

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра физической географии и ландшафтной экологии

Условия проветриваемости Северной субкотловины г. Саратова

АВТОРЕФЕРАТ МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЫ

студентки 2 курса 245 группы

направления 05.04.06 Экология и природопользование

географического факультета

Сурковой Дарьи Евгеньевны

Научный руководитель
профессор, д.г.н.

должность, уч. степень, уч. звание

подпись, дата

В.З. Макаров

инициалы, фамилия

Зав. кафедрой
профессор, д.г.н.

должность, уч. степень, уч. звание

подпись, дата

В.З. Макаров

инициалы, фамилия

Саратов 2025

Введение. В современном мире основная часть населения проживает в городах. В основном в крупных и крупнейших городах и мегалополисах. Саратов относится к числу крупнейших городов Нижнего Поволжья.

Остро поставлена проблема загрязнения приземного слоя воздуха и аккумуляции различных опасных загрязняющих веществ на территории северного подрайона Приволжской котловины (Северная субкотловина) города Саратова, которая охватывает центральную (историческую) часть городской территории, а также восточный склон Лысогорского плато. Здесь располагаются различные промышленные предприятия (крупные, средние и небольшие), а также наблюдается довольно плотный транспортный поток, что в совокупности оказывает огромное влияние на состояние приземного слоя воздушного пространства городской территории.

Цель работы: определить условия проветриваемости приземного слоя воздуха Северной субкотловины г. Саратова.

Основные задачи:

1. Рассмотреть природные и градостроительные особенности Северной субкотловины;
2. Провести оценку проветриваемости городской территории при помощи методов геоинформационного картографирования;
3. Определить источники загрязнения Северной субкотловины и провести полевые исследования на наиболее представительных участках для подтверждения теоретических предположений об уровнях загрязнения, обусловленных условиями проветриваемости;
4. Сделать выводы об условиях проветриваемости территории Северной субкотловины г. Саратова.

Научная новизна: Проведена оценка условий проветриваемости Северной субкотловины г. Саратова.

Методы исследования: работа с различными источниками информации, метод геоинформационного картографирования и анализа, полевые методы

исследования территории (аспирационный метод, литопедохимический отбор на содержание тяжёлых металлов).

Фактический материал: полевые материалы (пробы пыли и почвенных образцов), картографические материалы из фондов лаборатории урбоэкологии и регионального анализа, лаборатории геоинформатики и тематического картографирования, данные из интернета.

Основное положение работы, выносимое на защиту: условия проветриваемости оказывают большое влияние на установление благоприятной или неблагоприятной экологической обстановки на том или ином участке городской территории, поэтому оценка проветриваемости городской территории с привлечением методологии и методики выделения городских каньонов заслуживает внимания и использования при атмоэкологических исследованиях в городе.

Структура и объем работы: Магистерская работа состоит из введения, 4 разделов, заключения, списка использованных источников (57 наименований), 6 приложений. Работа включает в себя 12 таблиц и 12 рисунков. Общий объём 7 работы составляет 89 страниц.

Основное содержание работы.

1. «Физико-географическая характеристика и градостроительные особенности Северной субкотловины». В первом разделе рассмотрены факторы природного и антропогенного характера, способные повлиять на условия проветриваемости изученной территории.

При экологической оценке Северной субкотловины необходимо обратить внимание на рельеф – занимаая окруженный возвышенностями участок, на данной территории велик риск аккумуляции различных загрязняющих веществ, выбрасываемых промышленными предприятиями и автотранспортом города. Рельеф этой территории слабо наклонен к Волге и расчленён засыпанной овражно-балочной сетью.

Рельеф городской территории способен оказывать большое влияние на различные микроклиматические характеристики, особенно отчетливо на уровне мезо- и микроклимата (Болысов, С.И. Городской..., 2016).

Волгоградское водохранилище также способно оказывать влияние на микроклимат субкотловины. Наблюдаются следующие воздействия: сглаживание перепадов температуры, увеличение среднегодовой температуры и продолжительности безморозного периода, уменьшение амплитуды суточных колебаний температур, повышение влажности воздуха в районе водохранилищ и самое главное - формирование бризов на побережье водохранилищ. Последнее, в свою очередь, может сильно сказаться на условиях проветриваемости Северной субкотловины, так как бризовые процессы влекут за собой увеличение скорости и повторяемости ветров.

Темные поверхности, характерные зданиям и дорожному полотну поглощают больше солнечного света, чем зелёные зоны. Содержащий в себе пыль и твердые загрязняющие вещества приземный воздух не способен в должном количестве отражать полученное в течение дня тепло. Высокие здания, которые являются накопителями тепловой энергии, сильно нагреваясь за день, не успевают остыть ночью. Плотная застройка «ломает» потоки ветра, что приводит к застою горячего воздуха. Все это приводит к изменению микроклимата города (Лапина, С.Н. Способность..., 2008).

В городе насчитывается 267,4 га насаждений общего пользования, при существующей норме 10 м² на одного жителя показатель 3,0 м² крайне низкий. Сады, скверы и бульвары на территории города размещены неравномерно. Необходимо увеличение площадей, занятых зелеными насаждениями, ведь это благотворно скажется на микроклиматических условиях городской среды (Артемьев, С.А. Саратов: комплексный..., 2003).

Наибольшую площадь на территории Северной субкотловины занимают жилая и общественно-деловая зоны города. Причем, многофункциональная общественно-деловая зона занимает практически такую же площадь, как и зона исторической застройки, располагаясь в северо-восточной и центральной

части субкотловины. Северо-западная и южная части заняты жилой и производственной зоной, а восточная часть, простирающаяся вдоль Волгоградского водохранилища занята преимущественно зоной рекреационного назначения.

Застройка способна изменять скорость и направление ветра и создавать определенный ветровой режим. В Северной субкотловине расположен старый исторический Саратов. Её площадь примерно 35,3 км², то есть чуть больше 11% современной территории города. Это наиболее освоенная и урбогенно измененная часть Саратова. Более 70% территории субкотловины занято жилой застройкой. Она преимущественно мало – и среднеэтажная. В старом Саратове мало зелени, сетка улицы прямоугольная. Имеются промышленные площадки небольших предприятий разного профиля. Для Северной субкотловины характерны высокая «запечатанность» в асфальт почвенного покрова и плохая проветриваемость. Более 80% территории «старого» города не способно к самоочищению, в следствие чего загрязняющие вещества концентрируются в воздухе, почве, поверхностных и подземных водах (Болысов, С.И. Городской..., 2016).

Оценка проветриваемости городской среды с использованием геоинформационных систем». Выделение типов подстилающей поверхности необходимо для понимания того, каково влияние урбанизации на микроклимат города, так как особенности поверхности влияют на теплообмен между атмосферой и землёй (Рыхлов, А.Б. Методы..., 2016). В городе выделяют как естественные, так и антропогенные типы подстилающей поверхности.

К естественным типам подстилающей поверхности города относят: озеленённые территории. Они играют большую роль в снижении скорости ветровых потоков, в изменении направления ветровых воздушных масс, а также выступают главным фактором, улучшающим состояние воздушного бассейна городских районов (Рыхлов, А.Б. Методы..., 2016).

Антропогенные типы подстилающей поверхности городской территории представлены: твердыми покрытиями – автодороги, пешеходные зоны,

газонными покрытиями, застройкой разной этажности, а также формами рельефа, значительно изменёнными хозяйственной деятельностью человека (засыпанные овражные сети) (Проветрить город...[Электронный ресурс]).

Застройка Северной субкотловины г. Саратова довольно разнообразна. На основании карты типов подстилающей поверхности, можно сделать вывод, что большую часть котловины, а особенно наиболее пониженной ее части, занимает среднеэтажная (от 2 до 6 этажей) и многоэтажная застройка (>6 этажей). Это в свою очередь приводит к изменению ветрового режима города и аккумуляции загрязняющих веществ в приземном слое воздуха. Малоэтажная застройка располагается преимущественно на склоновых территориях субкотловины.

Многоэтажные городские кварталы представляют собой сложную систему продуваемых воздушными потоками разноуровневых поверхностей с разным уклоном. Здания способны сильно изменять ветровой режим в приземном слое воздуха, создавая участки «ветровой тени» в закрытых дворах и эффект «каньона» на крупных улицах. Это может приводить к выраженной неоднородности поля загрязнения городской среды (Кошелева, Н.Е. Влияние..., 2020).

Для Северной субкотловины характерна прямоугольная сеть улиц, ориентированная широтно и меридионально по сторонам света. Ориентация каньонов по сторонам света и различия в условиях инсоляции их энергоактивных поверхностей вносит свой посильный вклад в вариации микроклиматов, создаваемых термическими свойствами строительных материалов и геометрией каньона (Глясов, А. Тепло-ветровой..., 2018).

Макроканьоны используются для решения специальных задач, таких, как исследование основных коридоров вентиляции (продувания) города (Алексеева, Л.И. Климат Москвы..., 2018).

На территории Северной субкотловины можно выделить следующие макроканьоны, являющиеся основными коридорами проветриваемости: Проспект им. 50 лет Октября, ул. Большая Садовая, ул. Политехническая,

Астраханская улица, улица Рахова, улица им. Чапаева В.И., 43 ул. им. Радищева А.Н., ул. Рабочая, улица им. Чернышевского Н.Г., ул. Московская, ул. Большая Горная и Соколова.

Данные макроканьоны являются направленными, и в силу прямоугольной сетки улиц направление некоторых коридоров совпадает с преобладающими направлениями ветра. С северо-западным направлением ветра совпадают улицы: Московская, Рабочая, Соколова, Большая Горная, проспект им. 50 лет Октября, с южным – ул. Политехническая, Большая Садовая, что может немного улучшить условия рассеивания выбросов на данных улицах. Но также нужно отметить, что все выделенные каньоны относятся к ассиметричным – имеют резкие колебания высот застройки, что ухудшает проветриваемость на территории Северной субкотловины г. Саратова (рисунок 1).

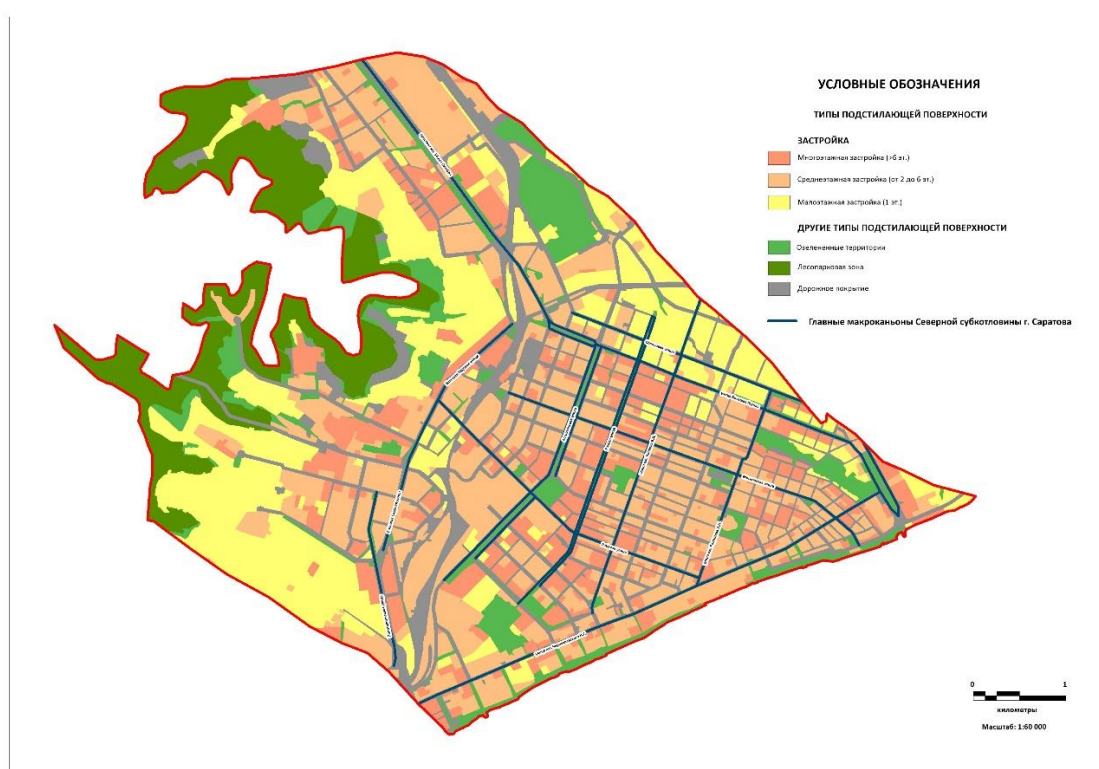


Рисунок 1 – Ключевые макроканьоны Северной субкотловины г. Саратова
(составлено автором по (Город Саратов...[Электронный ресурс])

Рассматривая в совокупности особенности распределения типов подстилающей поверхности и расположения основных макроканьонов

Северной субкотловины г. Саратова, можно сделать вывод: большая её часть характеризуется неблагоприятными условиями проветриваемости (особенно наиболее пониженная часть) в силу того, что застройка города отличается выраженными различиями в этажности, а количество макроканьонов, обеспечивающих лучшие условия проветриваемости, является недостаточным по причине довольно плотной компоновки кварталов.

Загрязнение воздушного бассейна исследуемой территории. Одним из главных факторов, влияющих на здоровье горожан, является уровень загрязнения воздушного бассейна города. Основной вклад в ухудшение экологической обстановки вносят выбросы загрязняющих веществ (ЗВ) из вентиляционных труб промышленных предприятий и выхлопы отработанного топлива из двигателей внутреннего сгорания автомобилей. «Номенклатура» загрязняющих веществ производственных объектов зависит от их профиля деятельности и мощности, высоты вентиляционных труб, котельных и других характеристик. Основными загрязняющими веществами атмосферы г. Саратов в 2023 году являлись оксид углерода, диоксид азота, хлорид водорода, аммиак, формальдегид (Доклад о состоянии..., 2023).

Для анализа воздушной среды для оценки содержания пыли и оксида углерода в приземном слое воздуха было выбрано 28 площадок отбора проб, расположенных в пределах Северной субкотловины г. Саратова.

Во всех отобранных пробах воздуха посредством аспиратора было выявлено превышение взвешенных веществ ПДКм.р. по данным среднего весового значения двух фильтров отбора. На пяти площадках наблюдается превышение более чем в 15 раз (рисунок 2). Это площадки на бульваре по ул. Астраханская вблизи ул. Новоузенская, на бульваре по ул. им. Рахова В. Г. вблизи ул. Новоузенская, на ул. Беговой, на бульваре по ул. Астраханская вблизи ул. Шелковичная и Рабочая.

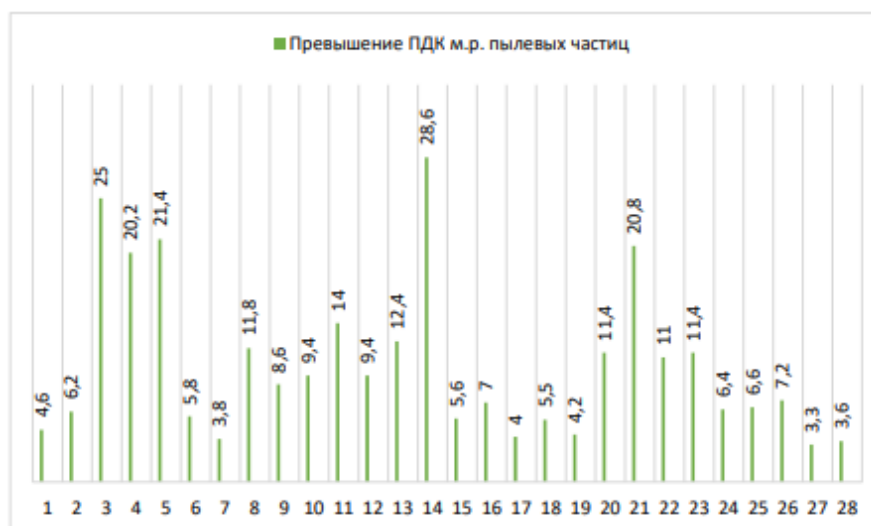


Рисунок 2 – Превышение ПДК м.р. пылевых частиц на площадках пробоотбора (по вертикали - превышение, раз; по горизонтали – номера площадок отбора проб) (составлено автором)

В шести точках наблюдения отмечаются наибольшие показатели превышения концентрации оксида углерода (рисунок 2). Превышение более чем в 15 раз зафиксированы на площадках на площади им. Петра Первого, в сквере Героев Краснодона, на просп. им. 50 лет Октября в районе остановки 1-я Дачная (на аллее и возле остановки), ул. Вишнёвой.

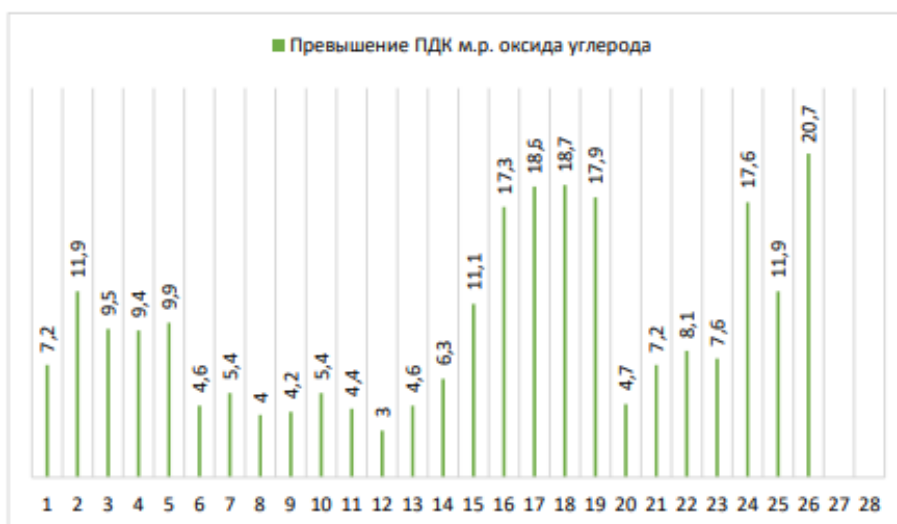


Рисунок 2 –Превышение ПДК м.р. оксида углерода на площадках пробоотбора (по вертикали - превышение, раз; по горизонтали - номера площадок отбора проб) (составлено автором)

По результатам аналитических химических работ можно сделать следующие выводы:

- концентрация **никеля** в почвах превышает ПДК (4,0 мг/кг (ГН 2.1.7.2041-06...)) на 11 из 18 исследуемых площадок. В основном это площадки на бульварах на улицах им. Рахова В. Г. и Астраханская, на просп. им. 50 лет Октября (вблизи ул. Деловой тупик), также превышение наблюдается в сквере Первой учительницы и на набережной Космонавтов.

- превышение ПДК **меди** (3,0 мг/кг (ГН 2.1.7.2041-06...)) в почвенных образцах выявлено на 13 исследуемых площадках, причём существенное превышение (в 3 раза и более) только на 4 площадках - на бульварах вблизи ул. Шелковичной, на бульваре по ул. им. Рахова В. Г. вблизи ул. Советская и в сквере Первой учительницы.

- превышение ПДК **свинца** (6,0 мг/кг (ГН 2.1.7.2041-06...)) обнаружено на 10 площадках – наибольшие концентрации зафиксированы на бульваре на ул. Астраханской вблизи ул. Шелковичной, в скверах Первой учительницы и Героев Краснодона.

- ПДК **цинка** (23,0 мг/кг (ГН 2.1.7.2041-06...)) превышен на 7 площадках. Самое высокое превышение выявлено на площадках, расположенных на бульваре на ул. Астраханская вблизи улиц Новоузенская и Шелковичная, на бульваре на просп. им. 50 лет Октября вблизи ул. Деловой тупик и в сквере Первой учительницы.

Также было определено превышение фонового содержания кислоторастворимых форм тяжелых металлов.

Обобщение данных об условиях проветриваемости на основании теоретических и полевых исследований». Для того чтобы оценить геоэкологическое состояние территорий размещения площадок отбора проб необходимо определить какие превышения ПДК на них зафиксированы.

Для удобства анализа была составлена таблица, отражающая результаты всех исследований. На основании данной таблицы можно определить площадки с наибольшим уровнем загрязнения (7 из 10 пунктов): площадки на

бульваре на ул. Астраханская вблизи ул. Шелковичная (пл. №4), на бульваре на ул. Астраханская вблизи ул. Новоузенская (пл. №5), на бульваре на ул. им. Рахова В. Г. вблизи ул. им. Вавилова Н. И. (пл. №7), на бульваре на ул. им. Рахова В. Г. вблизи ул. Советская (пл. №8), на бульваре на ул. им. Рахова В. Г. вблизи ул. Шелковичная (пл. №12); на бульваре на просп. им. 50 лет Октября вблизи ул. Деловой тупик (пл. №19), площадка в сквере Героев Краснодона (пл. №24) и Первой учительницы (пл. №25).

Если сопоставить результаты исследований по загрязнению воздушного бассейна Северной субкотловины г. Саратова с предполагаемыми участками неудовлетворительной проветриваемости, то можно увидеть, что превышения ПДКм.р. оксида углерода, пылевых частиц и тяжелых металлов характерны именно для этих участков. А именно: на площадках, расположенных в пределах выделенных макроканьонов – на проспекте им. 50 лет Октября, на бульварах по ул. Астраханская и им. Рахова В.Г., по ул. Большая Горная и Московская.

Меньшее количество превышений характерно для тех участков субкотловины, на которых наблюдаются меньшие колебания высот строений: площадки на проспекте им. 50 лет Октября вблизи ул. Вишнёвой, на пересечении ул. Беговая и Политехническая; на площадке, окружённой защитными зелёными насаждениями, в Детском парке; на площадках расположенных недалеко от Волгоградского водохранилища: на ул. Серова, на Площади Петра Первого и на наб. Космонавтов вблизи ул. Бабушкин взвоз.

Заключение. В заключении проведённого исследования, необходимо сказать о том, что условия проветриваемости на большей части Северной субкотловины г. Саратова нельзя назвать благоприятными и комфортными для населяющих её жителей. Полевые исследования подтверждают этот факт, так как превышения были зафиксированы на каждой из площадок отбора проб.

В ходе проделанной работы были рассмотрены природные и градостроительные особенности субкотловины, которые оказывают влияние на проветриваемость городских территорий участка исследования.

Рельеф Северной субкотловины отличается неоднородностью, вогнутостью или «котловинностью», находясь в окружении Лысогорского и Соколовогорского повышений.

Ещё одним негативным фактором являются забранные в коллекторы и засыпанные на всём своем протяжении водотоки субкотловины.

Микроклиматические особенности также оказывают большое влияние. Но в то же время, микроклимат города устанавливается, исходя из градостроительных особенностей. Городская застройка способна изменять скорость и направление ветра. Низкие скорости ветра и закрытая планировка в совокупности с плотной застройкой приводят к застою воздуха, в результате чего происходит скопление загрязненного выхлопами воздуха. Важно отметить также недостающее количество зелёных насаждений, что служит еще одним фактором влияния на микроклимат города.

Ухудшающими экологическую обстановку города факторами являются: расположение производственной функциональной зоны в условиях пониженного котловинного рельефа, а также большая загруженность городских дорог, возникающая по причине плотно застроенной планировки города.

С помощью определённой группировки городской застройки можно обеспечить комфортную для человека среду, так как при помощи неё возможно изменить скорость и направление ветра, и как следствие изменить условия проветриваемости в городе (Мягков, М.С. Особенности..., 2014).

Также улучшения проветриваемости можно добиться путём создания горизонтальных воздушных потоков при помощи зелёных насаждений. Возникающие воздушные потоки способствуют проветриванию территории и рассеиванию вредных примесей. При этом важно избегать загущенности посадок, так как для обеспечения воздухообмена необходимо определённое расстояние (Рыхлов, А.Б. Методы..., 2016).