

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

Кафедра метеорологии и климатологии

«Ветровой режим города Саратова»

АВТОРЕФЕРАТ ВЫПУСКНОЙ РАБОТЫ

студента 5 курса 521 группы

направления 05.03.05 – Прикладная гидрометеорология

географического факультета

Оборвалова Александра Дмитриевича

Научный руководитель

доцент, к.г.н.

С.В. Морозова

И.О. зав. кафедрой

доцент, к.г.н.

М.Ю. Червяков

Саратов 2019

В введении описывается, что ветер влияет на климатическую и экологическую обстановку в городе. Влияет на температуру и влажность воздуха, которые, в свою очередь, вместе с другими характеристиками определяют в конечном итоге пригодность той или иной местности для постоянной и комфортной жизни.

Ветер – один из наиболее изменчивых метеорологических параметров, оказывающих существенное влияние на уровень концентраций и распространение в нем примесей вредных веществ.

Саратов расположен в восточной части континентальной европейской области с недостаточным увлажнением. Коэффициент континентальности для города составляет 88%.

Погода и климат Саратова формируются под влиянием атмосферной циркуляции. Характерным для него является примерно одинаковое по сезонам и за год число дней с циклонической и антициклонической формами циркуляции.

Исследования режима ветра в различных районах Саратова актуальны, так как ветер играет ключевую роль в развитии климата Саратова и оказывает значительное влияние на экологию этого города.

Целью курсовой работы являлось изучение режима ветра в различных районах Саратова.

Для этой цели решались следующие задачи:

- 1) рассчитаны средние скорости и средние направления ветра,
- 2) анализ рассчитанных характеристик.

Работа включает 5 глав: «Физико-географическая характеристика города Саратова», «Особенности климатических и микроклиматических условий Саратова», «Пункты наблюдения за загрязнением атмосферы», «Ветровой режим города», «Скорость и направление ветра в различных районах города по данным ПНЗ»

Основное содержание работы заключается в следующем: Саратов расположен на правом крутом берегу Волги в амфитеатре холмов, с которых открывается панорама реки.

Город раскинулся на площади 376 км², из которых около 60 км² приходится на акваторию р. Волги (Волгоградского водохранилища). Протяженность его береговой линии составляет 34 км (от устья р. Гуселки до ст. Нефтяной в районе Увека). Саратов расположен в степной ландшафтной зоне Нижнего Поволжья. В настоящее время город занимает Саратовскую котловину и восточный склон Приволжской возвышенности.

Наиболее характерным типом рельефа Приволжской возвышенности является останцово-увалистый с резко выраженной ступенчатостью склонов, расчлененных глубокими балками и оврагами. Саратовская котловина тянется вдоль Волги с севера на юг примерно на 18 км и с запада на восток на 4—5 км. С севера Саратовская котловина ограничена Соколовой горой, на западе — массивом Лысой горы и на юге — горами Увека. В архитектурном отношении город делится на центральную часть (старый город) и сравнительно новые (южный и северозападный) районы. Центральная часть города имеет четкую планировку, обусловленную направлением основных и вспомогательных улиц под углом 45° к береговой линии Волги. Такая ориентация улиц создает не только эстетически благоприятное визуальное восприятие реки со стороны города, но и способствует хорошему проветриванию.

Средние температуры в городе зимой, весной и осенью заметно выше, чем в его окрестностях (Саратов, АМСГ). В среднем это отличие составляет 1 градус по Цельсию; в дневное время эта разность возрастает до 1,5 градусов по Цельсию. Летом же температурные различия между городом и окрестностями сглаживаются. Однако в отдельных случаях (в ночные часы) разности температур «город-окрестности» могут значительно возрастать: город оказывается холоднее окрестностей от 5 градусов по Цельсию летом до 10 зимой. Это обычно наблюдается при приземных инверсиях.

Ветер – один из наиболее изменчивых метеорологических параметров, оказывающих существенное влияние на уровень концентраций и распространение в нем примесей вредных веществ.

Общая циркуляция атмосферы обуславливает преобладание в Саратове в течение года северо-западного, западного и южного ветра.

Зимой в городе господствуют северо-западные и западные (суммарная повторяемость 36%), а также южные и юго-восточные (суммарная повторяемость 37%) ветры. Это связано с усилением западного переноса воздушных масс и стационарированием азиатского антициклона над Восточной Европой, отрог которого распространяется далеко на запад и с сентября по май оказывает влияние на ветровой режим Нижнего Поволжья.

Весной сохраняются черты зимнего режима ветров, но повторяемость преобладающих ветров уменьшается.

В летнее время значительно возрастает повторяемость ветров северо-западного и западного направлений (до 46%). Ветры южного и северного направления имеют повторяемость 10 и 12% соответственно. Осенью в атмосферной циркуляции отмечается переход к зимнему режиму, а следовательно, преобладающими становятся северо-западные, западные, южные и юго-восточные направления ветра.

Средняя годовая скорость ветра в городе равна 4,4 м/с. Годовой ход скоростей ветра выражен достаточно хорошо. Наименьшие скорости ветра наблюдаются в тёплое время года (3,8-4,1 м/с). В переходные сезоны и зимой скорости увеличиваются до 4,4-4,6 м/с, а в марте до 5 м/с.

Наибольшие средние годовые скорости отмечаются при западных, юго-западных направлениях ветра и составляют 5,4 и 5,3 м/с соответственно.

Среднегодовая повторяемость штилей составляет 9%, хотя повторяемость их от года к году меняется значительно. Так, в 1973 г. штили составили 3% от общего числа наблюдений, а в 1975 г. – 20% от общего числа наблюдений.

На формирование микроклимата города оказывает влияние рельеф, характер застройки, наличие зеленых зон и близость крупного водоема. Особенности микроклимата города и его окрестностей выявляются при непосредственных наблюдениях в различных точках.

Температурные условия во внутренних районах города и на его окраинах различны. Старый город всегда теплее, чем окраины. Несколько уступают старому городу индустриальные районы — северный Ленинский и южный Заводской, отличающиеся, меньшей плотностью застройки и свободной планировкой, а также меньшим количеством древесных насаждений. Для окраин характерна более низкая температура. В среднем зимой ночью они на 1 °С, а днем на 0,5 °С холоднее центра города. Летом различия между центром и окраинами очень малы. Парки и зеленые насаждения в центральной части города являются зонами с относительно умеренным температурным режимом и более высокой влажностью воздуха. В парках в летнее время днем температура воздуха в среднем на 1 °С ниже, чем в городе. Особенно заметно понижение температуры воздуха в старых парках (Городской парк культуры и отдыха, сад им. Горького), здесь прохладнее и влажнее. Относительно благоприятный метеорологический режим летом создается в скверах по улице Рахова, проспекту 50 лет Октября. Понижение температуры и увеличение влажности воздуха приближают условия микроклимата к комфортным. В молодых парках с открытыми участками тоже намечается улучшение микроклиматических условий, хотя абсолютные значения изменения температуры и влажности воздуха здесь невелики.

Влажность воздуха в Саратове в дневные часы летних месяцев выше, чем вне города. Дневной режим относительной влажности в городе сложен, но почти на всех пунктах наблюдений отмечается более высокая влажность, чем на загородной метеостанции.

В пределах самого города наблюдаются существенные различия значений относительной влажности. Разность значений относительной

влажности между центральными районами и метеостанцией сравнительно невелика ($\Delta f = 0...2\%$). Окраины города обладают повышенной влажностью ($\Delta f = 6...8\%$) из-за наличия во многих местах орошаемых садов. В приволжской зоне относительная влажность также невелика. Только значения влажности воздуха на пункте наблюдения «Набережная» почти не отличаются от данных метеостанции.

В ночные часы летних месяцев относительная влажность воздуха в городе в целом мало отличается от влажности воздуха загородных степных пространств, но разные части города обладают разным режимом относительной влажности. Наибольшие разности относительной влажности ($\Delta f = 3...6\%$) отмечаются на окраинах (9, 10, 11, 12, 13, 14-я точки) города. По мере приближения к центру города относительная влажность воздуха убывает и становится ниже, чем за городом ($\Delta f = 2...4\%$). Небольшие разности относительной влажности наблюдаются и в районе Волги ($\Delta f = 3...4\%$).

В общем случае микроклимат характеризуется следующими показателями: радиационным режимом, особенностями дневного и ночного распределения температуры и влажности воздуха в теплое время года, суммами температур выше $10\text{ }^{\circ}\text{C}$, продолжительностью безморозного периода, особенностями ветрового режима, распределением летних и зимних осадков. Рост и развитие растений зависят от ресурсов солнечного тепла, приходящего за вегетационный период. Для растений важна солнечная радиация с длиной волны от 0,38 до 0,71 мкм — фото-синтетически активная радиация (ФАР). Для условий Саратова эта радиация имеет следующие значения по месяцам :

Месяц	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
ФАР, МДж/м ²	230,5	318,4	335,2	326,8	276,5	192,5	104,8

При достаточном общем количестве тепла неблагоприятной чертой климата является возможность возникновения поздних весенних и ранних осенних заморозков и недостаток увлажнения. Отрицательное влияние

указанных особенностей климата можно ослабить за счет тщательного подбора участков для декоративных и плодово-ягодных насаждений, микроклимат которых соответствовал бы их биологическим требованиям.

В Саратове наблюдения за состоянием загрязнения атмосферы производятся на шести постах (ПНЗ), расположенных в различных районах города с разным сосредоточением промышленных предприятий.

ПНЗ-1 находится в Заводском районе, на краю летного поля авиационного завода, вблизи оживленной автомагистрали. Недалеко от него расположены предприятия, такие как государственный подшипниковый и авиационный заводы, ТЭЦ - 1. Абсолютная высота равна 81м. ПНЗ - 2 расположен в том же районе, около ТЭЦ - 2, ОАО «Крекинг», ОАО «Нитрон». Абсолютная высота равна 97м. ПНЗ - 3 и ПНЗ - 4 в настоящее время не существуют. ПНЗ - 5 (рисунок 3.3) находится в Волжском районе на пресечении улиц Октябрьской и Московской, вблизи от оживленного движения автотранспорта, ПО «Саратов - мебель» и фурнитурного завода. Абсолютная высота равна 50м.

ПНЗ - 6 и ПНЗ - 7 расположены в Ленинском районе. ПНЗ - 6 - в районе завода «Техстекло», абсолютная высота которого равна 151м, а ПНЗ - 7 - на проспекте 50-летия Октября, в районе «Жиркомбината». Абсолютная высота равна 132м. ПНЗ - 8 расположен в Кировском районе, на пересечении улиц Астраханской и Б.Горной, где недалеко находятся предприятия «Саратоврезинотехника», «Лакокраска», мебельная фабрика. Абсолютная высота равна 68м.

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). Наблюдения за загрязнением воздуха проводится по неполной программе в 07, 13, 19 часов местного времени за основными примесями пылью, формальдегидом, сернистым газом, окисью

углерода и двуокисью азота. Кроме того, на всех постах отбираются пробы на специфические вредные примеси: на ПНЗ-1 - оксид азота, сероводород, хлорид водорода; на ПНЗ-2 - сероводород, аммиак, фенол, хлор; на ПНЗ-5 - фенол, хлор; на ПНЗ - 6 - фенол, фторид водорода; на ПНЗ-7 - аммиак, хлор, хлорид водорода; на ПНЗ-8 - сероводород, фенол, фторид водорода, хлор, хлорид водорода.

Ветровой режим в городе обуславливает проветриваемость городской территории, оказывающую влияние на температурный и влажностный режимы, загрязнение приземного слоя воздуха, что определяет условия комфортности селитебных районов.

В различных районах города (по данным ПНЗ) наблюдается особый ветровой режим, отличающийся от фонового ветра (Саратов, АМСГ), обусловленный сложными физико-географическими условиями и градостроительной освоенностью.

Город ослабляет ветер почти повсеместно. Исследования показали, что скорость ветра в городе тесно связана с абсолютной высотой места, плотностью застройки и степенью закрытости его.

Если на Саратов, АМСГ преобладающая скорость невозмущённого потока в 60-70% случаев составляет 4-6 м/с и более, а вероятность штилей не превышает 3%, то внутри города повторяемость таких скоростей значительно сокращена (на ПНЗ-2 и ПНЗ-8 более чем в 10 раз), а ветер, превышающий 6 м/с, на разных ПНЗ отмечается от 1 до 6%, и только на ПНЗ-1 вероятность таких скоростей составляет 10-12%.

Динамическое равновесие города на скорость ветра, выраженное в его ослаблении, в различных районах проявляется по-разному. Количественная оценка ослабления скорости ветра

$$K_v = V_{\text{ПНЗ}} / V_{\text{АМСГ}}$$

(где V - скорость ветра) показывает, какую долю составляет скорость ветра на ПНЗ от скорости невозмущенного потока.

Наиболее детальные исследования ветрового режима в городе были осуществлены инженером кафедры метеорологии и климатологии В.П. Суловым. Значения ветровых коэффициентов для микроклиматических пунктов наблюдений рассматривались им в зависимости от синоптической ситуации и направления ветра со стороны различных секторов города. Учитывая характер рельефа и застройки, город был разделен им на 4 сектора относительно радиовышки, расположенной в районе Центрального Колхозного рынка (ЦКР):

I сектор – долина между Соколовой и Лысой горами, застроена многоэтажными домами;

II сектор – Соколовогорский массив, где местность выше центральной части города на 100 и более метров, застройка разноэтажная;

III сектор – северный подрайон Приволжской котловины, низменная часть старого города, открыта со стороны Волгоградского водохранилища, плотная многоэтажная застройка;

IV сектор – Лысогорское плато, выше центральной части города почти на 200 м, имеет большую «ветровую тень».

Средние значения ветровых коэффициентов показывают, что в городе наименьшие скорости наблюдаются в парках и скверах ($K_v=0,12-0,73$), а наибольшие – на открытых участках: Лысой горе, непосредственно у уреза воды водохранилища, Набережной Космонавтов ($K_v=2,0-1,34$).

При циклонической ситуации ветровые коэффициенты оказываются повсеместно выше, чем при антициклонической. Наибольшие различия (около 22%) относятся к открытым участкам. Исключение составляет сквер вдоль проспекта 50 лет Октября, где при антициклонической ситуации отмечается увеличение ветрового коэффициента. Наилучшие условия для аэрации центральной части города складываются при ветрах со стороны I и II секторов, т.е. от северо-западного до юго-восточного. В этом случае

направления ветра часто оказываются параллельными сетке улиц старой части города. При ветрах вдоль понижения между двумя возвышенностями (I сектор) наибольшие значения K_0 отмечаются в пунктах, расположенных в основном воздуховоде города: Саратов, ЮВ; сквер пр. 50 лет Октября, водолечебница и у урезы воды в районе Глебучева оврага.

Таким образом, можно сформулировать основные микроклиматические особенности ветрового режима города:

- город в целом трансформирует воздушный поток, что проявляется в изменении скорости и направлении основного (фонового) потока;
- скорость ветра значительно уменьшается в городе, особенно внутри плотно застроенных кварталов, в зелёных зонах (парки, скверы);
- усиление скорости ветра происходит в случае совпадения направления воздушного потока и улицы в малоградиентных барических полях;
- направление ветра на площадях, широких проспектах оказывается близким к большой оси площади, магистрали;
- в плотно застроенных частях города направление ветра в основном совпадает с направлением улиц;
- в зелёных зонах направление ветра можно назвать хаотическим и лишь в малой степени ориентировано вдоль дорожек;
- на окраинах города ветер в значительной степени определяется рельефом местности и характером подстилающей поверхности;
- в районе набережной направление ветра чаще всего совпадает с направлением долины Волги или близким к нему;
- в малоградиентных барических полях значительная роль в аэрации города принадлежит стоковым ветрам с Лысогорского и Соколовогорского массивов;
- влияние сложного рельефа городской территории проявляется в наибольшей степени при ветрах со стороны Лысогорского массива;

- фасадная застройка Набережной Космонавтов заметно снижает проветриваемость старой части города.

Проведено сравнение значений средней скорости ветра на различных ПНЗ в 2016 году, а также сравнение средних месячных значений скорости ветра этого года с аналогичными значениями 2012 и 2015 года

Наибольшие средние месячные значения скорости ветра наблюдаются на ПНЗ-1 (7-12 м/с), преобладающими направлениями ветра являются северо-западное и южное. Наименьшие средние месячные значения скорости ветра наблюдаются на ПНЗ-2 (2-5 м/с), преобладающим направлением ветра являются северное.

Преобладание северо-западных, северных ветров в течение большей части года связано с арктическим антициклоном, который приносит с собой эти ветры. Преобладание южных ветров в феврале, апреле и ноябре связано с несколькими процессами: субтропический антициклон, циклоны восточной части полярного фронта, которая находится над Передней Азией и циклоны юга Каспийского моря. Все эти циклоны и антициклоны переваливают частью за Кавказский хребет, частью обходят его с востока и приносят с собой южные ветры. Именно на ПНЗ-1 и на ПНЗ-8, наиболее близко расположенных к промышленным зонам, благодаря этим ветрам, имеющим наибольшие средние месячные показания их скорости, наблюдается высокий уровень загрязнения воздуха в течение всего года.

По сравнению с прошлыми годами в 2016 году резко увеличились значения скорости: если до 2016 года средняя скорость ветра в большинстве случаев на разных ПНЗ не превышала 2 м/с, то в 2016 году не снижалась ниже отметки 2 м/с и не превышала 5 м/с. Все вышеприведённые изменения можно объяснить усилением различных синоптических образований, приносящих с собой преобладающие в течение года северо-западные, западные и южные ветры. Усиление этих синоптических процессов связано с глобальным потеплением, общим повышением средней температуры на планете, приводящему к таянию льдов в Арктике и Антарктиде. Повышение

средней температуры связано с возросшей активностью Солнца, приводящей к начинающемуся изменению распределения радиации по всей планете и как следствие изменению средней температуры воздуха как в отдельных климатических поясах, так и общей средней температуры по всей планете.

В заключении сделан вывод, о том ветер оказывает существенное влияние на уровень концентраций и распространение в нем примесей вредных веществ, нужно предпринять меры для минимизации последствий загрязнения воздуха. Для таких мероприятий лучше всего подходят по времени такие месяцы как март, сентябрь, октябрь и ноябрь, в эти месяцы загрязнение воздуха происходит с наименьшей частотой и наименьшей скоростью ветра.