

Министерство образования и науки Российской Федерации

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра метеорологии и климатологии

**Влияние метеорологических условий на загрязнение атмосферного воздуха
в Саратове осенне-зимний период 2011-2015 гг.**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента(ки) _____ 4 _____ курса _____ 411 _____ группы

Направления 05.03.05 –Прикладная гидрометеорология

_____ географического _____ факультета

_____ Брага Регины Игоревны _____

Научный руководитель,

доцент, к. г. н. _____

Н.В.Короткова

Зав. кафедрой

д.ф.-м.н. _____

М.Б. Богданов

Саратов 2017

Введение. Состояние воздушной среды является важным элементом городской экосистемы, оказывая большое влияние на все стороны быта и производственной деятельности жителей. Высокая концентрация загрязняющих веществ в атмосфере городов и промышленно развитых центров наносит огромный вред здоровью населения и большой ущерб всем отраслям хозяйств.

Защита атмосферы от загрязнения стала одной из наиболее актуальных современных проблем, при решении которой все большая роль отводится метеорологической науке.

Влияние метеорологических факторов на формирование уровня загрязнения воздуха городов велико. Оно определяет значительное повышение концентрации примесей в отдельные периоды за счет чрезвычайно неблагоприятных для их рассеивания условий. Метеорологические условия в большинстве случаев определяют суточный ход концентрации примесей с максимумом в одних районах днем, а в других – утром и вечером. В связи с этим мероприятия по снижению выбросов следует планировать на те периоды, в которые наиболее вероятны неблагоприятные погодные условия. Метеорологические условия могут увеличивать или уменьшать среднегодовой уровень загрязнения воздуха почти в 2 раза. Этим они искажают характер его тенденции.

2 Влияние метеорологических условий на загрязнение атмосферы

Атмосфера, как и вся природная среда в целом, обладает способностью к самоочищению. Вредные вещества, поступающие в атмосферу от антропогенных источников, оседают на поверхности домов, растений, почвы, вымываются атмосферными осадками и переносятся на значительные расстояния от места выброса. Все эти процессы происходят с помощью ветра и зависят от температуры воздуха, солнечной радиации, атмосферных осадков и других метеорологических факторов. Под влиянием всех этих факторов при постоянных выбросах вредных веществ уровень загрязнения приземного слоя воздуха может меняться в очень широких пределах.

1.2 Влияние скорости и направления ветра на загрязнение

Главным фактором, влияющим на распространение примесей в атмосфере,

является ветровой режим. Максимум концентрации обычно создается на расстоянии, кратном 10-20 высотам труб источника выбросов. Поэтому при проектировании размещения промышленных предприятий и жилых кварталов учитывается повторяемость различных направлений ветра (роза ветров), особенно со стороны предприятий, и расстояние до предприятия.

Необходимо принимать во внимание не только направление, но и скорость ветра. Выбросы низких и неорганизованных источников скапливаются в приземном слое при слабых ветрах. При выбросах от промышленных предприятий с высотными трубами значительные концентрации примесей у земли создаются при так называемой опасной скорости ветра. Из высоких труб воздушная смесь (факел) выходит с определенной скоростью. Если эта смесь имеет более высокую температуру, чем окружающий воздух, она поднимается вверх, и вредные примеси уносятся в верхние слои атмосферы. При слабых ветрах подъем факела увеличивается, и примеси почти не достигают земли. При сильных ветрах наблюдается перенос примесей на значительные расстояния от места выброса. Но имеется некоторая промежуточная скорость ветра, при которой факел опускается к земле (наблюдается эффект «задымления») и в приземном слое формируется наибольший уровень загрязнения. Эта скорость и называется «опасной». Ее значение зависит от высоты, скорости и температуры выбросов из источника; например для тепловых электростанций она равна 4-6 м/с.

При ослаблении ветра до штиля происходит подъем перегретых выбросов от отдельных высоких источников в верхние слои атмосферы, где они рассеиваются. Однако если при этих условиях наблюдается инверсия, то она образует «потолок», препятствующий подъему выбросов. Тогда концентрация примеси в приземном слое будет резко возрастать.

Большую опасность представляют так называемые застои воздуха, то есть ситуации, когда приземные инверсии температуры наблюдаются при скорости ветра 0-1 м/с. [1, 2]. При этой ситуации выбросы вредных веществ не могут подниматься в верхние слои атмосферы и уноситься от источников выбросов. При зстоях воздуха все вредные вещества скапливаются у источников выбросов.

В городах вытянутой формы влияние ветра особенно существенно. Если

направление ветра совпадает с вытянутостью города, то наблюдается наложение выбросов различных источников и зона повышенного загрязнения создаётся с подветренной части города.

1.3 Влияние осадков на формирование уровня загрязнения

Известно, что осадки приводят к значительному очищению атмосферы. Ливневые осадки больше очищают воздух, чем обложные. Анализ результатов наблюдений показал, что повышенные концентрации пыли и сернистого газа редко наблюдаются после дождя, а удаление их из атмосферы в большой степени зависит от интенсивности и количества выпавших осадков. Скорость уменьшения сернистого газа увеличивается с возрастанием интенсивности дождя. Концентрация диоксида азота так же, как и сернистого газа, уменьшается при выпадении осадков, а озон и другие окислители в летнее время после дождя исчезают из атмосферы почти полностью. [1].

1.4 Влияние туманов на формирование уровня загрязнения

Накопление примесей в атмосфере обусловлено слабыми ветрами в большой толще атмосферы и инверсиями (приподнятыми и приземными), усиливается в условиях туманов. Капли тумана поглощают вредные вещества как вблизи поверхности, так и из вышележащих загрязнённых слоев воздуха и, таким образом, как бы аккумулируют, примесь из весьма протяжённого слоя, что существенно увеличивает суммарное загрязнение воздуха вблизи подстилающей поверхности. При растворении примесей иногда образуются новые более вредные вещества. А при содержании в тумане частиц металлов (марганца, меди, железа) или аммиака, процесс окисления ускоряется. Например, при растворении в каплях тумана диоксида серы образуются капли более токсичной серной кислоты. [4].

2. Организация наблюдений за загрязнением воздуха в Саратове

В Саратове организовано 6 пунктов наблюдения за загрязнением воздуха, расположенных в разных районах города (ПНЗ-3 и ПНЗ-4 в данный период не существуют).

ПНЗ-1 находится в Заводском районе, на краю летного поля авиационного завода, вблизи оживленной автомагистрали.

ПНЗ-2 находится также в Заводском районе: на территории жилого

поселка, характеризует состояние атмосферного воздуха около ОАО «Нитрон», ОАО «Крекинг» и ТЭЦ-2.

ПНЗ-5 в Волжском районе, на пересечении улиц Октябрьской и Московской, вблизи улицы с интенсивным движением автотранспорта, ПО «Саратовмебель» и фурнитурного завода.

ПНЗ-6 находится в Ленинском районе около ДК ОАО «Саратовстекло», характеризует состояние атмосферы около этого завода и ПО «Рефлектор».

ПНЗ-7 - также в Ленинском районе, на проспекте 50-летия Октября, отделен от оживленной автомагистрали, ОАО «Жировой комбинат» и ПО «Тантал» сквером с несколькими рядами деревьев.

ПНЗ-8 расположен на пересечении улиц Астраханской и Б. Горной, где весьма интенсивно движение автотранспорта, близко расположены предприятия «Саратоврезинотехника», «Лакокраска» и мебельная фабрика.

Эти посты условно подразделяются на «городские фоновые» - в жилых районах (ПНЗ-1, ПНЗ-7), «промышленные» - вблизи предприятий (ПНЗ-2, ПНЗ-6) и «авто» - вблизи магистралей с интенсивным движением (ПНЗ-5, ПНЗ-8) [5].

2.1 Методика расчета специфических примесей

Для определения уровня загрязнения атмосферы в настоящее время используются следующие характеристики загрязнения воздуха

1. средняя концентрация примеси в воздухе, мг/м³ или мкг/м³ (q_{cp});
2. среднее квадратическое отклонение q_{cp} , мг/м³ или мкг/м³ (σ_{cp});
3. максимальная разовая концентрация примеси, мг/м³ или мкг/м³ (q_m)

Загрязнение воздуха определяется по значениям средних и максимальных разовых концентраций примесей. Степень загрязнения оценивается при сравнении фактических концентраций с ПДК.

ПДК — предельно допустимая концентрация примеси для населенных мест, утвержденная Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации. Значения ПДК даны в сборнике «Перечень и коды веществ, загрязняющих атмосферный воздух».

Средние концентрации примесей сравниваются с ПДК среднесуточными, максимальные из разовых концентраций — с ПДК максимально разовыми:

- повторяемость, %, разовых концентраций примеси в воздухе выше предельно допустимой концентрации (ПДК) данной примеси;
- повторяемость, %, разовых концентраций примеси в воздухе выше 5 ПДК;
- число случаев концентраций примесей в воздухе, превышающих 10 ПДК.

Используются три показателя качества воздуха:

ИЗА — комплексный индекс загрязнения атмосферы, учитывающий несколько примесей. Величина ИЗА рассчитывается по значениям среднегодовых концентраций. Поэтому этот показатель характеризует уровень хронического, длительного загрязнения воздуха. Поскольку ИЗА используется очень часто, правила его расчета приведены ниже [8].

СИ — наибольшая измеренная разовая концентрация примеси, деленная на ПДК. Она определяется из данных наблюдений на станции за одной примесью, или на всех станциях рассматриваемой территории за всемиримесями за месяц или за год. Обычно оценивается количество городов, в которых СИ > 5 или СИ > 10;

Основным показателем степени загрязнения воздуха города является интегральный индекс загрязнения атмосферы (ИЗА). Правила его расчета по данным о средних концентрациях примесей приведены ниже. ИЗА учитывает не только концентрации n различных веществ, но и вредность их воздействия на здоровье. Он рассчитывается следующим образом:

$$I_n = \sum = \sum (x_i / \text{ПДК}_i) C_i,$$

где X_i — средняя за год концентрация i -того вещества, C_i — коэффициент, позволяющий привести степень загрязнения воздуха i -тым веществом к степени загрязнения воздуха диоксидом серы,

I_n — ИЗА, безразмерная величина.

Установлены значения C_i для веществ 4, 3, 2 и 1 классов опасности, которые равны 0,9; 1,0; 1,3 и 1,5 соответственно. Диоксид серы относится по степени вредности к третьему классу опасности ($C_i=1$), к ней приводится вредность всех веществ. В конкретном городе не на всех станциях измеряются концентрации одинакового набора веществ, их количество также различается. При такой ситуации данные расчета суммарного ИЗА не могут сравниваться между собой. Чтобы значения I_n были сопоставимы для разных городов или за разные интервалы времени в одном городе, необходимо рассчитывать их из одинакового количества ($n=m$) веществ. Вначале рассчитываются парциальные значения I_i , для каждого вещества в отдельности, затем составляется вариационный ряд, в котором $I_1 > I_2 > \dots > I_m$ для m веществ, имеющих наибольшие значения индексов. Обычно выбирается пять веществ ($m=5$) с наибольшими значениями индексов, по которым рассчитывается суммарный индекс загрязнения атмосферы I_m .

Значение ИЗА показывает, какому уровню загрязнения в единицах ПДК диоксида серы соответствуют фактически наблюдаемые уровни, т.е. во сколько раз суммарный уровень загрязнения воздуха превышает ПДК диоксида серы. Вследствие того, что ИЗА рассчитывается по среднегодовым значениям концентраций вредных примесей, он может быть показателем хронического воздействия загрязнения воздуха города на здоровье населения.

Показатель ИЗА используется не только, чтобы суммировать данные различных концентраций, измеренных в городе. Он применяется для изучения связи между уровнем загрязнения и заболеваемостью населения [9].

Установлены четыре категории качества воздуха в зависимости от уровня загрязнения. Уровень загрязнения считается низким при значениях ИЗА менее 5, повышенным при КИЗА от 5 до 6, СИ < 5, высоким при КИЗА от 7 до 13, СИ от 5 до 10 и очень высоким при КИЗА > 13, СИ > 10

2.3 Анализ результатов наблюдения за загрязнением воздуха специфическими примесями в осенне-зимний период 2010-2014 гг.

Чтобы оценить уровень загрязнения, необходимо сравнить результаты наблюдений с критериями качества воздуха.

В нашей стране оценка состояния загрязнения атмосферы производится путем сравнения средних и максимальных значений концентрации с гигиеническими нормативами. Гигиеническими нормативами допустимого содержания в атмосфере вредных веществ являются предельно допустимые концентрации (ПДК).

В таблицах 4.1 – 4.5 приведены средние концентрации исследуемых специфических примесей за осенне-зимний период с 2010 по 2014гг.

По данным таблиц можно сделать вывод, что в 2010 году за осенний период на всех постах сероводород q по ПНЗ не превышал нормы ПДК. Фенол на всех постах q по ПНЗ не превышал нормы ПДК. Аммиак на 2 посту q по ПНЗ составил 0,055, а ПДК составляет 0,04, из этого следует, что средняя концентрация аммиака превышает норму ПДК. На 7 посту q по ПНЗ сероводород не превысил ПДК. Фторид водорода q по ПНЗ на всех постах не превышал ПДК. Средняя концентрация формальдегида на всех постах превышала норму ПДК. HCL на всех постах q по ПНЗ не превышал ПДК. Исходя из данных таблиц 2010 года за зимний период, следует сделать вывод, что сероводород q по ПНЗ не превышал ПДК. Фенол на 5,6 посту q по ПНЗ превысил ПДК. А на 2, 8 посту q по ПНЗ не превышал ПДК. Аммиак на всех постах не превышал ПДК. Фторид водорода q по ПНЗ на всех постах не превышал ПДК. Формальдегид q по ПНЗ превышал ПДК на всех постах. HCL q по ПНЗ на всех постах не превышал ПДК. В 2011 году за осенний период сероводород на всех постах не превышал ПДК. Фенол на всех постах q по ПНЗ не превышал ПДК. Аммиак на всех постах не превышал ПДК. Фторид водорода на всех постах не превышал ПДК. Формальдегид q по ПНЗ на всех постах превышал ПДК. За зимний период того же года Сероводород на 1 посту q по ПНЗ превысил ПДК, а на 2 посту сероводород q по ПНЗ превысил ПДК. Фенол q по ПНЗ на всех постах не превышал ПДК. Фторид водорода на 6 посту q по ПНЗ превысил ПДК, а на 8

посту не превышал ПДК. Формальдегид q по ПНЗ превышал ПДК на всех постах. HCL на всех постах не превышал ПДК.

В 2012 году за осенний период сероводород q по ПНЗ на всех постах не превышал ПДК. Средняя концентрация фенола на 2,5,6,7 постах не превышала ПДК, а на 8 посту q по ПНЗ составляет 0,0038, из этого следует, что фенол превышал ПДК. Аммиак q по ПНЗ составил 0,0471, следовательно, аммиак превышал ПДК, а на 7 посту q по ПНЗ составил 0,0306, из этого следует, что средняя концентрация не превышала ПДК. Средняя концентрация формальдегида на всех постах превышала ПДК. За зимний период этого же года сероводород на всех постах q по ПНЗ не превышал ПДК. Средняя концентрация фенола 2,5,6 постах не превышала ПДК, а на 8 посту средняя концентрация фенола превысила ПДК. Аммиак на всех постах q по ПНЗ не превышал ПДК. Фторид водорода на всех постах q по ПНЗ не превышал ПДК. Средняя концентрация формальдегида на всех постах не превышала ПДК. HCL q по ПНЗ на всех постах не превышал по ПДК.

По данным из таблиц 2013 года за осенний период следует отметить, что сероводород q по ПНЗ на всех постах не превышал ПДК. На всех постах q по ПНЗ фенола не превышал ПДК. Аммиак на 2 посту q по ПНЗ составил 0,1064, следовательно, было превышение ПДК, а на 7 посту q по ПНЗ составил 0,0410 можно сказать, что превышения ПДК не было. Фторид водорода q по ПНЗ на всех постах не превышал ПДК. Средняя концентрация формальдегида превышала ПДК на всех постах. HCL на всех постах не превышал ПДК. В зимний период q по ПНЗ сероводорода не превышал ПДК на всех постах. Фенол на 5,6,7 посту q по ПНЗ не превышал ПДК, а на 8 посту фенол q по ПНЗ превысил ПДК. Аммиак на всех постах q по ПНЗ не превысил ПДК. Фторид водорода q по ПНЗ на всех постах не превысил ПДК. Средняя концентрация формальдегида на всех постах превышала норму ПДК. HCL q по ПНЗ на всех постах не превышал ПДК.

В 2014 году за осенний период сероводород q по ПНЗ не превышал норму ПДК. Фенол на 2,5 постах q по ПНЗ превысил ПДК, а на 5,7,8 посту не превышал ПДК. Аммиак q по ПНЗ на всех постах превысил норму ПДК. Фторид водорода

на всех постах превысил ПДК. Формальдегид q по ПНЗ на всех постах превысил ПДК. HCL q по ПНЗ на всех постах не превышал ПДК. В том же году за зимний период сероводород q по ПНЗ не превышает ПДК. Фенол q по ПНЗ на всех постах не превышал ПДК. Аммиак q по ПНЗ на всех постах превысил ПДК. Формальдегид q по ПНЗ на всех постах превысил ПДК.

Заключение. В бакалаврской работе было приведено исследование загрязнения воздуха в Саратове специфическими примесями за осенне-зимний период и 2011-2015 гг. И его связи с температурой воздуха и направлением ветра. Из анализа результатов данного исследования можно сделать следующие выводы:

Вероятно, такие значения можно объяснить физико-химическими свойствами примесей или различием источников выбросов. Формальдегид поступает в атмосферу в основном от автотранспорта, которого летом на дорогах значительно больше, чем зимой, но более устойчивая стратификация приземного слоя атмосферы зимой способствует накоплению этой примеси, а летом чаще наблюдается неустойчивая стратификация в приземном слое, которая способствует переносу этой примеси в более высокие слои.

2. В осенний сезон концентрации фторида водорода увеличиваются с повышением температуры. Вероятно, это объясняется условиями циркуляции.

3. В осенний сезон концентрации почти всех исследуемых специфических примесей (аммиака, формальдегида, сероводорода) уменьшаются с понижением температуры. Вероятно, это объясняется условиями циркуляции.

4. Результаты исследования влияния ветрового режима в различных районах на уровень загрязнения воздуха специфическими примесями позволяют конкретизировать понятие «неблагоприятное направление ветра» по районам города и источникам загрязнения. Выявлено, что увеличение концентраций наблюдается при ветрах со стороны промышленных предприятий, а также при штилевых ситуациях. Т.е. на некоторых ПНЗ Саратова преобладающие ветры не способствуют переносу большого количества вредных веществ, а наибольшее загрязнение воздуха формируется при ветрах малой повторяемости. В основном

концентрации специфических примесей определяются выбросами низких источников (автотранспортом), но нельзя исключать и влияние высоких источников (промышленные предприятия).