.

Одним из основных показателей экологического кризиса урбанизированных территорий является ухудшение состояния воздушной среды промышленных центров России. Сегодня значительная часть населения России сосредоточена на высоко урбанизированных территориях.

Прогнозирование высоких уровней загрязнения атмосферы, проводимое на основе изучения метеорологических условий, обуславливающих скопление примесей в приземном слое воздуха, и синоптических ситуаций, вызывающих такие условия, является важным фактором предотвращения высоких концентраций примесей. На основе этих прогнозов на загрязняющих атмосферу объектах могут быть приняты меры по сокращению выбросов на период неблагоприятных метеорологических условий.

Задачей настоящей дипломной работы является изучение связи загрязнения воздуха в городе Саратове с метеорологическими и синоптическими условиями, исследование загрязнения воздуха за 2007-2011 гг. С точки зрения защиты атмосферы в городах решение такой задачи представляет значительный интерес. Очевидно, что периоды длительного сохранения высоких концентраций примесей являются наиболее неблагоприятными как для здоровья людей, так и для народного хозяйства.

В качестве исходных материалов для данного исследования использовались таблицы загрязнения атмосферы в Саратове за период с 2007 по 2011 гг., где зафиксирована концентрация загрязняющих веществ за каждый день каждого месяца, синоптические карты распределения погоды за период с 2007 по 2011 гг., где видно распределения всех ЦДА в северном полушарии.

Работа состоит из трех глав. Первая – общие сведения о влиянии метеорологических и синоптических условий на загрязнение воздуха в городах, вторая – мониторинг загрязнения атмосферного воздуха в Саратове за 2007-2011 гг., третья - влияние синоптической ситуации на загрязнение воздуха в Саратове за период 2007-2011 гг.

Основное содержание работы. Метеорологические условия, как известно, играют важную роль в формировании уровня загрязнения. Под влиянием выбросов от промышленности и автотранспорта, условий переноса, рассеивания и вымывания примесей осадками создается определенный уровень загрязнения. Как сказано выше, формирование уровня загрязнения происходит также протекающими непрерывно в атмосфере фотохимическими реакциями окисления и восстановления, образование новых веществ и началом новых процессов.

Сочетание метеорологических условий, предопределяющих рассеивание (накопление) примесей, которые поступают в виде выбросов от промышленных предприятий и автотранспорта, называют потенциалом загрязнения атмосферы (ПЗА) либо рассеивающей способностью атмосферы. Использование и обработка специальной климатологической информации, включающей данные от аэрологических и метеорологических станций, позволила оценить потенциал загрязнения атмосферы (ПЗА) и создать карту распределения ПЗА, которая используется в нормативных документах для учета климатических факторов при строительстве промышленных объектов.

Атмосферный воздух загрязняется путем привнесения в него или образования в нем загрязняющих веществ в концентрациях, превышающих нормативы качества или уровень естественного содержания.

Загрязняющее вещество – примесь в атмосферном воздухе, оказывающая при отдельных концентрациях неблагоприятное воздействие на здоровье человека, растения и животных, другие компоненты окружающей природной среды или наносящая ущерб материальным объектам.

ПДК – предельно допустимая концентрация загрязняющего вещества в атмосферном воздухе – концентрация, не оказывающая в течение всей жизни прямого или косвенного неблагоприятного действия на настоящее или будущее поколение, не снижающая работоспособности человека, не ухудшающая его самочувствия и санитарно-бытовых условий жизни.

Основными источниками загрязнения атмосферы являются природные и антропогенные. Основными природными источниками загрязнения атмосферного воздуха является ветровая эрозия, вулканизм, биологические процессы, лесные пожары, вынос вещества с поверхности морей и океанов, космические вещества. К антропогенным источникам загрязнения атмосферного воздуха относятся транспорт, промышленность, коммунально-бытовое хозяйство, сельское хозяйство. Основными промышленными источниками выбросов загрязняющих веществ являются теплоэнергетика, черная и цветная металлургия, химическая промышленность, производство стройматериалов. Из всех видов транспорта значительным объемом загрязняющих веществ отличается автомобильный транспорт.

Основным природным источником загрязнения атмосферы является ветровая эрозия. На всей земной поверхности ежегодно из атмосферы осаждается 4,6-8,3 млрд. т терригенной пыли (на океаны приходится 10-20% общего потока). Основными районами образования этой пыли являются степи и пустыни. В зависимости от мощности образования пыли выделяют глобальные и локальные источники. К глобальным источникам относят Сахарский регион, пустыни Гоби и Такла-Макан, к локальным – пустыни Средней Азии, Монголии, Китая и др. Эти районы характеризуются повышенной запыленностью воздуха: в Сахаре ежегодно в воздух поступает 60-200 млн т терригенного аэрозоля.

На уровень запыленности воздуха влияет степень увлажненности почвенного покрова, отсутствие и слабое развитие растительности. Поэтому основные районы образования терригенной пыли – это районы с небольшим количеством атмосферных осадков и значительной величиной солнечной радиации. Например, для сухой почвы с ростом скорости ветра до 4

м/с наблюдается постоянная запыленность приземного воздуха. При скорости ветра более 4 м/с отмечается резкое увеличение содержания пыли в воздухе. Поэтому наблюдается широтная зональность в распределении пыли. Например, в России количество воздушной взвеси увеличивается с 5-20 мкг/м³ в лесах до 20-100 мкг/м³ в степях, 100-150 мкг/м³ в сухих степях и пустынях Казахстана и Средней Азии.

Вторым природным источником загрязнения воздуха является вулканизм. Вклад вулканизма в атмосферный аэрозоль оценивается величиной порядка 40 млн т в год (от 4 до 250 млн т), что составляет около 0,5% от массы почвенного аэрозоля. Крупные вулканические извержения сопровождаются образованием газопепловых облаков, площадь и масса которых сравнима с наиболее крупными пылевыми облаками эолового происхождения. Продукты выбросов крупных извержений вулканов перемещаются на расстоянии в 1000 км. Например, при извержении вулкана на Аляске пепловый материал через Канаду и США поступил в Атлантику. Однако больше всего выбрасываемого материала концентрируется вблизи вулканов.

В результате извержения вулканов в атмосферу выбрасывается пыль, газы: CO₂, SO₂, H₂O, H₂, N, HCl, HF и др. По всей вероятности, существование сульфатного аэрозольного слоя в стратосфере связано с вулканической деятельностью.

Источником загрязнения воздуха являются моря и океаны. Испарение влаги с этих водоемов обогащает воздух кристалликами морских солей. Эти соли в основном представлены хлористым натрием, хлористым магнием, хлористым кальцием, бромистым калием. Наибольшее количество солей поступает в атмосферу при больших волнах и штормах. В прибрежных районах Великобритании на 1 м² почвы выпадает от 25 до 35 г солей, 70 % которых состоит из хлористого натрия.

Как отмечалось выше, антропогенными источниками загрязнения воздуха являются промышленность, транспорт, коммунально-бытовое и сельское хозяйство. Структура выбросов загрязняющих веществ различна в зависимости

от источника выбросов. По агрегатному состоянию выбросы вредных веществ классифицируют на: 1) газообразные (диоксид серы, оксиды азота, оксид углерода, углеводороды и др.); 2) жидкие (кислоты, щелочи, растворы солей и др.); 3) твердые (пыль, сажа и др.) Антропогенное загрязнение воздуха представлено как первичными, так и вторичными примесями. Вторичные примеси образуются в результате химических реакций между несколькими соединениями или между примесью и природным газом. К числу таких примесей относятся альдегиды. В общем загрязнении воздуха в одних странах участие промышленности составляет 35%, бытовых отопительных систем – около 23%, автотранспорта – 42%.

Черная металлургия – следующий по интенсивности источник загрязнения атмосферы. Металлургические предприятия поставляют в атмосферу большие объемы пыли, сернистого ангидрида и окиси углерода, а также фенол, сероводород, аммиак, нафталин, бензол, циклические углеводороды и другие химические вещества. Для химической и нефтехимической промышленности в связи с многопрофильностью предприятий характерно большое разнообразие количественного и качественного состава выбрасываемых газов. Структура выбросов лесной промышленности представлена оксидами азота, сульфатами, органическими веществами. Не менее важным источником загрязнения атмосферного воздуха является транспорт. В некоторых странах транспорт стоит на первом месте по уровню загрязнения атмосферы. Среди различных видов железнодорожного транспорта основное количество загрязняющих веществ дают тепловозы (на их долю приходится до 90% выбросов на железнодорожном транспорте). Трубопроводный транспорт более эффективен, меньше загрязняет окружающую среду. Однако при транспортировке нефти по нефтепроводам часть ее приходится сжигать при разжиживании нефти. При этом много вредных веществ попадает в атмосферу. Основным видом транспорта, загрязняющим окружающую среду, является автомобильный. Источниками загрязнения являются отработавшие газы двигателей внутреннего сгорания, картерные газы (для автомобилей с карбюраторным двигателем), испарение топлива с топливной

системы. Определяющая доля выбросов вредных веществ (56%) принадлежит грузовым автомобилям. Метеорологические условия оказывают существенное влияние на перенос и рассеивание вредных примесей, поступающих в атмосферу. Современные города обычно занимают территории в десятки, а иногда сотни квадратных километров, поэтому изменение содержания вредных веществ в их атмосфере происходит под действием мезо- и макромасштабных атмосферных процессов. Наибольшее влияние на рассеивание примесей в атмосфере оказывает режим ветра и температуры, в особенности ее стратификация.

Влияние метеорологических условий на перенос веществ в воздухе проявляется по-разному, в зависимости от типа источника выбросов. Если исходящие от источника газы перегреты относительно окружающего воздуха, то они обладают начальным подъемом; в связи с этим вблизи источника выбросов создается поле вертикальных скоростей, способствующих подъему факела и уносу примесей вверх. При слабых ветрах этот подъем обуславливает уменьшение концентраций примесей у земли. Концентрация примесей у земли бывает и при очень сильных ветрах, однако в этом случае оно происходит за счет быстрого переноса примесей. В результате наибольшие концентрации примесей в приземном слое формируются при некоторой скорости, которую называют опасная.

К основным формам, определяющим рассеивание примесей, относится стратификация атмосферы, в том числе инверсия температуры, (т.е. повышение температуры воздуха с высотой). Если повышение температуры начинается непосредственно от поверхности земли, инверсию называют приземной, если же с некоторой высоты над поверхностью земли, то – приподнятой. Инверсии затрудняют вертикальный воздухообмен. Если слой приподнятой инверсии расположен на достаточно большой высоте от труб промышленных предприятий, то концентрация примесей будет существенно меньше. Слой инверсии, расположенный ниже уровня выбросов, препятствует переносу их к земной поверхности.

Инверсии температуры в нижней тропосфере определяются в основном двумя факторами: охлаждением земной поверхности вследствие радиационного излучения и адвекцией теплого воздуха на холодную подстилающую поверхность; часто они связаны с охлаждением приземного слоя за счет затрат тепла на испарение воды или таяние снега и льда. Формированию инверсий способствует также нисходящие движения в антициклонах и сток холодного воздуха в пониженные части рельефа.

Синоптическая ситуация характеризуется в общем виде сложным комплексом метеорологических параметров и отражает многообразие процессов, происходящих в атмосфере. Анализ материалов наблюдений в ряде городов показал, что к одной из неблагоприятных ситуаций относится центральная область стационарного антициклона и ось малоподвижного гребня. Повышенный уровень загрязнения воздуха в городе формируется, когда эта ситуация в районе данного города отмечается не менее 2 – х дней подряд. По данным наблюдений в ряде городов установлено, что быстро смещающиеся антициклоны и гребни не определяют формирования высокого уровня загрязнения воздуха в городах. Высокий уровень загрязнения воздуха отмечается в антициклонах, которым соответствует область тепла в тропосфере. Холодные антициклоны менее опасны. Рост концентрации примесей в городском воздухе имеет место преимущественно в теплых частях антициклона. Повышенные концентрации могут отмечаться и в малоградиентных барических полях, в первую очередь в районах с устойчиво сохраняющейся барической седловиной. Имеются данные об увеличении загрязнения воздуха в теплых секторах циклонов при отсутствии там сильного ветра и интенсивных осадков. Концентрации в городе понижены в ситуации с активной циклонической деятельностью. Значительное загрязнение воздуха более вероятно при устойчивом сохранении заданной ситуации.

Выявлены следующие характеристики синоптических процессов, способствующие созданию относительно высокого уровня загрязнения воздуха в городах:

1. Малоградиентное барическое поле
2. Антициклоническая кривизна изобар
3. Теплая воздушная масса
4. Адвекция тепла в атмосфере

В конкретных городах в зависимости от регионального характера синоптических процессов, микрометеорологического режима, свойств выбросов, расположение источников могут быть выявлены дополнительные особенности синоптических условий на загрязнение воздуха.

Климатическое своеобразие Нижнего Поволжья, позволяющее видеть в нем самостоятельную физико-географическую и климатическую единицу, состоит в его засушливости, высокой степени континентальности (самой высокой на европейской территории) и в большой изменчивости погоды от года к году, в особенности – режима увлажнения (осадков).

Последовательное изучение синоптических процессов в Нижнем Поволжье начато В.Л. Архангельским. Он выделил семь типов наиболее характерных атмосферных процессов, участвующих в формировании погоды и климата Нижнего Поволжья:

- I – циклоническая деятельность на арктическом фронте;
- II – воздействие арктического антициклона;
- III – воздействие зимнего азиатского антициклона;
- IV – воздействие субтропического антициклона;
- V – выход южного (каспийского) циклона;
- VI – циклоническая деятельность на полярном фронте;
- VII – деформационное поле;
- X – нетипичные случаи

Типы процессов II, III, IV были объединены в группу антициклонических, а типы процессов I, V, VI – в группу циклонических.

Выявлено преобладание антициклонических типов процессов над циклоническими. За зимний и летний периоды 2007-2011гг. в Саратове на

циклонические типы процессов пришлось 303 дня, на антициклонические процессы – 461 день.

Наибольшую повторяемость (%) в летний период имеют процессы, связанные с воздействием арктического антициклона – 30,6% и субтропического антициклона – 26,7%. В зимний период, так же как и в летний период преобладают процессы антициклонического типа, на воздействие арктического антициклона пришлось 15,7%, на воздействие зимнего азиатского антициклона – 26,7%. Наименьшую повторяемость в оба сезона имеют процессы малоградиентного и деформационного полей.

Для установления связи загрязнения воздуха с синоптическими условиями в Саратове в 2007-2011 гг. необходимо определить параметр загрязнения воздуха за каждый день каждого месяца по данным ПНЗ.

Для характеристики загрязнения воздуха по городу в целом в качестве обобщенного показателя используют общепринятый параметр P , который рассчитывается по формуле:

$$P=m/n,$$

где n – общее количество наблюдений за концентрацией примесей в городе в течение одного дня на всех стационарных пунктах, m — количество наблюдений в течение того же дня с повышенной концентрацией, которая превышает среднесезонное значение более чем в 1,5 раза.

При расчете параметра фонового загрязнения воздуха используются данные взятые на ПНЗ Саратова. Параметр фонового загрязнения воздуха высчитывается путем выбора значений, превышающих концентрации веществ (пыль, диоксид серы, оксид углерода, диоксид азота) средних за сезон, умноженных на 1,5. Считается число превышений этих значений в каждом месяце, за каждый день измерений. Затем складывается количество измерений и числа превышений по каждому веществу. Далее складывается число превышений и измерений по всем веществам.

Согласно методике общее число превышений 1,5 средних сезонных концентраций делится на число измерений. Таким образом, получаем параметр фонового загрязнения воздуха.

Уровень фонового загрязнения воздуха характеризуется тремя градациями значений P . Нами были приняты следующие градации:

- высокое, $P > 0,20$
- повышенное, $0,10 < P < 0,20$
- пониженное, $P < 0,10$

Для расчета P были использованы четыре примеси: пыль, диоксид серы, оксид углерода, диоксид азота.

Далее была исследована зависимость параметра фонового загрязнения воздуха от синоптических процессов. Для удобства отображения зависимости нами была принята градация параметра фонового загрязнения воздуха $P > 0,10$.

Наибольшая повторяемость повышенного и высокого уровня фонового загрязнения воздуха наблюдалась при синоптических процессах антициклонического типа. Наибольший процент случаев повторяемости приходится на такой тип процесса, как воздействие арктического антициклона (33% случаев), 15,4 % случаев повторяемости при воздействии субтропического антициклона. Если сравнивать зимний и летний периоды, то также можно заметить, что достаточно высокий % повторяемости высокого уровня загрязнения при антициклонических типах приходится именно на летний период, как ранее было сказано о том, что наибольшую повторяемость антициклонические процессы имеют летом.

Заключение. Изучая связь загрязнения воздуха в Саратове за период 2007-2011 гг. с метеорологическими и синоптическими условиями удалось проследить эту абсолютную зависимость.

Для исследования производился расчёт параметра фонового загрязнения воздуха. При расчете параметра фонового загрязнения воздуха используются данные взятые на ПНЗ Саратова. Параметр фонового загрязнения воздуха высчитывается путем выбора значений, превышающих концентрации веществ

(пыль, диоксид серы, оксид углерода, диоксид азота) средних за сезон, умноженных на 1,5. Считается число превышений этих значений в каждом месяце, за каждый день измерений. Затем складывается количество измерений и числа превышений по каждому веществу. Далее складывается число превышений и измерений по всем веществам.

Далее мною была исследована зависимость параметра фонового загрязнения воздуха от синоптических процессов. Для удобства отображения зависимости нами была принята градация параметра фонового загрязнения воздуха $P > 0,10$. После чего была выявлена повторяемость повышенного и высокого уровня фонового загрязнения воздуха. Наибольшую повторяемость повышенного и высокого уровня фонового загрязнения воздуха наблюдалась при синоптических процессах антициклонического типа, в большей степени. Наибольший процент случаев повторяемости приходится на такой тип процесса, как воздействие арктического антициклона (33% случаев), 15,4 % случаев повторяемости при воздействии субтропического антициклона, в большей степени, приходящиеся на теплый период года, так как большую повторяемость появления антициклонов наблюдается именно в теплый период.

Загрязнение воздуха влияет на изменение климата. Накопление загрязняющих веществ в атмосфере приводит к парниковому эффекту (углекислый газ пропускает солнечную радиацию и не пропускает обратно в космос инфракрасное (тепловое) излучение Земли; сажа и черный углерод (следствие лесных пожаров, сельскохозяйственных сжиганий, выбросы энергетических предприятий) способствуют потеплению Арктики, а именно происходит таяние ледников, что является признаком глобального потепления климата; хлорфторуглерод разрушает озоновый слой.