

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

**Микроклиматические особенности термического и ветрового режима в
Саратове по данным ПНЗ за 2013-2015 гг.**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента _____ 5 _____ курса _____ 521 _____ группы
направления _____ 05.03.05 Прикладная гидрометеорология _____
_____ географического факультета _____
_____ Рзазаде Шаддыга Агамед Оглы _____

Научный руководитель

доцент, к.г.н. _____ Н.В. Короткова

Зав. кафедрой

д.ф.-м.н. _____ М.Б. Богданов

Саратов 2018

Введение. Большой современный город сильно влияет на климат. Он формирует свой местный климат, а на отдельных его улицах и площадях создаются своеобразные микроклиматические условия, определяемые городской застройкой, покрытием улиц, распределением зеленых насаждений и др.

В городе формируются особые микроклиматические условия. *Микроклимат города* – это климат приземного слоя воздуха отдельных участков городской территории. Приземной слой воздуха занимает воздушное пространство двухметровой высоты над уровнем земли.

На формирование микроклимата города, помимо природных условий, оказывают влияние условия, создаваемые городской застройкой, а также функционированием автотранспорта, теплоэлектростанций, промышленных и других предприятий.

В городе всегда теплее по сравнению с пригородом в любое время года. Причина тому - выброс в атмосферу большого количества тепла: отопительные системы, промышленные и бытовые предприятия, прогреваемые здания, асфальт улиц и, конечно, автотранспорт. Разность температур воздуха в городе и пригороде может достигать десятков градусов и возрастать постепенно от пригорода к центру города.

В городском микроклимате немаловажную роль играет ветер. Именно в городах есть улицы, направление которых совпадает с преобладающим направлением ветров, где скорость их всегда велика. В то же время в защищенных от ветра дворах всегда тихо.

В настоящей бакалаврской работе рассмотрены микроклиматические особенности города Саратова в летний и зимний периоды по данным ПНЗ в 2013-2015 годах.

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].

Микроклиматическая характеристика Саратова. На формирование микроклимата города оказывают влияние рельеф, характер застройки, наличие зеленых зон и близость крупного водоема. Особенности микроклимата города и его окрестностей были выявлены при непосредственных наблюдениях, проведенных различными исследователями на протяжении ряда лет [12-15].

Обобщение материалов наблюдений позволило выявить основные микроклиматические особенности города.

Температура и влажность воздуха. Средние температуры в городе

зимой, весной и осенью заметно выше, чем в его окрестностях (Саратов, АМСГ). В среднем это отличие составляет 1°C ; в дневное время зимой эта разность возрастает до $1,5^{\circ}\text{C}$. 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°C летом до 10°C зимой. Это обычно наблюдается при приземных инверсиях.

Температурные условия в разных районах города различны. Центр города всегда теплее, чем окраины. Несколько уступают центру промышленные 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°C , а днем на $0,5^{\circ}\text{C}$ холоднее центра города. Летом различия между центром и окраинами очень малы.

Распределение разностей температуры по территории города в большой мере зависит от местных условий каждого пункта наблюдений, причем наибольшую роль должны играть высота места и близость данного участка к Волге.

Из окраин города наиболее благоприятные условия создаются на высокой западной окраине, расположенной на склоне Лысогорского массива Приволжской возвышенности: в зимнее время там теплее, летом прохладнее, чем в остальных районах города. На северной окраине города холоднее зимой, а также летними ночами.

Охлаждающее влияние Волги летом днем заметно только на небольшом участке прибрежной суши, в центральные же районы города влияние водохранилища не проникает, температуры в городе практически не отличаются от температур в его окрестностях. В летнее время разность температур между городом и окрестностями определяется в большой мере разностью прихода-расхода радиационной энергии и составляющими теплового баланса, в частности затратами тепла на испарение, которые в городах степной

зоны выше, чем в окрестностях [17].

Летом ночью город (в целом) не отличается по температуре от загородной метеостанции (Саратов, АМСГ). Но возвышенные окраины гораздо прохладнее, а старый центр и приволжская зона - теплее. Это можно объяснить тем, что при антициклонической погоде образуются стоковые ветры по склонам Приволжской возвышенности, несколько ослабляющие «остров тепла», образующийся в городе.

Зимой покрытое льдом пространство водохранилища в дневные часы никакого влияния на температуру в городе не оказывает: весь Саратов заметно теплее окрестностей. Ночью очаг городского тепла так же, как и летом ослабляется стоком холодного воздуха со склонов Приволжской возвышенности. Кроме того, заметно небольшое понижение температуры в точках, расположенных в приволжской зоне. Возможно, в этом сказывается влияние замерзшего водохранилища, где потери тепла на излучение больше, чем в городе.

Таким образом, влияние водохранилища прослеживается только в части города, расположенной на первой надпойменной террасе долины реки, т.е. на Набережной Космонавтов. В городских кварталах на более высоких террасах долины или на склонах Приволжской возвышенности влияние Волги становится неощутимым. Эта особенность характерна не только для города, но и для окрестностей. Микроклиматические наблюдения в прилегающей к правому берегу полосе суши, проведенные несколько севернее и южнее Саратова (Чардыме, Золотом), показали, что влияние Волги и в степи за городом чаще всего ограничивается поймой и первой надпойменной террасой [18].

Следует выделить микроклиматические условия парков и скверов в городской черте. Парки и зеленые насаждения большой площади (Детский и Губернский) являются зонами с относительно пониженным температурным режимом и повышенной влажностью воздуха. В парках температура в среднем на 1,20 ниже, а влажность на 0,6 гПа выше общегородской.

Ветер. 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 (в соответствии с рисунком 3.2). Особенно значительны эти различия на ПНЗ-5, 7 и 8, которые располагаются вблизи крупных автомагистралей, совпадающих с понижениями рельефа и являющихся естественными воздуховодами.

Розы ветров здесь резко асимметричны и вытянуты вдоль магистралей. Однако повторяемость штилей на этих ПНЗ различна. На ПНЗ-7, расположенном в районе основного воздуховода, штили отсутствуют. На ПНЗ-5 и 8 повторяемость штилей составляет 5-10% зимой и увеличивается в 2 и более раз летом. На ПНЗ-2 и 6, расположенных среди плотной застройки, влияние рельефа и ориентации улиц прослеживается в меньшей степени и выражено в некоторой асимметрии роз ветров. Повторяемость штилей здесь наибольшая: 37-40% на ПНЗ-2 и 18-25% на ПНЗ-6.

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

Особенности режима температуры, скорости и направления ветра в различных районах Саратова. В бакалаврской работе было 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 за 2013-2015 гг.

Наблюдения на ПНЗ проводятся в 07, 13 и 19 часов по местному времени, а на АМСГ в синоптические сроки по гринвичскому времени. Выбирались

сроки наблюдений на АМСГ, соответствующие срокам наблюдений на ПНЗ, принимались 09, 15, 21 часов.

В целом в январе 2013 г. город теплее окрестностей на $0,6^{\circ}$. Однако в утренние часы это отличие наименьшее ($0,3^{\circ}$), в середине дня город теплее окрестностей на $0,7^{\circ}$, а в вечернее время разность Δt увеличивается до $0,8^{\circ}$.

Если рассмотреть изменение разностей температур по территории города, то окажется, что ПНЗ-6, который имеет абсолютную высоту 160 м, т.е. такую же, как и АМСГ, практически не отличается по температуре от АМСГ в утренние и вечерние часы, но на 1° теплее АМСГ днем.

Наиболее теплым в утренние часы оказался ПНЗ-8, расположенный на пересечении улиц Астраханской и Б. Горной ($\Delta t = 1,7^{\circ}$). В дневные часы наибольшее отличие по температуре обнаружено на ПНЗ-5 и ПНЗ-8 ($\Delta t = 1,3^{\circ}$ и $2,2^{\circ}$ соответственно), т.е. в местах достаточно плотной застройки и интенсивного движения автотранспорта. В вечерние часы наиболее теплыми оказались снова ПНЗ-2 и ПНЗ-8 ($\Delta t = 1,4^{\circ}$ и $1,5^{\circ}$ соответственно).

В июле город в целом теплее окрестностей на $0,9^{\circ}$. В утренние и вечерние часы это отличие мало ($0,4^{\circ}$ и $0,5^{\circ}$ соответственно), в середине дня город теплее окрестностей на $1,9^{\circ}$.

Такой дневной ход температуры воздуха наблюдается, по-видимому, потому что в утренние часы происходит скопление прохладного воздуха в Саратовской котловине, поэтому город не отличается в целом от температуры воздуха на АМСГ. В дневные часы нагревание асфальта и кирпичных домов в центре города приводит к большему отличию температуры города от окрестностей, а к вечеру город несколько охлаждается.

Наиболее теплыми в утренние часы оказались ПНЗ-1 и ПНЗ-5 ($\Delta t = 1,4^{\circ}$ и $1,7^{\circ}$). В дневные часы наибольшее отличие по температуре обнаружено на ПНЗ-2 ($\Delta t = 2,4^{\circ}$), ПНЗ-5 ($\Delta t = 2,3^{\circ}$) и ПНЗ-7 ($\Delta t = 2,6^{\circ}$), т.е. в местах с достаточно плотной застройкой и интенсивным движением автотранспорта. В вечерние часы наиболее теплым оказался ПНЗ-2 ($\Delta t = 1,2^{\circ}$).

В целом в январе 2014 г. город теплее окрестностей на $1,0^{\circ}$. Однако в утренние часы это отличие наименьшее ($0,5^{\circ}$), в середине дня город теплее окрестностей на $1,5^{\circ}$, а в вечернее время разность Δt снова уменьшается до $0,8^{\circ}$.

Наиболее теплым в утренние часы оказался ПНЗ-8, расположенный на пересечении улиц Астраханской и Б. Горной ($\Delta t = 0,9^{\circ}$). В дневные часы наибольшее отличие по температуре обнаружено на ПНЗ-2 и ПНЗ-8 ($\Delta t = 2,5^{\circ}$ и $2,9^{\circ}$ соответственно), т.е. в местах достаточно плотной застройки и интенсивного движения автотранспорта. В вечерние часы наиболее теплым оказался снова ПНЗ-8 ($\Delta t = 2,1^{\circ}$).

В июле город в целом теплее окрестностей на $0,7^{\circ}$. В утренние и вечерние часы это отличие мало ($0,3^{\circ}$ и $0,4^{\circ}$ соответственно), в середине дня город теплее окрестностей на $1,5^{\circ}$.

Наиболее теплым в утренние часы оказался ПНЗ-5 ($\Delta t = 1,5^{\circ}$). В дневные часы наибольшее отличие по температуре обнаружено на ПНЗ-2 ($\Delta t = 3,5^{\circ}$), ПНЗ-6 ($\Delta t = 1,4^{\circ}$) и ПНЗ-7 ($\Delta t = 2,1^{\circ}$), т.е. в местах с достаточно плотной застройкой и интенсивным движением автотранспорта. В вечерние часы наиболее теплым оказался ПНЗ-6 ($\Delta t = 2,4^{\circ}$).

В январе 2015 г. город теплее окрестностей на $1,0^{\circ}$. Однако в утренние часы это отличие наименьшее ($0,5^{\circ}$), в середине дня город теплее окрестностей на $1,5^{\circ}$, а в вечернее время разность Δt снова уменьшается до $0,8^{\circ}$.

Наиболее теплым в утренние часы оказался ПНЗ-8, расположенный на пересечении улиц Астраханской и Б. Горной ($\Delta t = 0,8^{\circ}$). В дневные часы наибольшее отличие по температуре обнаружено на ПНЗ-2 и ПНЗ-8 ($\Delta t = 2,6^{\circ}$ и $2,9^{\circ}$ соответственно), т.е. в местах достаточно плотной застройки и интенсивного движения автотранспорта. В вечерние часы наиболее теплым оказался снова ПНЗ-8 ($\Delta t = 2,0^{\circ}$).

В июле город в целом теплее окрестностей на $0,7^{\circ}$. В утренние и вечерние часы это отличие мало ($0,3^{\circ}$ и $0,4^{\circ}$ соответственно), в середине дня город теплее окрестностей на $1,5^{\circ}$.

Наиболее теплым в утренние часы оказался ПНЗ-5 ($\Delta t = 1,6^\circ$). В дневные часы наибольшее отличие по температуре обнаружено на ПНЗ-2 ($\Delta t = 3,4^\circ$), ПНЗ-1 и ПНЗ-6 ($\Delta t = 1,3^\circ$) и ПНЗ-7 ($\Delta t = 2,0^\circ$), т.е в местах с достаточно плотной застройкой и интенсивным движением автотранспорта. В вечерние часы наиболее теплым оказался ПНЗ-6 ($\Delta t = 2,4^\circ$).

Таким образом, в Саратове в 2013-2015 гг. наблюдается «остров тепла» как в январе, так и в июле, тогда как в 60-е годы прошлого века «остров тепла» наблюдался только в зимний сезон, а в летние месяцы город практически не отличался по температуре от окрестностей из-за большего озеленения и частых поливов газонов и асфальта, чего не наблюдается в последние годы.

В работе также произведен анализ результатов наблюдений за скоростью и направлением ветра в городе по данным ПНЗ и сравнение их с данными наблюдений на АМСГ. В городе и летом и зимой во все сроки резко (в 2 и более раз) снижается скорость ветра, по сравнению с АМСГ. 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.

Динамическое влияние города на скорость ветра, выраженное в его ослаблении, в различных районах проявляется по-разному. Количественная оценка ослабления скорости ветра показывает, какую долю составляет скорость ветра на ПНЗ от скорости невозмущенного .

$$K_v = V_{\text{пнз}} / V_{\text{амсг}} \quad (1)$$

На ПНЗ-1, скорость ветра уменьшается на 60 и более процентов в 22-24% случаев. В условиях плотной застройки (ПНЗ-2, 6 и 8) подобный эффект наблюдается в три раза чаще. На ПНЗ-2 отмечается максимальное число

случаев снижения скорости фонового ветра до штиля (38-39%). Слабые ветры (до 2 м/с на Саратов, АМСГ) в городе могут даже усиливаться. Зимой в районе ПНЗ-1 это происходит чаще (в 11% случаев), ПНЗ-7 - в 4%, на остальных ПНЗ в 1-2%.

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.