

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

Загрязнения воздушного бассейна в Саратове в 2012 - 2016 гг.

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента _____ 5 _____ курса _____ 521 _____ группы
направления _____ 05.03.05 Прикладная гидрометеорология _____
_____ географического факультета _____
_____ Китика Сергея Олеговича _____

Научный руководитель

доцент, к.г.н.

Н.В. Короткова

Зав. кафедрой

д.ф.-м.н.

М.Б. Богданов

Саратов 2018

Введение. Быстрое развитие научно-технического прогресса во всех отраслях научного хозяйства наряду с положительным решением проблем улучшения жизни человека, приносит множество отрицательных факторов в окружающую среду негативно влияющих на здоровье общества. Особенно ярко это прослеживается в условиях проживания в крупных городах с развитой промышленностью.

Наиболее сложная проблема современных городов – загрязнение и деградация окружающей среды. Город Саратов не исключение. С геоэкологической точки зрения на территории города выделяются два крупных промышленных района Заводской (на юге) и Ленинский (на севере) и наиболее освоенная и техногенно-измененная центральная часть, для которой характерны низкое гипсометрическое положение, очень плотная застройка, слабое озеленение, наличие промышленных предприятий..

Несмотря на то, что произошел спад производства, и количество выбросов в атмосферу снизилось, но проблема загрязнения городского воздуха продолжает оставаться актуальной, так как город Саратов относится к городам со сложным рельефом, и условия орографии и ветрового режима оказывают существенное влияние на состояние атмосферного воздуха.

В связи с этим целью курсовой работы является выявление уровня и динамики загрязнения приземного слоя воздуха на территории г. Саратова в 2012 – 2016 гг.

Для этого надо было решить следующие задачи:

1. Выявить факторы, определяющие условия загрязнения воздуха в г. Саратове
2. Показать основные источники загрязнения атмосферного воздуха в г. Саратове
3. Определить уровень загрязнения атмосферы с помощью комплексного индекса загрязнения атмосферы (КИЗА).
4. Проследить динамику загрязнения воздуха на территории города за 2012 – 2016 гг.

Материалы и методы исследования. В ходе работы применялись следующие методы исследования: картографический, литературно-исторический, сравнительно-географический, а также методы системного анализа и научного обобщения.

В качестве теоретических материалов в работе были использованы труды российских авторов, отражающие проблему загрязнения атмосферного воздуха в городах (Фетисова Л.М, Пужлякова Г.А., Полянская Е.А., Безуглая Э.Ю. и др).

Также были использованы материалы Интернет-ресурсов, доклады комитета экологии и природопользования Саратовской области, министерств и ведомств которые анализируют сложившуюся экологическую обстановку в Саратове, выявляют актуальные проблемы экологии города и предлагают пути решения данных экологических проблем.

Основное содержание работы. Территория Саратова располагается в пределах крупного элемента рельефа - Приволжской возвышенности, которая на востоке приподнята и круто обрывается в сторону Волги. Почти для всего правого берега Волги характерно развитие овражной эрозии и оползней. Городская территория в целом имеет ступенчатое строение рельефа, обуславливающее многоярусность ландшафта. В настоящее время выделяется три крупных ландшафтных района, для каждого из которых существует определенная специфика природных условий: Лысогорское плато, Приволжская котловина, Елшано-Гусельская равнина [1].

Основная часть города размещена в Приволжской котловине, которая тянется вдоль Волги с севера на юг примерно на 18 км и с запада на восток на 4-5 км. Она имеет форму полукольца, открытого со стороны Волгоградского водохранилища и характеризуется перепадами высот от 15 до 190 м абсолютной высоты. С севера она ограничена Соколовой горой, на западе массивом Лысой горы и на юге - горами У века.

Наиболее возвышенным элементом Приволжской котловины является денудационный уступ, окаймляющий Лысогорское плато. Это наиболее

расчлененная форма рельефа с многочисленными промоинами, оврагами, балками, ущельями, а также оползнями, вследствие чего возникает своеобразная система эрозионно-оползневых цирков шириной 1-2 км. Крутизна уступа на всем его протяжении довольно однородна (10-25°).

В северной части Приволжской котловины сформировалось субширотное понижение, которое проходит вдоль долины Глебучева оврага примерно с северо-запада на юго-восток. Этот природный коридор разделяет Лысогорское плато и Елшано-Гусельскую равнину на протяжении 7-8 км и является естественным «воздуховодом» города.

Котловина узкими мысообразными водоразделами делится на три субкотловины: Северную, Центральную и Южную. В Северной субкотловине расположена старая плотно застроенная часть города, в Центральной северная часть Заводского района с основными машиностроительными предприятиями, в Южной - остальная часть Заводского района, где сосредоточены крупные предприятия химической и нефтехимической промышленности.

Таким образом, территория Саратова имеет сложный рельеф: котловинный в центральной и южной частях и холмисто-балочный равнинный в северной части города [1].

В Саратове было организовано 8 пунктов наблюдения за загрязнением воздуха, расположенных в различных районах города (ПНЗ-3 и ПНЗ-4 в настоящее время не существует). ПНЗ-1 находится в Заводском районе, вблизи оживленной автомагистрали. Недалеко от него расположены промышленные предприятия, ТЭЦ-1. 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 (в Ленинском районе около Дворца-культуры «Саратовстекло») характеризует состояние атмосферы около этого завода. ПНЗ-7 - также в Ленинском районе, на проспекте 50-летия Октября, отделен от оживленной

автомагистрали, «Жировой комбинат» и «Тантал» сквером с несколькими рядами деревьев. ПНЗ-8 расположен на пересечении улиц Астраханской и Б. Горной, где очень интенсивное движение автотранспорта, близко находятся предприятия «Саратоврезинотехника», «Лакокраска» и мебельная фабрика. Схема расположения ПНЗ представлена на рисунке 1.2.

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

Источники антропогенного загрязнения воздуха в Саратове. К основным источникам очаговых загрязнений воздушного бассейна г. Саратова относятся выбросы промышленных предприятий и автотранспорта.

Последние 15 лет привели к снижению промышленного производства, уменьшив долю промышленного загрязнения. Важную роль сыграл переход многих котелен города на газообразное топливо вместо мазута. Все это привело к тому, что суммарный выброс от промышленных источников в городе снизился с 51,6 тыс. тонн в 1990 году до 17,8 тыс. тонн в 2016 году.

На смену интенсивным выбросам от промышленных источников все большую долю в загрязнении атмосферного воздуха в Саратове вносит автотранспорт. По данным докладов о состоянии и об охране окружающей среды Саратовской области вклад автотранспорта в суммарный выброс по городу в последние годы достиг 70%. Основными загрязнителями атмосферного воздуха являются: формальдегид, диоксид серы, оксид азота, летучие органические соединения (ЛОС), оксид углерода и сажа [4, 5, 6].

Крупнейшим загрязнителем воздуха из всех предприятий города являются ТЭЦ, которые дают более половины всех промышленных выбросов в атмосферу.

Автотранспорт. По данным Управления ГИБДД ГУ МВД России по Саратовской области по состоянию на 1 января 2016 года в городе зарегистрировано 310,8 тыс. единиц автомобильного транспорта, из них на

долю легковых автомобилей приходится до 85%, грузовые автомобили и автобусы занимают 15% от общего количества автомобильного транспорта [6].

Оксид углерода и оксиды азота поступают в атмосферу только с выхлопными газами, тогда, как и не полностью сгоревшие углеводороды поступают как вместе с выхлопными газами, так и из картера, топливного бака и карбюратора; твердые примеси поступают в основном с выхлопными газами и из картера [7].

Наибольшее количество загрязняющих веществ выбрасывается при быстром разгоне автомобиля, а также при движении с малой скоростью. Относительная доля углеводородов и оксида углерода наиболее высока при торможении и на холостом ходу, доля оксидов азота - при разгоне. Автомобили особенно сильно загрязняют атмосферу при частых остановках и при движении с малой скоростью. Создаваемые в городах системы движения в режиме «зеленой волны», существенно сокращающие число остановок транспорта на перекрестках, призваны сократить загрязнение воздуха в городах [7, 9].

Не смотря на то, что дизельные двигатели более экономичны, таких веществ как CO, NO₂ выбрасывают не более, чем бензиновые, они существенно больше выбрасывают дыма, который к тому же обладает неприятным запахом. Дизельные двигатели не только загрязняют воздух, но и воздействуют на здоровье человека гораздо в большей степени, чем бензиновые [7].

Промышленность. К основным источникам очаговых загрязнений атмосферы относятся газопылевые выбросы предприятий химической, металлургической и машиностроительной промышленности, тепловых электростанций и транспортных машин. Эти загрязнения наиболее характерны для городов, промышленных районов и автомобильных магистралей. В воздушной среде городов с автомобильным транспортом, промышленными предприятиями и отопительными установками концентрация различных загрязнителей достигает значительных величин [7].

Основной вклад в выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников на территории г. Саратова вносят предприятия

транспорта и связи, обрабатывающие, производство цемента, извести и гипса, производство и распределение электроэнергии, газа и воды [5, 6].

К химической промышленности относится большая группа предприятий. Состав их промышленных выбросов весьма разнообразен, большинство химических соединений являются весьма токсичными для организма человека. К основным выбросам предприятий химической промышленности относятся оксид углерода (IV), оксиды азота (IV), сернистый ангидрид, аммиак, пыль от неорганических производств, органические вещества, сероводород и сероуглерод, хлористые, фтористые соединения [8].

Основные загрязнители атмосферы - оксид углерода (CO) и диоксид серы (SO₂). Ниже всего концентрация CO у озонового слоя на высотах 9-17 км, а также у земной поверхности, особенно на суше.

Влияние скорости и направления ветра. Главным фактором, влияющим на распространение примесей в атмосфере, является ветровой режим. Максимум концентрации обычно создаётся 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. Наибольшие концентрации примесей в городах наблюдаются часто при скорости ветра 0 – 1 м/с [9, 10, 11]. 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 [9, 12, 13].

Большую опасность представляют так называемые застои воздуха, то есть ситуации, когда приземные инверсии температуры наблюдаются при скорости ветра 0-1 м/с. При этой ситуации выбросы вредных веществ не могут подниматься в верхние слои атмосферы и уноситься от источников выбросов. При застоях 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. Если преобладает направление перпендикулярное вытянутости города, то это приводит к общему снижению уровня загрязнения [9, 11].

Влияние инверсий и изотермий температуры. Возрастание температуры с высотой называется инверсией температуры. Инверсия температуры может наблюдаться как у поверхности земли (приземная инверсия), так и на некоторой высоте (высотная инверсия). Если инверсия встречается на небольшой высоте от земли, ее называют приподнятой. Инверсия характеризуется вертикальной протяженностью (т.е. разностью высот от верхней до нижней границы инверсии) и интенсивностью (т.е. разностью

значения температуры на верхней и нижней границах инверсии).

Инверсии температуры относятся к числу неблагоприятных погодных ситуаций, характеризующих особенности стратификации нижнего слоя тропосферы. Приземные и приподнятые инверсии температуры, имеющие устойчивую стратификацию, являются задерживающими слоями, т.к. препятствуют распространению примесей в атмосфере. Если слой приподнятой инверсии располагается непосредственно над трубой источника выбросов, то в приземном слое атмосферы могут создаваться опасные условия загрязнения, т.к. инверсионный слой ограничивает подъем выбросов, способствует их опусканию и накоплению в приземном слое. Если слой приподнятой инверсии располагается на достаточно большой высоте от труб промышленных предприятий, то концентрация примесей не будет сильно увеличиваться. Примеси несколько разбавляются в атмосфере. Слой инверсии, расположенный ниже уровня выбросов, препятствует их переносу к земной поверхности. Выбросы загрязнений выше инверсии, хотя и не ведут к опасным метеорологическим условиям в данном месте, способствуют переносу техногенных примесей на большие расстояния. При этом возрастает опасность значительного загрязнения удаленных территорий. В городских условиях при наличии большого числа низких источников выбросов, особенно если температура выбросов ниже температуры окружающего воздуха, при приподнятых инверсиях создаются условия накопления примесей.

В конкретных случаях влияние инверсии может увеличиваться или уменьшаться в зависимости от распределения источников выбросов по территории города. Большую опасность представляют застои воздуха. За характеристику «застоя» принимается приземная инверсия температуры при скорости ветра 0-1 м/с. Застои обычно связывают с крупномасштабными атмосферными процессами, чаще всего антициклонами [9, 13, 14].

Состояние и уровень загрязнения атмосферного воздуха. Расчет степени загрязнения атмосферного воздуха для каждого района города, где ведутся систематические наблюдения за состоянием загрязнения атмосферного

воздуха, показал, что наиболее сильно загрязнен атмосферный воздух в Кировском районе города Саратова (ПНЗ-8). На качество воздушного бассейна этого района влияют выбросы автотранспорта. Основные загрязняющие вещества здесь – оксид углерода, диоксид азота, фторид водорода, фенол и формальдегид. Наибольший вклад в загрязнение атмосферы района вносит формальдегид (81%).

Несколько менее загрязнен район, примыкающий к поселку завода «Техстекло» (ПНЗ 6). Здесь велика концентрация сернистого ангидрида, оксида углерода, фторида водорода, растворимых сульфатов. «Набор» химических веществ говорит о вкладе в загрязнение воздуха завода «Техстекло» и транспорта.

На втором месте по уровню загрязнения следует Заводской район. Наблюдения за качеством атмосферного воздуха района проводятся на двух постах (ПНЗ-1 и ПНЗ-2). Приоритетными примесями для этого района являются формальдегид, аммиак, диоксид азота, фенол и оксид углерода. Наибольший вклад в загрязнение вносит формальдегид – 73%, фенол – 8%, аммиак – 8%, диоксид азота – 7%. Вклад остальных контролируемых примесей незначителен.

На уровень загрязнения Волжского района (ПНЗ-5) города влияют выбросы от автотранспорта. Наибольший вклад в загрязнение атмосферы вносят формальдегид – 81% и диоксид азота – 9%. Вклад остальных контролируемых примесей незначителен.

Менее всего загрязнен атмосферный воздух Ленинского района города в районе ПНЗ 7. Наибольший вклад в загрязнение атмосферы района вносит формальдегид – 78% и диоксид азота – 7%, вклад остальных веществ незначителен.

Анализ состояния и загрязнения атмосферного воздуха города в период наблюдений выявил также и сезонные изменения в уровне загрязнения атмосферы города Саратова. На рисунке 4.5 показаны графики которые

наглядно демонстрируют годовой ход изменений значений ИЗА в 2013 и в 2015 гг. на ПНЗ 8 и ПНЗ 6.

Пики загрязнения в 2013 году приходится на лето и первую половину осени, затем – весна, минимум загрязнения приходится на зиму.

В 2015 году картина загрязнения несколько меняется, пики уровней приходятся на первый месяц лета - июнь и весну, затем осень, минимум загрязнения приходится также на зиму.

Наиболее характерные пики загрязнения с максимальными показателями ИЗА отмечались в 2013 году.

Загрязнение зимой и загрязнение летом очень сильно отличались между собой. В летний период (июль-август) загрязнение атмосферного воздуха было больше в два раза, чем в зимний (декабрь-январь).

Это объясняется тем, что большую долю в загрязнении атмосферного воздуха в Саратове, особенно в летний период вносит автотранспорт.

Заключение. В бакалаврской работе произведено исследование некоторых микроклиматических особенностей внутри города Саратова по данным ПНЗ по сравнению с окрестностями (данные АМСГ). Исследовались различия в температуре, скорости и направления ветра летом и зимой 2013-2015 гг.

Из анализа результатов наблюдений за температурой воздуха и скоростью и направлением ветра на ПНЗ в городе и на АМСГ можно сделать следующие выводы.

1 В январе и июле 2013 года в Саратове четко выявился «остров тепла». Среднее значение температуры внутри города превышает среднюю температуру на АМСГ. Это превышение порядка $0,6^{\circ}$ зимой и $0,9^{\circ}$ летом. А в 2014 году это превышение порядка $1,0^{\circ}$ зимой и $0,7^{\circ}$ летом.

2 В дневном ходе разностей температур город - окрестности выявляются следующие особенности: в 2013 году в утренние часы января $\Delta t = 0,3^{\circ}$, а в июле $\Delta t = 0,4^{\circ}$; в 2014 году в утренние часы января $\Delta t = 0,5^{\circ}$, а в июле $\Delta t = 0,3^{\circ}$.

3 По территории города Δt распределены неравномерно. Наибольшее превышение температуры оказалось в районе ПНЗ, расположенных в тесно застроенных и с наиболее интенсивным движением автотранспорта местах.

4 В городе и летом и зимой во все сроки резко (в 2 и более раз) снижается скорость ветра, по сравнению с АМСГ.

5 Скорость по направлениям распределена следующим образом. Зимой 2013 г. наиболее часто отмечался юго-западный и южный ветры, а в 2014 г. – северный, восточный, западный и северо-западный. Летом 2013 г. – северный, северо-восточный и юго-западный ветры, а в 2014 г. – восточный, западный и северо-западный. На АМСГ зимой 2013 г. наиболее часто отмечались юго-восточный и южный потоки, а летом – северный и северо-восточный. На АМСГ зимой 2014 г. часто отмечались северный, восточный, западный и северо-западный ветры, а летом – северо-восточный и западный ветры.