



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра метеорологии, экологии и природопользования

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(бакалаврская работа)
по направлению подготовки 05.03.05 Прикладная гидрометеорология
(квалификация – бакалавр)

На тему: «Урбанизация как фактор изменения температурного режима города
Москвы»

Исполнитель Кушвид Даниил Сергеевич

Руководитель к.ф.-м.н., доцент Дымов – Иванов Виктор Васильевич

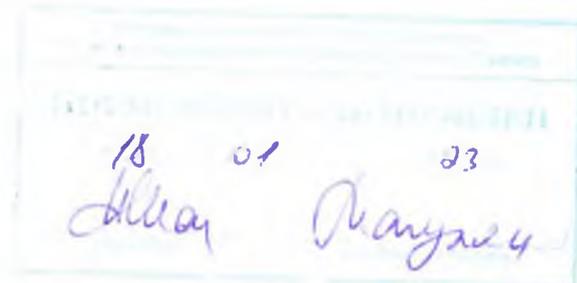
«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой _____

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Цай Светлана Николаевна

«24» января 2023г.



Туапсе
2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1 Тепловой режим атмосферы	5
1.1 Метеорологические факторы, обуславливающие температуру воздуха у земной поверхности	5
1.2 Процессы нагревания и охлаждения воздуха	12
2 Физико-географическое положение и климат города Москвы	19
2.1 Физико-географическое положение города Москвы	19
2.2 Особенности климата и атмосферной циркуляции в городе Москве....	26
3 Анализ температурного режима города Москвы	35
3.1 Температурный режим города Москвы.....	35
3.2 Влияние урбанизации на температурный режим Москвы	44
Заключение	57
Список использованной литературы.....	59

Введение

Практически нет такого вида человеческой деятельности, который бы не зависел от гидрометеорологических условий.

Поэтому невозможно не учитывать гидрометеорологические факторы. Изучение влияния условий воздействия окружающей среды на все отрасли хозяйства и учет этих условий является жизненно необходимым делом.

Только совершенные знания этого влияния, использование его положительных и ослабление отрицательных факторов позволяют наиболее эффективно вести хозяйственную деятельность и рационально эксплуатировать природные ресурсы.

Гидрометеорологические условия по-разному влияют на различные отрасли народного хозяйства. Есть отрасли, которые испытывают существенное влияние совокупности гидрометеорологических факторов, другие отрасли подвержены воздействию отдельных из них.

Температурный режим воздуха – важнейший метеорологический показатель, который учитывается во всех областях народного хозяйства: транспорт, сельское хозяйство, строительство, коммунальное хозяйство.

Под температурным режимом атмосферы понимают распределение температуры воздуха в пространстве и ее изменение во времени.

Тепловое состояние атмосферы определяется главным образом ее теплообменом с окружающей средой, то есть подстилающей поверхностью, соседними воздушными массами или слоями воздуха и космическим пространством.

На естественный ход температуры воздуха, влияет увеличение площади городской застройки, обуславливающей увеличение доли искусственных поверхностей, которые определяют характерный для урбанизированных территорий местный климат.

Одним из результатов влияния урбанизации на климат является тенденция к росту приземных температур воздуха, получившая в мировой

практике городской климатологии название «остров тепла».

Город Москва занимает огромную площадь – около 400 км², и является большой урбанизированной областью, на территории которой располагается более сотни тысяч зданий, асфальтированные улицы, проспекты с большим потоком автотранспорта.

Следовательно, тема исследования является актуальной, т.к., в работе рассматривается температурный режим города Москвы и его изменение под влиянием урбанизации, которая обуславливает рост приземных температур воздуха и, следовательно, формирует так называемые городские «острова тепла».

Объектом исследования данной работы является температурный режим.

Предметом исследования - характеристики температурного режима Москвы и их изменения в результате влияния урбанизации.

Цель работы – провести анализ температурного режима города Москвы, и выявить его изменение под влиянием урбанизации.

Для реализации поставленной цели решаются следующие задачи:

- рассмотреть метеорологические факторы, обуславливающие температуру воздуха у земной поверхности;
- изучить процессы нагревания и охлаждения воздуха;
- рассмотреть физико-географическое положение города Москвы;
- рассмотреть особенности климата и атмосферной циркуляции в городе Москве;
- провести анализ температурного режима города Москвы;
- рассмотреть влияние урбанизации на температурный режим Москвы.

1 Тепловой режим атмосферы

1.1 Метеорологические факторы, обуславливающие температуру воздуха у земной поверхности

Изменение температуры в приземном слое атмосферы, включая ее горизонтальное распределение по земной поверхности называют тепловым режимом атмосферы.

Температурный режим приземного слоя атмосферы складывается под влиянием разномасштабных климатообразующих факторов [11, с.183].

Наиболее значимыми являются глобальные факторы или как их еще называют макромасштабные, которые обуславливают температурный режим на больших территориях.

Основными из них являются общая циркуляция атмосферы, включая все ее составляющие, радиационный баланс, свойства подстилающей поверхности.

Также, макромасштабное влияние оказывает широтное местоположение объекта, его удаленность от крупных водных объектов, таких как море и наличие крупных неоднородностей подстилающей поверхности.

На региональном (районном) уровне оказывают влияние мезомасштабные факторы, которые включают ландшафт местности, в том числе, растительность, виды почвы, наличие небольших водных объектов и мелких неоднородностей подстилающей поверхности.

В глобальном масштабе на температурный режим Земли оказывает влияние неравномерность распределения материков и океанов на поверхности земного шара, что уже приводит к разнице температурного режима всей нашей планеты.

Форма Земли, ее строение, расположение относительно небесной оси, обуславливает на земном шаре сложившуюся атмосферную циркуляцию, которая в свою очередь, обуславливает пространственно-временной режим температуры воздуха.

В целом, можно отметить, что главными факторами возникновения на

влияющих на температуру приземного слоя атмосферы, являются:

- неоднородное строение подстилающей поверхности Земли;
- движение атмосферного воздуха в вертикальном и горизонтальном направлениях.

Деление земного шара на материки и океаны, которые обладают различными свойствами, в том числе теплопроводностью и теплоемкостью, обуславливают значительные различия в их температурном режиме [7, с.283].

Физические свойства океанов и материков настолько различны, что в свою очередь оказывают влияние на горизонтальный барический градиент, который как следствие, обуславливает движение воздуха,

Именно, температурный контраст материков и океанов носит название муссонный контраст, который также, как и меридиональный, является макромасштабным, и отличается сезонностью, т.е., температура над морем значительно теплее суши в холодное время года, а суша теплее моря – в теплое время года.

В настоящее время муссонные контрасты является фактором, имеющим глобальное значение для климата всей планеты, Земля и формирующие погоду на большой территории.

Муссонный контраст также является одним из составляющей ОЦА, и участвует в развитии атмосферных процессов [18, с.68].

Если же говорить о неоднородности подстилающей поверхности в менее масштабном варианте, то необходимо отметить ее строение, ведь леса, поля, степи, болота, все эти неровности строения также оказывают влияние на температурный режим земной поверхности, обуславливая региональный температурный режим.

Также разные типы почв – песок, чернозем, по-разному участвующие в процессах, связанных с поступлением солнечной радиации, вызывают температурные различия [5, с.173].

Говоря о подстилающей поверхности, стоит отметить, мировой океан, поверхность которого также имеет неоднородность строения.

Ведь, на поверхности мирового океана наблюдаются теплые и холодные течения, имеющие разную температуру и протекающие в разном направлении, северные моря покрыты сплошным ледяным покровом, и как следствие, воздушные массы, сформированные этих районах, обладают холодными свойствами, которые они доставляют в различные районы земного шара [5, с.168].

Именно, посредством циркуляции атмосферы, на земном шаре происходит горизонтальный и вертикальный обмены воздушными массами различных свойств в различных физико-географических условиях, на всех широтах.

К горизонтальному обмену относится перемещение воздушных масс относительно земной поверхности, входящее в общую циркуляцию атмосферы.

В высоких широтах формируются холодные арктические воздушные массы, который попадая в низкие широты, приводит к понижению температуры воздуха в тех областях, и наоборот, воздух, сформированный над экватором, посредством ОЦА, попадая в более высокие широты, повышает в тех районах температуру воздуха [14, с.209].

Именно, данная схема лежит в основе горизонтального обмена на земном шаре, и можно утверждать, что благодаря горизонтальному обмену на Земле отмечаются более сглаженные межширотные температурные контрасты.

Аналогично, выглядит вертикальный обмен в атмосфере, который обуславливает сглаживание температурных контрастов в вертикальном направлении.

Например, в случае перегретой деятельной поверхности, при возникновении вертикального обмена отмечается снижение нагревания прилежащих слоев воздуха, и, наоборот, в случае охлаждения деятельной поверхности, отмечается замедляется охлаждение приземного слоя воздуха.

Необходимо отметить, что температура воздуха меняется в любом направлении, и по горизонтали, и по вертикали.

Изменение абсолютной высоты местности, сказывается на изменении

температуры, т.к., при подъеме в горы, температура воздуха убывает.

Величина вертикального градиента зависит от целого комплекса факторов, таких как, географическая широта, сезонности, времени суток.

При уменьшении температуры, обусловленной изменением высоты в сторону уменьшения, вертикальный градиент температуры положителен, и такое изменение температуры воздуха называется тропосферным.

В редких случаях, тропосферное распределение температуры воздуха нарушается, и значение вертикального градиента становится отрицательным, что говорит о росте температуры воздуха.

Обычно причиной нарушения нормального тропосферного распределения является наличие инверсии с высотой, которая относится к аномальному характеру изменения температурного режима.

Инверсии могут наблюдаться до высот более 10 км, т.е., занимать всю тропосферу.

По высоте расположения инверсии делятся на приземные, расположенные практически у самой земли, на высоте не более 10 км, и приподнятые инверсии, если они располагаются выше 10-ти метровой отметки.

Происхождение инверсий обычно связано с двумя метеорологическими процессами радиационным охлаждением и адвекцией, поэтому инверсии бывают двух типов - радиационного и адвективного типа [18, с.68].

Чаще всего, образованию инверсий способствует адвекция холода, обуславливающая непосредственно у поверхности земли скопление холодных и плотных масс воздуха.

Если наблюдается адвекция тепла, которая натекает на холодный тяжелый воздух, то образуется большое скопление теплого и влажного воздуха на высотах, на расстоянии нескольких метров от земной поверхности.

Обычно причиной образования инверсий такого рода являются теплые атмосферные фронты.

При охлаждении приземного слоя атмосферы образуются инверсии радиационного типа, обусловленные влиянием холодной деятельной

поверхностью.

Радиационные инверсии в зависимости от времени суток подразделяются на: летние, образующиеся в ночное время суток и зимние.

Вечером, после захода Солнца могут развиваться ночные инверсии.

Ночные инверсии достигают наивысшего развития перед восходом Солнца, когда наблюдаются минимальные температурные значения деятельной поверхности.

По мере прогрева подстилающей поверхности и прилежащего к ней слоя воздуха, температура растет, и инверсия разрушается.

Более сильному развитию инверсий способствует ясное безоблачное небо и ветер малых скоростей [15, с.108].

Зимние инверсии могут наблюдаться в любое время суток, причем, в зависимости от интенсивности охлаждения подстилающей поверхности, длительность зимних инверсий может продолжаться до месяца.

Усиливает интенсивность зимних инверсий орографические нарушения, т.к., неравномерности рельефа, такие как котловины, низины, обуславливают снижение турбулентного перемешивания, и охлажденный воздух стекает в котловины, где он застаивается и охлаждается еще больше. Такой вид инверсий называется орографическим.

Помимо роста температуры с высотой, нормальное тропосферное распределение нарушает изотермия - процесс, при котором температура воздуха на некоторой высоте становится неизменной.

При изотермии вертикальный градиент температуры в нем равен нулю.

Образование в атмосфере инверсий или изотермии, приводит к довольно сильному расслоению слоев воздуха в вертикальном направлении, что обуславливает большие вертикальные сдвиги воздушного потока.

В горизонтальном направлении изменение температур происходит значительно интенсивнее.

Изменение температуры в горизонтальном направлении характеризуется горизонтальным температурным градиентом, который выражается в °С, и

характеризует ее изменение на определенное расстояние, в среднем, на 111 км или на 1° меридиана.

Необходимо обратить внимание, что, зная горизонтальный температурный градиент можно судить об активности атмосферных фронтов, т.к., с увеличением значения градиента, повышается вероятность образования опасных явлений погоды в переходной зоне между двумя массами воздуха, различными по температурным свойствам [4, с.312].

Как и у каждой метеорологической величины у температуры приземного слоя воздуха имеются периодические колебания – суточные и годовые, изменения которых находятся в зависимости от теплового баланса Земли.

В большей мере суточный ход температуры воздуха зависит от температуры деятельного слоя, т.к., свойства подстилающей поверхности влияют на поглощение им энергии Солнца.

Наименьших значений в суточном ходе температура воздуха достигает в утренние часы, перед восходом Солнца,

Вместе с восходом Солнца начинается быстрое повышение температуры воздуха, причем, отмечается некоторое запаздывание роста температуры воздуха, от температуры деятельного слоя в пределах 15-30 мин,

Также сами значения температуры воздуха понижены по сравнению с температурой подстилающей поверхности.

Максимальных значений температура подстилающей поверхности достигает в полуденные часы, после чего температура почвы начинает падать и в районе 14-15 час температура воздуха и почвы относительно выравнивается.

Максимум температуры воздуха отмечается в послеполуденные часы – на 2-3 часа позже полудня.

После 15 час отмечается параллельное падение температуры воздуха и почвы, причем, вначале спад происходит медленно, а ближе к закату Солнца более быстро.

Суточный ход характеризует суточная амплитуда – разница между максимальной и минимальной температурами воздуха.

Для правильного и четкого суточного хода благоприятна устойчивая ясная погода, при образовании облачности суточный ход может нарушаться, такое же влияние оказывает и адвекция.

При таких условиях отмечаются сравнительно малые значения амплитуды температуры воздуха [4, с.312].

Также суточная амплитуда зависит от времени года, широты места, характера подстилающей поверхности и рельефа.

Географическая широта, обуславливающая высоту Солнца, находится в обратной зависимости от температуры воздуха, с увеличением широты отмечается уменьшение амплитуды, т.к., уменьшается высота Солнца полудни.

Например, в низких широтах (20° с.ш.) амплитуда температуры воздуха не превышает 10°C , в относительно высоких широтах (60° с.ш.) – не превышает 5°C , а в заполярных районах (70° с.ш.) – не более 3°C [9, с.312].

На полюсах (90° с.ш.) изменения температуры воздуха в суточном ходе могут отсутствовать.

В зависимости от времени года, она изменяется в довольно широких пределах - зимой она меньше, летом больше. На амплитуду температуры воздуха оказывают влияние характер деятельной поверхности, свойства которой оказывают влияние на амплитуду самой поверхности.

Между амплитудами воздуха и почвы имеется прямая зависимость - чем больше суточная амплитуда температуры деятельной поверхности, тем больше суточная амплитуда температуры воздуха над нею.

Растительный и снежный покров значительно снижают значения амплитуды.

Форма рельефа (выпуклая или вогнутая) также влияет на значение амплитуды. На вершинах гор (выпуклая форма) суточная амплитуда значительно меньше, чем на равнинах, а в долинах и оврагах (вогнутых формах), наоборот значительно повышена.

1.2 Процессы нагревания и охлаждения воздуха

Если рассматривать процесс распределения температуры в атмосфере, то необходимо отметить, что главным фактором, регулирующим это распределение, является количество энергии, поступающей на земную поверхность от Солнца и теплообмен атмосферы с земной поверхностью.

Вследствие особенностей свойств атмосферных газов, атмосфера прозрачна для солнечных лучей. Исключение составляет озон, поглощающий жесткую ультрафиолетовую радиацию, благодаря которой он образуется.

Основное скопление озона наблюдается на высотах 20-35 км, образуя практически озоновый слой [22, с.590].

Также, на высотах свыше 300 000 км хорошо поглощает ультрафиолетовые лучи кислород, находящийся на этих высотах в разряженном состоянии.

Кроме этих особенностей, в целом, атмосфера хорошо пропускает коротковолновую радиацию, которая нагревает деятельную поверхность Земли.

Поэтому можно говорить о том, что источником тепла для приземных слоев атмосферы является тепло, излучаемое деятельной поверхностью Земли.

Одним из основных процессов, участвующим в нагревании воздуха, прилежащего к земной поверхности, является радиационная теплопроводность.

Процесс радиационной теплопроводности заключается в переносе тепла, излучаемого деятельной поверхностью потоком длинноволновой радиации к атмосфере, при этом, длина спектра длинноволновой радиации находится в пределах от 4 до 120 мкм.

Т.е., можно сказать, что, прогревшись, деятельная поверхность начинает сама излучать тепло, прилежащим слоям воздуха, которые в свою очередь, после того как прогрелись, передают тепло следующему вышележащему слою.

При положительном радиационном балансе, в дневное время, деятельная поверхность хорошо прогревается и становится значительно теплее воздуха, и тепло от поверхности земли начинает передаваться воздуху.

При отрицательном радиационном балансе, в темное время суток, в результате эффективного излучения, деятельная поверхность, без источника тепла, остывает и становится холоднее прилежащего воздуха, и тепло от деятельной поверхности передается воздуху [25, с.168].

Стоит отметить, что в период охлаждения подстилающей поверхности радиационный поток тепла направлен от вышележащих слоев атмосферы вниз.

Весь процесс радиационной теплопроводности состоит из двух потоков воздуха, направленных от перегретой деятельной поверхности вверх в дневное время и, наоборот, от более теплого воздуха вниз к охлажденной поверхности.

Чаще всего процесс радиационной теплопроводности актуален в ночное время суток, когда отмечается снижение до минимальных значений турбулентности и отсутствие конвекции [11, с.314].

Очень важным процессом, влияющим на температурный режим воздуха, является турбулентное перемешивание, представляющее собой хаотичное движение воздуха, обуславливающее его смешивание.

Благодаря турбулентности, которая особенно развита в светлое время суток, происходит быстрое перемешивание воздуха.

Происходящее перемешивание воздуха, обусловленное турбулентным перемешиванием, в общем, относится к процессам турбулентной диффузии, т.к. можно сказать, что это хаотическое движение небольших объемов воздуха в общем потоке воздушных масс вихревого типа.

На процесс турбулентной диффузии оказывает влияние непрерывное движение отдельных объемов воздуха, имеющих различную скорость.

Причем, чем сильнее скорость, тем больше турбулентность, которая, усиливаясь, образует вихри различных размеров, что обуславливает ветровые порывы.

Благодаря турбулентности, обуславливается вертикальное и горизонтальное перемешивание воздуха не только в каком-то отдельно взятом районе, но и более масштабное, что приводит к интенсивному переносу тепла.

Следует отметить, что турбулентный процесс обуславливает более

интенсивный теплообмен между земной поверхностью и атмосферой чем радиационный.

Не менее важным процессом, участвующим в нагревании воздуха, является термическая конвекция, которая в отличие от турбулентного перемешивания, движется исключительно в вертикальном направлении.

Термическая конвекция является результатом сильного прогрева прилегающих к деятельной поверхности слоев воздуха. Благодаря этому отмечается перенос большого объема воздушных масс от прогретой поверхности земли вверх, в строго вертикальном направлении [11, с.318].

Это объясняется тем, что теплый воздух менее плотный и значительно легче, чем холодный воздух, и, следовательно, при нагревании воздух начинает подниматься, устремляясь в атмосферу в вертикальном направлении.

На смену этих масс воздуха, на освободившееся место поступают холодные и теплые объемы воздуха, которые в свою очередь, также прогреваются и тоже начинают подниматься, замещаясь новой порцией воздуха.

Следовательно, можно говорить о возникновении особой циркуляции воздуха вертикального направления.

Поднимающиеся порции воздуха образуют целый поток воздуха, который переносит тепло в более высокие слои тропосферы, регулируя температурный режим в определенном слое. Стоит отметить, что при конвекции вертикальный градиент температуры значительно больше и нередко достигает более $1^{\circ}\text{C}/100\text{м}$.

На характер конвекции и время ее возникновения оказывает влияние свойства подстилающей поверхности – чаще всего над сушей конвекция образуется в дневное время, а над морской поверхностью – в ночное время и чаще всего в зимнее время, когда температура моря выше, чем температура воздуха.

Самым слабым проявлением отмечается молекулярная теплопроводность, которая имеет очень малый коэффициент неподвижного воздуха и,

следовательно, не оказывает значимого влияния на температурный режим воздуха.

Немалую роль в регулировании температурного режима территории, играет процесс испарения и конденсации, происходящие на подстилающей поверхности, при котором, в атмосферу выделяется в водяной пар.

При начале процесса конденсации в окружающую среду начинает выделяться скрытая теплота, в довольно большом количестве, которая идет на обогрев прилежащих слоев воздуха [21, с.321].

Необходимо отметить, что подстилающая поверхность, представляет собой некий слой почвы или воды, в том числе к ней относятся растительный покров, ледяной и снежный покров, которые в зависимости от их основных свойств по-разному получают или теряют тепло, что в свою очередь, оказывает важное значение в температурном режиме планеты.

Вся оставшаяся радиация на деятельной поверхности, представлена тепловым балансом, который обусловлен многими факторами.

Основным факторам, регулирующим величину теплового баланса, является количеством поглощаемой коротковолновой электромагнитной радиации.

Помимо этого, на величину теплового баланса оказывают адиабатические процессы, притекающие в отдельных объемах воздуха без обмена с окружающей средой, но, при этом, вносящим определенные изменения в тепловой баланс, турбулентный обмен, который является процессом, регулирующим равновесие баланса, радиационная теплопроводность.

В целом, данные о тепловом балансе помогают составить не только текущую картину температурного режима атмосферы, но и используются при проведении анализа сложившейся на территории ситуации с погодными условиями, в том числе, синоптическую ситуацию, процессы, связанные с тепло и влагооборотом.

Можно сделать вывод, что тепловой баланс Земли – атмосферы — это сумма всей энергии, в том числе, процессов теплопередачи и излучения в

атмосфере и на поверхности Земли

В целом, средняя многолетняя годовая сумма теплового баланса для равновесной системы литосфера – атмосфера равна нулю.

Это наглядно видно, если при выражении теплового баланса принять всю поступающую солнечную радиацию от Солнца в течение года за 100%.

Тогда следует, что от этой суммы, около 30 % солнечной радиации отражается атмосферой и уходит в мировое пространство, порядка 15% солнечной радиации поглощается атмосферой, и около 50 % солнечной радиации поступает на земную поверхность,

Причем, из этой поступившей радиации, около 16 % расходуется на эффективное излучение, 4% отражается, а оставшаяся часть радиации, около 30% обуславливает тепловой баланс [21, с.323].

Тепловой баланс расходуется на обогрев прилежащих к земной поверхности слоев воздуха в районе 8%, большая доля около 12% затрачивается на процесс испарения, оставшаяся часть расходуется на обогрев нижележащих слоев почвы.

Так образом, можно сказать, что вся приходная часть теплового баланса расходуется, и в целом, годовой баланс равен нулю.

Именно, тепловой баланс определяет температурный режим воздуха, влияет на ее величину, регулирует ее изменения. Но, свойства деятельной поверхности, нельзя недооценивать, т.к., именно, от них зависит величина теплового баланса.

Поэтому, процессы нагревания и охлаждения воздуха зависят от характера деятельной поверхности.

Больше всего различия в процессах нагревания и охлаждения зависят от физических свойств поверхности – водной или поверхности суши.

Это обусловлено разной теплопроводностью поверхностей, которая значительно выше у водной, что приводит к разнице в количестве энергии, которая от них поступает в атмосферу.

Поверхность суши, передает воздуху значительно больше тепла, порядка

50 % в то время, как поверхность водоемов, только 20%, а большую часть направляет на обогрев более глубоких слоев водоемов.

Зато по продолжительности водоемы, в 3-4 раза дольше отдают свое тепло атмосфере, что обуславливает в прибрежных районах более длительный теплый осенний период года.

В современном мире, на изменение значений температуры воздуха оказывает влияние и антропогенный фактор, в частности, урбанизация территорий, которая представляет собой антропогенные преобразования земной поверхности [13, с.178].

Особенно, фактор урбанизации проявляется в больших городах, т.к., плотная застройка городских районов, антропогенное покрытие подстилающей поверхности естественного происхождения, в том числе, материалами, которые отличаются более сильным коэффициентом поглощения солнечной радиации.

В больших городах, площадь, занятая естественными насаждениями значительно сокращена, поэтому, отмечается снижение испарений, причем, чаще всего для покрытий применяют бетон и асфальт, которые значительно отличаются по своим свойствам, от естественной среды.

Ученые провели сравнительную оценку свойств бетона со свойствами естественной среды, которая выявила превышение свойств бетона удерживать тепло в 2000 раз, чем эквивалентный объем воздуха.

Поэтому, можно говорить о том, что тепловой баланс антропогенных поверхностей в разы превышает тепловой баланс естественной поверхности.

Также на температурный режим городских территорий оказывает влияние наличие высоких зданий, которые характеризуются большей поверхностью, отражающей и поглощающей солнечную радиацию, поэтому, значение теплового баланса будет увеличиваться.

Также, высокие здания, нарушают направление воздушных течений и снижают скорость ветрового потока, что обуславливает снижение конвекции и, следовательно, конвективного охлаждения.

Поэтому, на территориях городов, особенно мегаполисов, формируются

так называемые «острова тепла», отличающиеся температурными различиями.

Тепловые острова города, чаще всего образуются в центральной части, более застроенной и характеризуются большими суточными изменениями, по сравнению с менее урбанизированными пригородными районами [16, с.232].

Особенно большие различия температурного режима наблюдаются в вечерние и ночные часы, т.к., прогретые в дневное время антропогенные поверхности сами переизлучают полученное тепло и, следовательно, повышают температуру воздуха.

В годовом ходе различия в температурном режиме различных районов города наблюдаются в летнее и зимнее время года.

2 Физико-географическое положение и климат города Москвы

2.1 Физико-географическое положение города Москвы

Город Москва находится в Центральном федеральном округе Российской Федерации в Московской области, которая занимает центральную часть Восточно-Европейской равнины, в бассейне четырех крупных рек - Волги, Оки, Клязьмы и Москвы – реки [2, с.108].

Границы Московской области проходят с семью областями России: с Тверской областью на северо-западе, Ярославской на северо-востоке, Владимирской – на востоке, Рязанской и Тульской – в южной стороне, Калужской и Смоленской на западе (рисунок 2.1).



Рисунок 2.1 – Город Москва на карте

Сама столица РФ – Москва находится между двух больших полноводных рек Волги и Оки, и занимает территорию, которая сложена тремя тектоническими плитами, разного рельефа равниной на западе,

возвышенностью на востоке, и Мещёрской низменностью на юго-востоке.

Поэтому, территория города Москвы не отличается ровной поверхностью, средняя высота территории над уровнем моря находится в пределах 160 м Абсолютная высота равная 255 м отмечается в районе Теплостанской возвышенности.

Общая протяженность Москвы в направлении с запада на восток – около 40 км, с севера на юг 40 км в пределах МКАД, и более 40 км за пределами.

Общая площадь, занятая городом составляет почти 110 км², причем большая часть города около 900 км², находится в пределах московской кольцевой дороги, а чуть более 200 км², за ее пределами [2, с.108].

Москва расположена во втором часовом поясе, но смещение относительно Всемирного скоординированного времени UTC составляет +4:00.

Одноименная река - Москва – делит город практически пополам, по берегам которой в среднем ее течение расположились районы города. Город пересекает достаточно большое количество притоков Москвы-реки и других рек, наиболее важными из которых являются р.Яуза, р. Химка, р.Пресня, р. Неглинная и т.д. [8. с.108].

Так как территория города располагается в поясе лесных ландшафтов, в том числе хвойных пород, в городской черте имеется немало лесопарковых рекреационных зон с естественной растительностью.

В основном в парках города произрастают хвойные леса, основным представителем которых является сосна, которая произрастает на песчаных дерново-подзолистых почвах, иногда в больших парках встречаются торфяные болота.

Высота города над уровнем Москвы-реки составляет всего 30-35 м, но рельеф отличается неоднородностью строения, чередующегося холмами малых высот с низменностями, образованных глиняно-известняковой смесью, с небольшими участками мореных поднятий.

По геологическому происхождению Москва находится в самом центре Московской котловины, которая имеет древнее происхождение и сложена из

осадочных кристаллических пород вследствие глубокого прогиба плиты, имеющей значительную толщину в районе городской территории.

Кристаллические породы, из которых сложена Московская котловина представлены доломитами, известняками, гипсом, которые омывает большое количество подземных вод.

Всего на территории Москвы освоено более 700 артезианских скважин подземных вод города [21, с.78].

Это приводит к определенным трудностям при строительстве туннелей и метро, а также многоэтажных зданий, т.к., необходимо откачивать большое количество подземных артезианских и грунтовых вод.

В свою очередь, откачка вод приводит к значительному понижению их уровня, что обусловило значительное снижение их уровня относительно Москвы-реки, в среднем, на 2 -2,5 м ниже.

В целом, Москва и Московская область характеризуется равнинным рельефом, имеющий незначительно холмистые возвышенности на западе со средними высотами не более 200 м (рисунок 2.2).



Рисунок 2.2 – Рельеф Москвы и Московской области [8. с.108]

Незначительно пониженные участки территории отмечаются в восточных районах Московской области.

Через территорию Московской области проходит граница большого оледенения в направлении с юго-запада на северо-восток, северные районы характеризуются ледниково-эрозионными формами с мореными грядами, южные – эрозийными формами рельефа.

Московская возвышенность, представляющая собой моренные гряды, занимает западную и северную часть Московской области и самого города Москвы, и протянулась от района Дмитровки, где высота составляет 300 м, до д. Шапкино Можайского района с высотой 310 м [24, с.58].

Именно на протяжении Московской возвышенности имеется большое количество речных долин различной выраженности.

На южном склоне Московской возвышенности средние высоты значительно ниже относительно северного склона, который к тому же, отличается более крутым характером.

Отличительной чертой Московской возвышенности является наличие озер ледникового происхождения, самыми известными из которых являются Нерское и Круглое.

В северном направлении от Московской возвышенности находится довольно плоская заболоченная Верхневолжская низменность, сложенная аллювиально-зандровыми отложениями, со средними высотами, не превышающими 150 м, которые понижаются до 100м в сторону более мелких Шошинской и Дубнинской низин, входящими в состав Верхневолжская низменности.

Южная часть Москвы и Московской области представлена Москворецко-Окской равниной, имеющей холмистое строение моренно-эрозионного происхождения и характеризующаяся в районе Тёплого Стана г. Москвы наибольшей высотой 255 м [19, с.33].

В южной части равнины имеются резко выраженные речные долины, чередующиеся плоскими междуречьями с карстовыми формами рельефа.

Большое скопление карстовых отложений имеется в Серпуховском районе

Южные районы области, расположились на северных отрогах Среднерусской возвышенности, поэтому отличаются от всей территории области пересеченным рельефом – чередующимся балками и оврагами, особенно районы, раскинувшиеся за р. Окой, здесь отроги достигают порядка 200-240 м [19, с.38].

Восточная часть Московской области и города Москвы представлена самой протяженной Мещерской возвышенностью, сильно заболоченной к востоку, с преобладающими высотами 120-150м, только в районе Егорьевска образовался холм с высотой 220 м.

Территория возвышенности отличается малым количеством речных долин, но, на Мещерской возвышенности имеются пресные ледниковые озера – Черное, Святое.

Именно, на Мещерской возвышенности находится самая низкая в Московской области естественная высота, расположенная в районе долины р.Оки - 97 м.

Почвенный покров Москвы и Московской области представлен слабоплодородными дерново-подзолистыми почвами, в низменных районах области дерново-подзолистых, и болотных, а на востоке области, в Мещерском районе супесчаными и песчаными почвами [19, с.41].

Для сельскохозяйственного производства такие почвы требуют внесения удобрений. Возвышенные районы характеризуются суглинистыми и глинистыми, почвами средней и сильной степени оподзоленности.

Плодородные черноземы не имеют сильного распространения и отмечаются только в южных районах р. Оки.

Восточной части Москворецко-Окской равнины характеризуются серыми лесными почвами, встречающиеся в Раменском и Воскресенском районах.

Долины крупных рек представляют собой полосы аллювиальных почв различной ширины, которые имеют наибольшую ширину в долинах рек Оки,

Москвы и Клязьмы.

По геологическому происхождению рельеф города Москвы сложился в ледниковое время, и представляет собой моренные отложения, которые представлены практически на всей территории города и его пригорода, лишь местами чередующие суглинками и песками, образовавшихся в эпоху межледниковых периодов.

Немалое влияние на формирование рельефа Москвы оказала одноименная река Москва, которая промыла на большой территории города широкую долину, с тремя различного размера надпойменными террасами.

Самой древней и самой большой террасой является третья, которая располагается на высоте 35 м над уровнем самой реки Москвы и располагается ближе других террас к центру города [20, с.42].

Левобережье Москвы-реки занимает древняя ледниковая равнина, сложенная мореными породами и переходящая в песчаную равнину.

Город Москва географически расположен на стыке трех форм рельефа, различных по своему происхождению типами рельефа и характеристиками: Теплостансковской останковой ледниковой возвышенности, Мещерской песчаной низины и Клинско-Дмитровской моренной гряды.

Юго-запад столицы более возвышен, чем остальные районы, что обусловлено Теплостанской возвышенностью, имеющей абсолютную высоту 255 м.

На крутом обрыве Теплостанской возвышенности по направлению к Москве-реке находится самая высокая часть города Москвы - Ленинские горы.

Северо-запад Москвы, в котором находится Химкинское водохранилище, занимает южный склон Московской возвышенности.

Восток и юго-восток города Москвы отличается самыми низменными районами города, обусловленными окраинными районами Мещерской низменности.

Клинско-Дмитровская гряда южной частью пологого склона занимает север столицы.

Современный рельеф Москвы стал более ровным и отличается сглаженностью крутых склонов речных долин, отсутствием резких рельефных подъемов, вследствие антропогенного влияния, овраги и болота засыпаны, исчезли некоторые мелкие русла рек и ручьев, а низкие затопленные берега поднялись.

Расположение Московской области и города Москвы в лесостепной зоне лесной полосы обуславливает на территории большое количество лесов, которые на территории области в среднем, занимают более 40% территории.

Западные и северные занимаемые лесами площади составляют около 80% территории, а самые восточные районы – более 80% [20, с.33].

Самыми безлесыми районами являются южные районы, где площадь занятая лесами составляет менее 20% территории.

Лесная зона Московской области относится к зоне смешанных лесов, причем, широколиственными лесами покрыты территории расположенные в долине р.Оки.

Исключение составляет лесостепная зона южных районов Серебряно-Прудского округа.

Низменная территория, относящаяся к правобережью Москвы-реки, также покрыта широколиственными лесами, которые протянулись до северных границ города.

Основные сельскохозяйственные поля сосредоточены на территории Москворецко-Окской равнины, в долинных районах р.Оки и северных районах Клинско-Дмитровской гряды.

Реки, протекающие по территории г. Москвы и Московской области, несмотря на то что, р.Волга протекает на территории области только в районе, граничащем с Тверской областью, относятся к бассейну Волги.

Все реки области отличаются широкими долинами с малыми уклонами и разными по крутизне берегами – правым крутым и левым более пологим и плоским, образующим террасы.

Практически все реки имеют снеговое питание, поэтому имеют

наибольший сток в весенний период года.

Подземное питание реки получают только в летний период года и частично в зимний.

Основная река города Москва протекает на территории Большой Москвы на расстояние 80 км, в направлении с северо-запада на юго-восток, причем на своем пути она образует излучины.

В пределах городской черты крупнейшую водную артерию столицы питают реки Яуза, Сетунь, заключённые в коллекторы мелкие речушки Неглинная, Пресня и другие.

Отсутствие крупных водоемов на территории города способствует довольно большим колебаниям температуры.

2.2 Особенности климата и атмосферной циркуляции в городе Москве

Расположение города Москвы в умеренных широтах, обуславливает на территории Москвы соответствующий этим широтам режим солнечной радиации и, следовательно, климат территории.

Срединное положение Москвы по отношению к центру Азиатского материка и Атлантики усредняет влияние и суши и океана [12, с.21].

Поэтому, основными чертами климата Москвы является умеренная континентальность, которая по коэффициенту составляет чуть более 40%.

В соответствие с генетической классификацией Алисова Москва располагается в континентальном поясе умеренных широт, поэтому основными воздушными массами является воздух умеренных широт, который сформировался путем трансформации из континентальных воздушных масс Арктического происхождения и морских масс умеренного пояса.

В целом, на территории Москвы сложилась быстро меняющаяся атмосферная циркуляция, что обуславливает на территории города быструю смену погодных условий.

Анализ повторяемости основных барических образований и траектории

их направления на территории Москвы и Московской области обусловил составление синоптического календаря за 50 лет для данного региона.

Анализ показал, что за 50 лет, над территорией Москвы основной формой барического образования является антициклоническая форма циркуляции, повторяемость которой больше циклонической.

Наименьшая повторяемость антициклонических форм отмечается в зимний период года с декабря по февраль, в этот период их преобладание над циклонами незначительно и не превышает 1-1,5% [12, с.24].

Максимум повторяемости антициклонов отмечается в мае – около 20%.

По длительности воздействия, самыми устойчивыми в зимнее время года являются северо-западные циклоны, с длительностью около 2-х недель.

В летний период года самыми продолжительными являются местные и южные циклоны, с длительностью 7- 10 дней.

Самыми продолжительными антициклонами являются восточные и северо-восточные, длительностью стационарирования 12— 13 дней.

Повторяемость траектории движения барических образований выявила, что над территорией Москвы преобладающими являются северо-западные циклоны - 44% случаев, в холодный период года их повторяемость возрастает до 60% от общего числа циклонов.

Минимум их повторяемости приходится на летний период – не более 20%.

С мая по август активно проявляют себя южные циклоны – около 25%, и западные – 15%.

Повторяемость траекторий антициклонов от сезона к сезону резко изменяется.

Антициклоническая деятельность в период с ноября по апрель представлена отрогом Сибирского максимума.

Повторяемость восточного антициклона в зимние месяцы составляет около 35% от общего числа антициклонов.

В остальное время над территорией Москвы главенствуют западные

антициклоны.

В годовом ходе, Азорский антициклон наблюдается в 25% случаев, причем в летние месяцы его повторяемость превышает 50 %. (июль) общего числа антициклонов [12, с.37].

Северные антициклоны также нередко проникают на территорию Москвы в теплое время года 20—24%.

Характерным для Москвы является отсутствие в теплое время года восточных и северо-восточных антициклонов. В течение всего года практически не наблюдаются южные антициклоны.

Важным в циклонической деятельности над Московским регионом является резкая смена характера циркуляции, что обуславливает в зимнее время влияние северо-западных циклонов, в летнее время – южных циклонов.

Географическое положение Москвы в климатической зоне умеренного пояса, обуславливает проникновение на территорию в равной степени, как теплых, так и холодных воздушных масс.

Также на климат Москвы оказывает влияние удаленность от крупных водоемов, что обуславливает довольно резкий суточный и годовой ход температуры воздуха.

Москва находится под слабым влиянием течения Гольфстрим, побуждающее атлантическую деятельность и обуславливающие зимнюю температуру воздуха незначительно выше, чем в других, пунктах, расположенных восточнее на той же широте..

Расположение Московского региона в умеренных широтах обуславливает умеренное среднегодовое количество часов солнечного сияния - 1730 час (таблица 2.1).

Таблица 2.1 – Среднегодовая продолжительность солнечного сияния, час (Москва ВДНХ)

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
276	435	677	932	1137	1229	1187	1024	782	527	326	234	1730

В годовом ходе продолжительности солнечного сияния отмечается ее уменьшение с октября с минимумом зимой (декабрь) и увеличение с марта и максимумом летом (июнь) (рисунок 2.3).

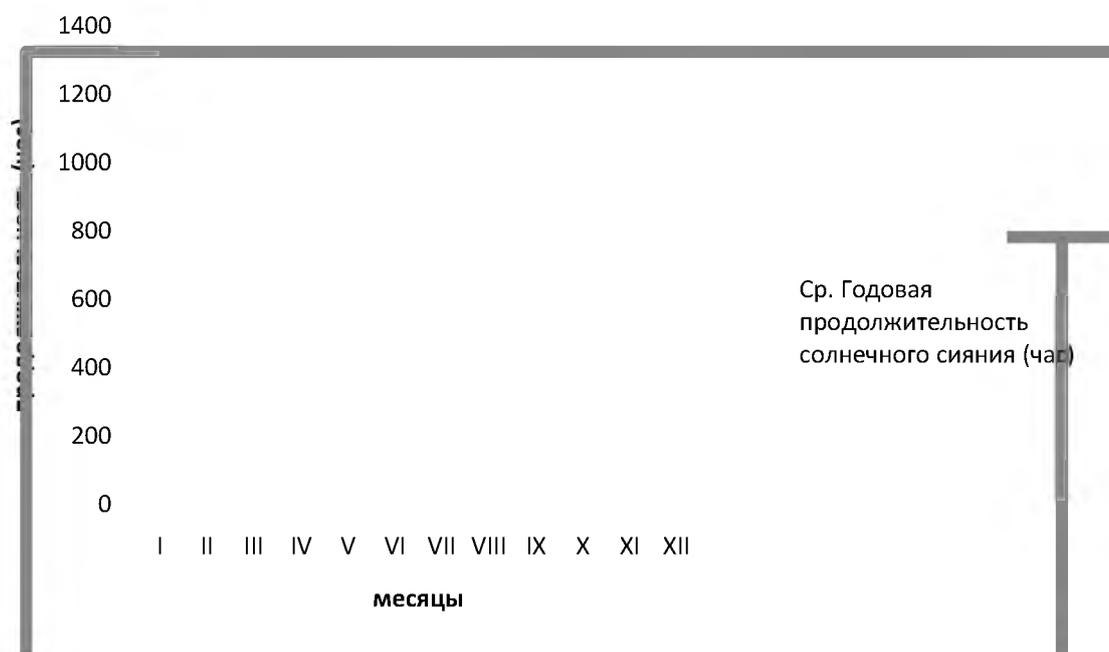


Рисунок 2.3 – Годовой ход солнечного сияния, час (Москва ВДНХ)

В годовом ходе, более 50 % средней многолетней продолжительности солнечного сияния приходится в период с мая по август.

Максимум продолжительности сияния приходится на июнь – 1229 час, чуть меньше продолжительность сияния составляет в июле, что связано с увеличением запыленности атмосферы к середине лета [10. с.47].

В отдельные годы, наблюдается смещение максимальной продолжительности на июль, что чаще всего обусловлено циклонической деятельностью, приносящей облачную и дождливую погоду.

Средняя многолетняя температура воздуха в Москве положительная и составляет $+5,8^{\circ}\text{C}$., самым холодным месяцем является январь (средняя температура $-6,2^{\circ}\text{C}$), самый тёплый месяц — июль (средняя температура $+19,7^{\circ}\text{C}$).

Среднегодовое количество осадков составляет 713 мм, с максимумом в летние месяцы (84 мм июль), минимумом апрель (37 мм) (таблица 2.2).

Таблица 2.2 – Средние многолетние основные климатические показатели, (Москва ВДНХ)

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Атмосферное давление, гПа												
997,9	997,7	996,2	996,2	996,3	992,3	991,5	992,7	996,2	997,9	997,9	997,9	995,9
Средняя температура воздуха, °С												
-6,2	-5,9	-0,7	6,9	13,6	17,3	19,7	17,6	11,9	5,8	-0,5	-4,4	5,9
Относительная влажность воздуха, %												
83	78	81	56	50	50	54	58	62	74	80	84	67
Осадки, мм												
53	44	39	37	61	78	84	78	66	70	52	51	713
Средняя скорость ветра, м/с												
4,2	4,0	3,8	3,5	3,3	3,2	3,0	3,0	3,4	4,0	3,9	3,9	3,6

Основное количество осадков выпадает при прохождении циклонов и в результате фронтальной деятельности.

В холодный период года, длящийся с ноября по март, осадки выпадают преимущественно в твердом виде, причем, в это время выпадает около 35% годового количества. Около 65% выпадающих осадков приходится на теплый период года, с апреля по октябрь (рисунок 2.4).

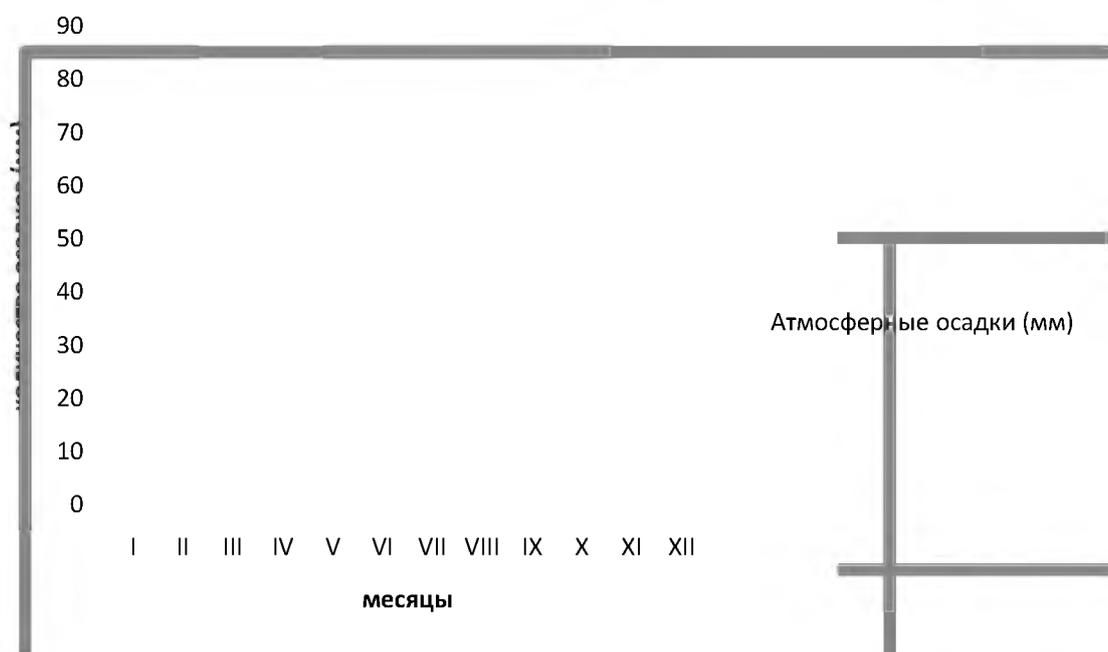


Рисунок 2.4 – Годовой ход атмосферных осадков, мм (Москва ВДНХ)

Доля смешанных осадков составляет около 15% годового количества,

такие осадки выпадают преимущественно в переходные периоды и в зимнее время, когда наблюдаются оттепели.

С мая по сентябрь выпадают жидкие осадки, которые составляют около 50% годового количества. В целом, по территории города Москвы в направлении с северо-запада на юго-восток отмечается убывание количества осадков [10, с.48].

Среднегодовое атмосферное давление довольно низкое и составляет 995,9 гПа. В зимнее время давление характеризуется изменчивостью, амплитуда колебаний давления зимой составляет 95 гПа. В летнее время давление более устойчивое.

Многолетняя среднегодовая относительная влажность воздуха не превышает 67 %, причем, максимум отмечается в холодное время года: декабрь 84 %, а в мае и июне опускается до 50 % (рисунок 2.5).

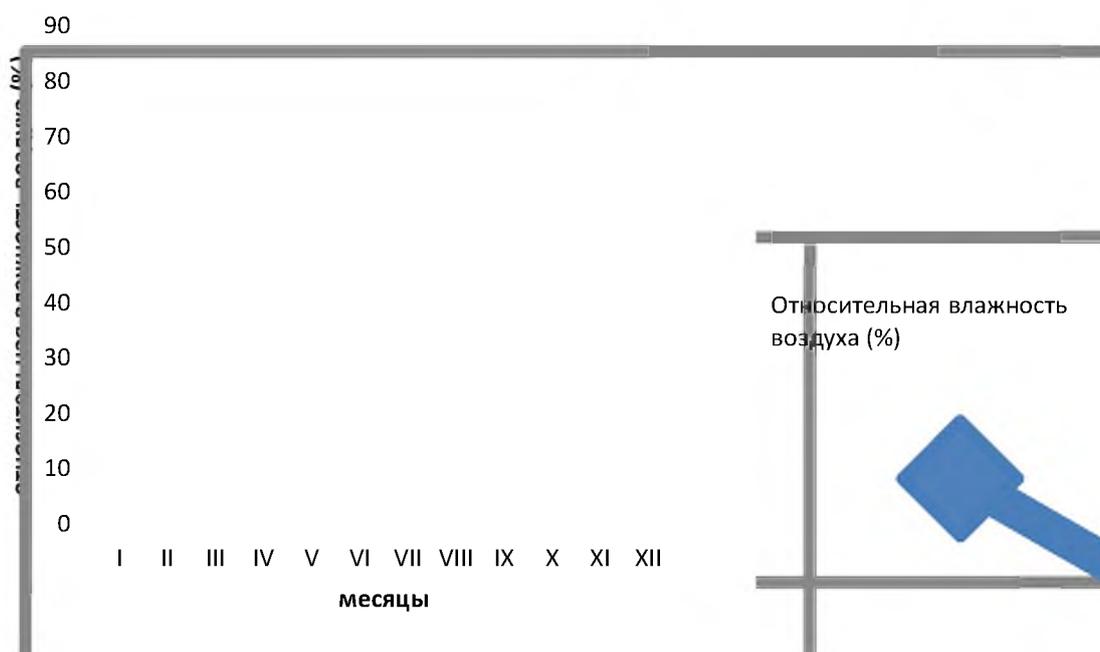


Рисунок 2.5 – Годовой ход относительной влажности воздуха, %
(Москва ВДНХ)

Среднегодовая скорость ветра 3,6 м/с. Повторяемость штилей на территории Москвы отмечаются в холодный период года, в среднем, в 7% случаев, в теплый повторяемость штилей увеличивается до 12% (таблица 2.3).

Таблица 2.3 – Средняя многолетняя повторяемость ветра, % (Москва ВДНХ)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
С	9	9	11	1	15	15	17	15	11	10	6	7	11
СВ	7	5	6	8	11	7	10	10	5	6	5	5	7
В	7	8	6	7	10	8	10	11	4	5	6	5	7
ЮВ	15	19	13	13	9	7	8	9	7	9	16	17	12
Ю	16	17	16	17	10	10	6	8	14	14	23	19	14
ЮЗ	20	17	17	16	13	15	11	15	22	21	19	20	17
З	13	13	14	15	13	15	16	15	18	18	14	15	16
СЗ	13	13	17	13	19	23	22	17	19	17	11	12	17

В районе Москвы в течение года преобладают юго-западные, южные и западные ветры, которые обуславливают в зимний период года на территории города оттепели. Гораздо реже в холодный период года бывают ветры северо-западного, северо-восточного и восточного направлений (рисунок 2.6).

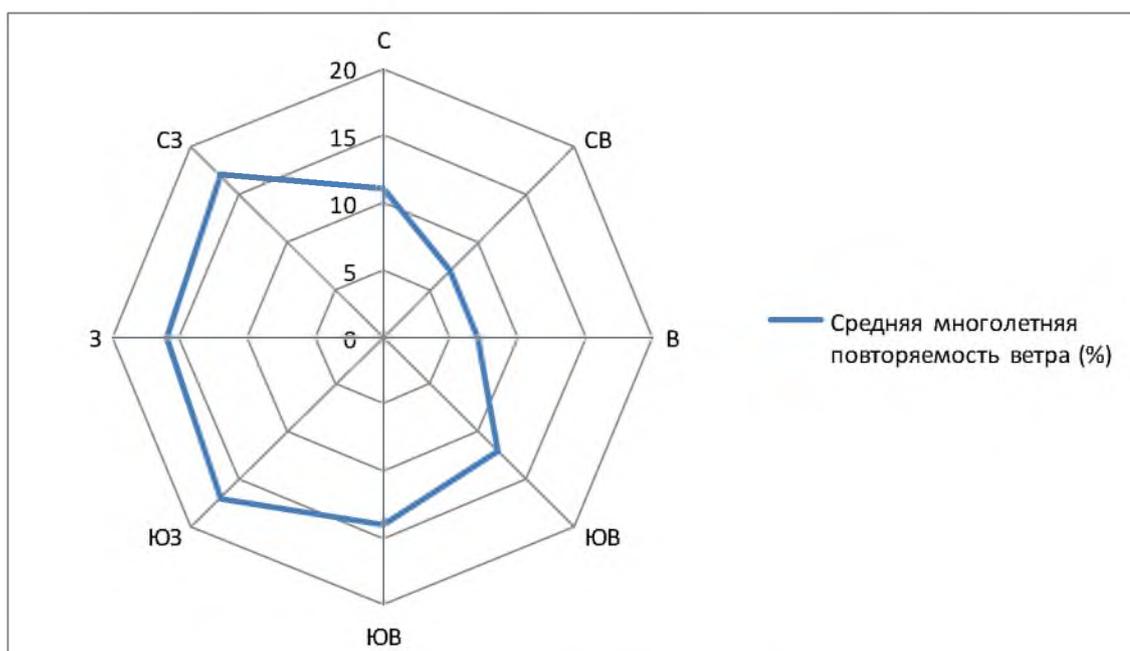


Рисунок 2.6 – Роза ветров, % (Москва ВДНХ)

Чаще других явлений, на территории Москвы наблюдаются туманы (таблица 2.4).

Таблица 2.4 – Среднее многолетнее число дней с атмосферными явлениями, (Москва ВДНХ)

явления	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
туманы	3	3	3	2	0,7	0,6	1	3	3	4	4	3
грозы	-	-	0,07	0,6	3	6	7	5	1	0,07	-	-
метели	9	9	7	0,9	-	-	-	-	-	0,4	3	6
гололед	2	1	1	0,2	-	-	-	-	-	0,6	2	2
изморозь	4	3	2	-	-	-	-	-	-	0,1	1	3

Прием, туманы, в Москве могут наблюдаться практически в течение всего года, но наиболее часто они повторяются в холодное время года. В среднем, за год число дней с туманом составляет около 25 дней, в районе Ленинских гор - 35.

В зимнее время могут наблюдаться метели, чаще всего метели наблюдаются в январе и феврале, чуть меньше в декабре, в марте метели отмечаются крайне редко.

В среднем, за зиму на территории Москвы может отмечаться до 25-30 дней с метелью.

По официальным данным, зимний (холодный) период в Москве длится с 1 ноября по 15 апреля, летний (тёплый) - соответственно с 16 апреля по 31 октября.

Из всех сезонов года весна в Москве является самым нестабильным временем года, в это время года, особенно, в марте и апреле суточные колебания температуры могут достигать более 10 °С.

В первый весенний месяц средняя многолетняя температура воздуха имеет отрицательные значения, незначительно ниже 0°С.

Летний период вследствие установления антициклонического типа погоды характеризуется ясной, безоблачной и тёплой погодой.

Нередко на территории всей Московской области устанавливается длительная сухая и солнечная погода, обуславливающая засушливую погоду и сильное прогревание подстилающей поверхности, приводящее к повышению температуры воздуха [1, с.23].

В отдельные годы такие погодные условия являются причиной возникновения лесных пожаров, обусловленных возгоранием торфяников.

Также, на территорию города в теплое время года возможно проникновение влажных потоков воздуха, поступающих с юго-запада.

Бывают годы, когда в летний период вся территория города и области попадают под власть циклонической деятельности, тогда, складываются влажные и прохладные погодные условия, в отличие, от влияния устойчивых антициклонов, обуславливающих на территории сухую и жаркую погоду.

Средняя многолетняя температура воздуха в летний период года составляет $+17^{\circ}\text{C}$, в июле $+19^{\circ}\text{C}$.

В конце мая температура воздуха переходит через 15°C и начинается климатическое лето, длящееся до конца августа, в среднем, продолжительность климатического лета составляет 3 месяца (90 дней).

Осень отличается устойчивостью погодных условий, начало осени характеризуется теплой и сухой погодой с дневной температурой $+16^{\circ}\text{C}$ и ночной $+8^{\circ}\text{C}$. Первые заморозки начинаются в конце сентября.

В течение большей части года отмечается значительная повторяемость юго-западных и западных ветров, с которыми переносится морской воздух Атлантики.

Проведенный анализ климатических условий Москвы показал, что климат Москвы формируется под воздействием различных циркуляционных процессов, что проявляется в режиме колебаний и различных сочетаниях величин метеорологических показателей.

3 Анализ температурного режима города Москвы

3.1 Температурный режим города Москвы

Расположение города Москвы в умеренных широтах, и, следовательно, относительно умеренное количество приходящей солнечной радиации, а также сложившиеся синоптические условия в данном районе и формируют определенные температурные условия города Москвы.

Немалый вклад в температурный режим вносят географические факторы – холмистое строение подстилающей поверхности, наличие на территории города рек [1, с.26].

Проведенный в работе анализ 30-летнего ряда наблюдений за период 1990 - 2020гг показал, что среднегодовая температура в городе Москва является положительной и составляет $+5,9^{\circ}\text{C}$.

За исследуемый период 2013г оказался самым теплым годом, со среднегодовой температурой воздуха $7,3^{\circ}\text{C}$, также среднегодовая температура воздуха выше 7°C , достигала в 1994г и 2012г ($7,1^{\circ}\text{C}$).

По многолетним данным самая низкая среднегодовая температура воздуха в Москве отмечалась в 1888г, всего $1,7^{\circ}\text{C}$.

Подтверждая континентальность климата, самым холодным месяцем для Москвы является январь, со средней температурой – $6,2^{\circ}\text{C}$.

В феврале температура воздуха не намного выше январской всего на $0,3^{\circ}\text{C}$, а в отдельные годы, например в 2017г февральская температура опускалась ниже 10°C .

В суточном ходе февральская температура выше январской на $0,5^{\circ}\text{C}$, что объясняется увеличением высоты Солнца и, следовательно, большей интенсивностью солнечной радиации.

В конце февраля, несмотря на большой приток солнечной радиации, большого прогревания подстилающей поверхности в светлое время суток не наблюдается, т.к. этому препятствует еще не сошедший снежный покров (таблица 3.1).

Таблица 3.1 – Среднегодовая температура за период с 1990 - 2020гг, °С (Москва ВДНХ)

Год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Ср. год
1990	-10,0	-14,0	-3,1	5,3	13,0	14,7	16,4	19,4	10,1	6,1	-3,3	-6,5	4,0
1991	-6,7	-13,5	0,2	6,7	13,6	18,6	17,8	16,5	8,6	4,2	-0,1	-7,5	4,9
1992	-17,5	-6,1	-5,3	2,8	12,8	17,7	16,8	15,1	9,0	3,6	-3,6	-7,0	3,2
1993	-7,2	-6,1	-1,0	5,3	13,8	19,5	21,6	16,5	11,3	4,9	-4,4	-6,9	5,6
1994	-2,1	-0,5	2,0	7,7	13,4	20,1	19,2	16,2	12,2	5,3	-2,6	-5,3	7,1
1995	-5,7	0,4	2,0	8,1	10,8	14,5	17,5	16,0	9,3	5,4	0,3	-3,4	6,3
1996	-6,2	-6,7	-1,2	7,0	13,4	18,8	18,1	16,1	11,0	6,5	-1,0	-4,0	6,2
1997	-5,3	-4,3	-1,7	5,1	11,9	16,7	18,6	18,0	13,1	2,2	-2,5	-4,4	5,9
1998	-4,4	-4,9	-1,9	5,7	14,5	14,0	17,5	15,4	6,9	4,6	-8,0	-3,6	4,7
1999	-3,4	-11,3	-2,9	7,2	9,8	14,5	17,6	15,9	13,7	5,0	-2,5	-7,9	4,6
2000	-5,9	-0,8	0,6	9,1	14,5	19,7	17,5	16,8	12,8	6,7	-2,8	-9,5	6,6
2001	-10,0	-9,7	-3,0	6,4	15,7	16,5	18,9	17,3	9,9	6,1	3,9	-7,0	5,4
2002	-7,7	-4,7	-0,9	4,7	11,1	17,8	18,7	17,1	8,5	3,7	-0,8	-7,5	5,0
2003	-4,7	-7,6	-1,3	3,9	13,7	20,0	18,9	15,5	10,7	5,7	-8,0	-5,9	5,1
2004	-4,6	-6,3	-0,8	9,7	8,7	21,4	21,7	16,4	11,8	7,4	-4,9	-1,7	6,6
2005	-6,1	-2,7	-0,7	11,1	10,8	16,2	19,3	16,8	10,0	7,2	0,0	-2,6	6,6
2006	-4,3	-7,2	-2,1	11,0	11,3	16,3	23,0	17,0	12,2	4,8	-0,5	-10,6	5,9
2007	-4,8	-0,4	2,2	7,2	12,7	17,3	22,6	17,0	12,0	2,5	-1,5	-12,6	6,2
2008	-7,4	-8,7	-2,7	4,7	15,5	12,8	20,6	16,9	11,3	5,6	1,1	-2,1	5,6
2009	-6,5	-7,0	1,3	4,6	11,4	15,3	19,0	18,4	12,1	5,9	-1,6	-2,9	5,8
2010	-3,0	-8,9	-6,0	7,1	14,8	16,5	19,3	17,6	13,2	6,0	1,4	-4,1	6,2
2011	-10,8	-13,3	-3,7	6,0	12,4	18,2	18,0	17,5	13,3	7,0	0,7	1,2	5,5
2012	-1,6	-11,0	4,4	5,8	15,9	17,4	18,2	20,2	11,8	7,0	-2,0	-2,0	7,1
2013	-5,8	-1,5	1,8	9,4	11,3	15,6	19,1	17,4	10,9	8,9	2,3	-1,7	7,3
2014	-5,6	-5,4	-0,6	5,1	13,6	17,3	18,8	15,7	13,8	5,8	2,2	-6,5	6,2
2015	-14,5	-8,4	-1,1	8,3	16,7	18,8	26,1	21,7	11,7	3,8	2,7	-7,6	6,5
2016	-7,5	-11,0	-2	6,4	14,6	19	23,4	18,7	12,1	6,6	0,2	-0,1	6,7
2017	-6,8	-11,7	-3,1	8,2	15,1	17,1	20,9	17,7	12,9	6,5	1,6	-8,6	5,8
2018	-8,5	-3,5	-6,6	6,1	16,9	19,8	18,9	18,3	10,3	6,6	4,0	-1,7	6,7
2019	-8,6	-1,9	2,8	7,0	16,0	16,1	21,1	19,2	12,3	3,7	-1,3	-3,9	6,9
2020	-14,5	-8,4	-1,1	8,3	16,7	18,8	26,1	21,7	11,7	3,8	2,7	-7,6	6,5
Ср. мес.	-6,2	-5,9	-0,7	6,9	13,6	17,3	19,7	17,6	11,9	5,8	-0,5	-4,4	5,9

Увеличению температуры в конце февраля - начале марта препятствуют затраты тепла на стаивание снега, при этом, в это время года температуру воздуха снижают довольно частые адвекции холодных масс воздуха. В весенний период года, как только сходит снежный покров, дневная температура воздуха начинает быстро повышаться и к концу марта достигает положительных значений [1, с.27].

К началу апреля положительных значений достигает средняя суточная температура воздуха, поэтому, апрельская средняя месячная температура около 6-7 °С. В 2005 и 2006 гг температура в апреле даже превысила 10°С (рисунок 3.1).

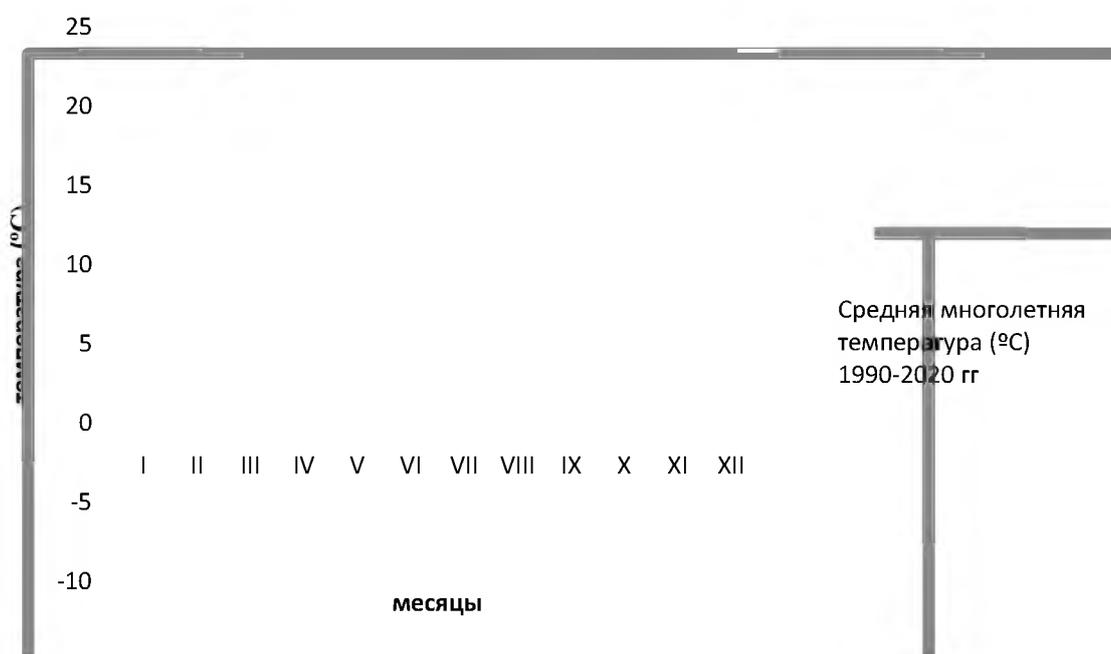


Рисунок 3.1 – Среднегодовая температура воздуха в городе Москва, °С (Москва ВДНХ)

Отличительной особенностью переходного времени года, является показатель перехода температуры воздуха через 10° С предел, весной переход в сторону увеличения происходит на 15 суток раньше, чем осенью в сторону понижения.

В годовом ходе максимальная средняя месячная температура приходится на июль около 19°С, затем с августа отмечается понижение температуры

достигая в начале ноября перехода через 0 °С к отрицательным значениям.

В суточном ходе дневные температуры воздуха, выше, чем ночные. Средняя дневная температура в феврале почти на 1,5°С выше дневной в январе, что обуславливается увеличением высоты солнца над горизонтом, уменьшения облачности и большей продолжительностью светлого времени суток.

В годовом ходе, средняя дневная температура воздуха достигает максимальных значений максимума в июле (23,5—24,5°С) [1, с.29].

Переходное время года характеризуется особенностью хода температуры в течение месяца, причем, в весенний период, в начале месяца температура ниже, чем в конце месяца, а в осенний, наоборот. К примеру, температура первых дней апреля находится в пределах 0, к концу месяца достигает 8—9°С.

Абсолютные максимальные температуры характеризуют пределы колебаний температуры воздуха для Москвы (таблица 3.2, рисунок 3.2).

Таблица 3.2 – Максимальные температуры воздуха, °С (Москва ВДНХ)

показатель	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
средний максимум, °С	-3,9	-3	3,0	11,7	19,0	22,4	24,7	22,7	16,4	8,9	1,6	-2,3	10,1
абсолютный максимум, °С	7,8	4,5	20,0	23,7	30,6	33,4	34,0	34,6	24,2	17,5	9,2	6,0	7,8

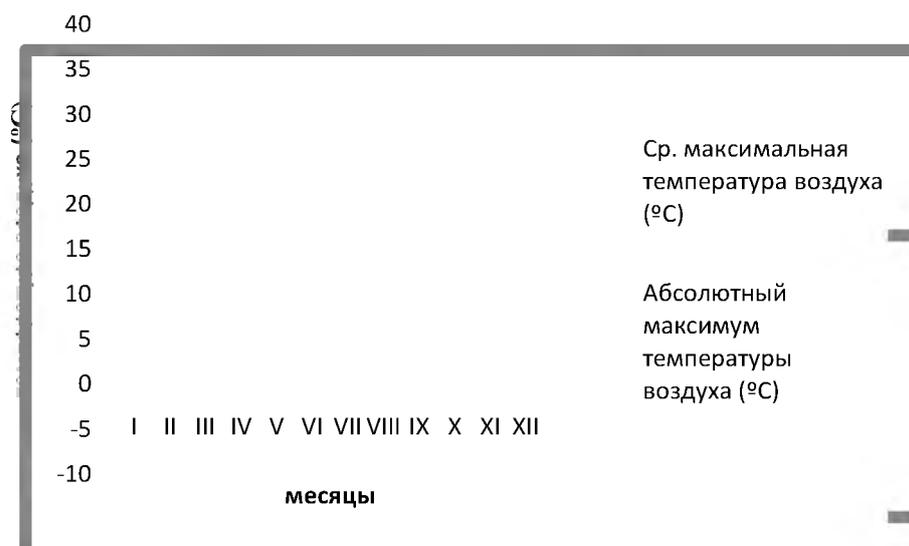


Рисунок 3.2 – Годовой ход максимальных температур воздуха в г. Москве °С (Москва ВДНХ)

Абсолютные минимальные температуры воздуха для Москвы представлены в таблице 3.3 и рисунке 3.3).

Таблица 3.3 – Минимальные температуры воздуха Москва, ВДНХ, °С

показатель	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
ср. мин. °С	-8,7	-8,8	-4,2	2,3	8,1	12,2	14,8	13,0	8,0	3,0	-2,4	-6,5	2,6
абс. мин. °С	-42,1	-38,2	-32,4	-21	-7,5	-2,3	1,3	-1,2	-8,5	-20,3	-32,8	-38,8	-42,1

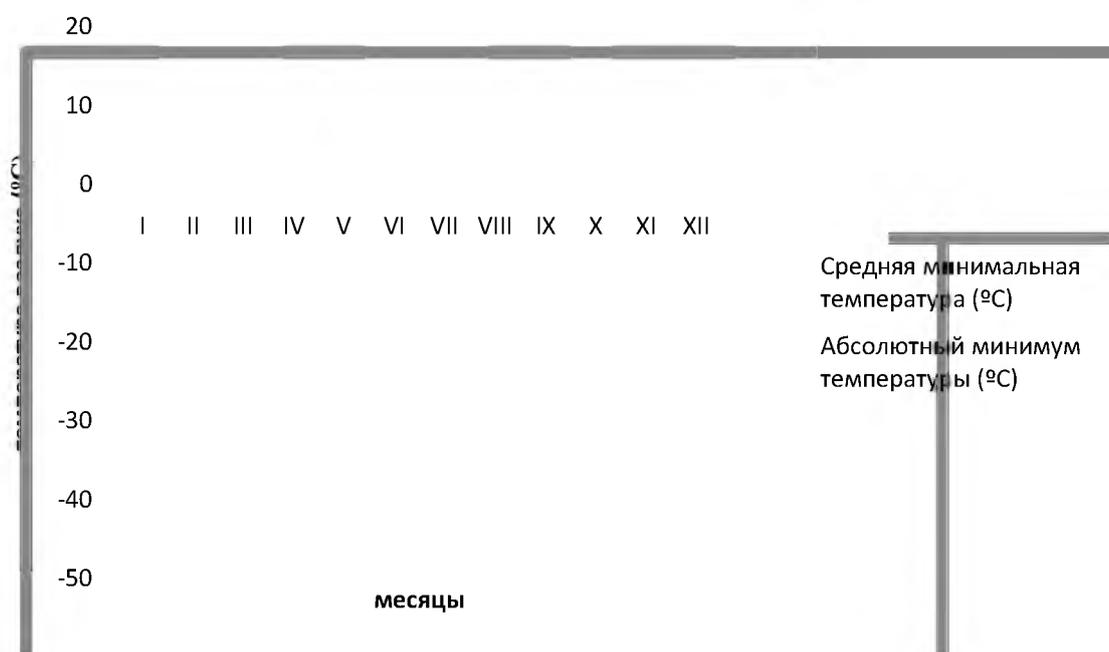


Рисунок 3.3 – Годовой ход минимальных температур воздуха в г. Москве °С, (Москва ВДНХ)

Погодные условия обуславливают значение амплитуды температуры воздуха - безветренная ясная погода обуславливает большие значения амплитуды, чем при облачной и ветреной.

В зимний период года при преобладании воздушных масс северной составляющей, обуславливающих вторжении холодного арктического воздуха, температура может значительно понизиться, что приводит к увеличению амплитуды температуры [1, с.33].

В теплый период года отклонения средних месячных температур воздуха

от нормы отмечаются более редко, чем в зимний.

Наибольших значений амплитуды достигают в зимний период года при проникновении холодных арктических масс воздуха на территорию Москвы, а в летний период года при устойчивых антициклонах, обуславливающих ясную погоду со слабыми ветрами, которые усиливают радиационные процессы (таблица 3.4).

Таблица 3.4 – Средние и абсолютные месячные амплитуды температуры воздуха, °С (Москва ВДНХ)

амплитуда	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
средняя	37	29	28	28	27	26	23	24	24	23	22	27
максимальная	46	46	47	47	39	37	33	36	37	44	46	47

Наибольшие значения месячной амплитуды температуры воздуха на территории Москвы отмечаются в холодный период года, особенно с октября по апрель (рисунок 3.4).

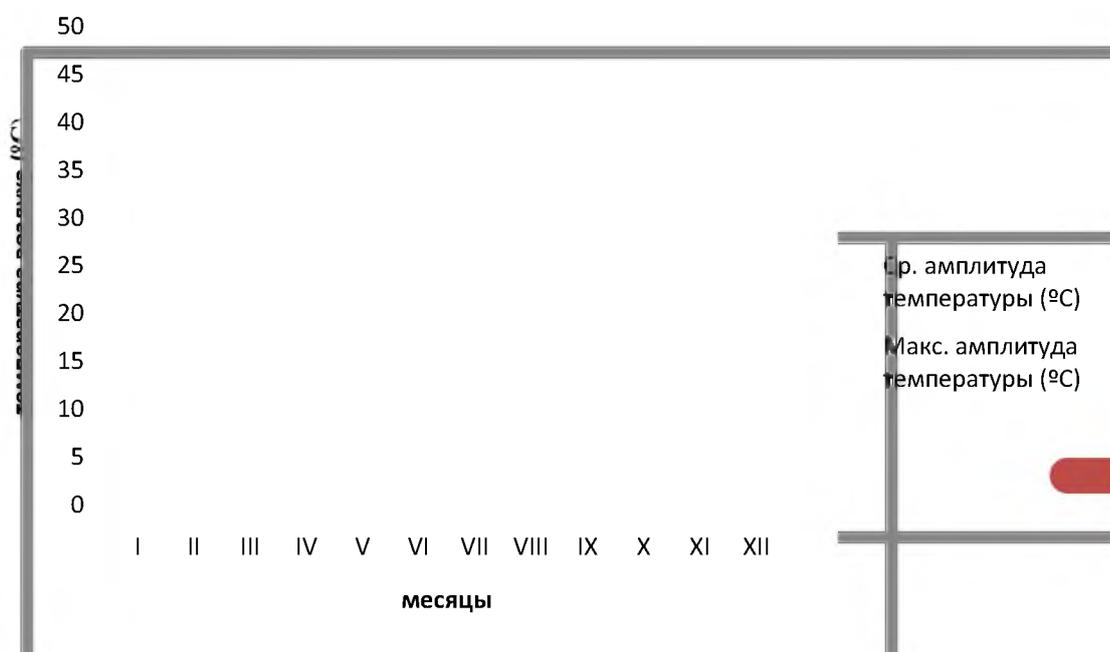


Рисунок 3.4 – Распределение средних и абсолютных месячных амплитуд температуры воздуха, °С (Москва ВДНХ)

Абсолютная амплитуда за месяц (разность между абсолютными максимумом и минимумом) показывает, в каких пределах за данный месяц колебалась температура воздуха на территории Москвы.

Хорошо выраженный ход имеет средняя суточная амплитуда температуры воздуха - наименьшими значениями суточная амплитуда характеризуется в холодное время года, в период с ноября по январь она не превышает 5,5°C.

В весенний период вследствие увеличения продолжительности солнечного сияния отмечается рост суточной амплитуды, которая составляет около 8°C. В среднем, наибольших значений суточная амплитуда достигает в июне (10 - 11°C) (таблица 3.5, рисунок 3.5).

Таблица 3.5 – Средняя суточная амплитуда температуры воздуха при ясном, полужасном и пасмурном небе, °C (Москва ВДНХ)

состояние неба	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
ясно	8,3	10,4	11,2	11,2	13,0	12,9	12,6	13,1	12,6	10,1	6,8	6,6
полужасно	6,9	7,1	7,5	8,3	10,2	10,3	10,3	9,7	8,2	6,4	5,4	6,6
пасмурно	5,0	5,3	4,3	5,5	7,2	7,0	6,2	6,1	5,5	4,1	3,7	4,1

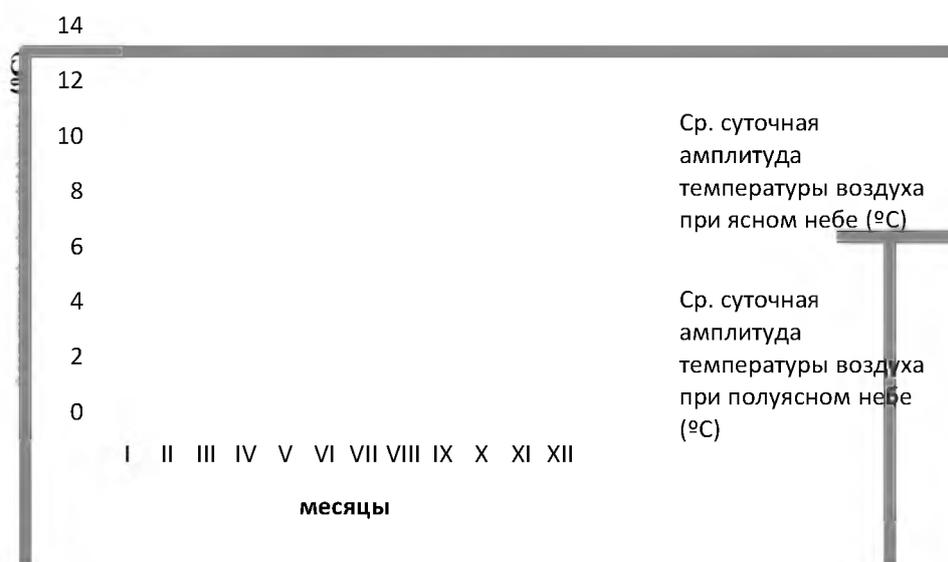


Рисунок 3.5 – Распределение средней суточной амплитуды температуры воздуха при ясном, полужасном и пасмурном небе, °C (Москва ВДНХ)

В таблице 3.6 представлены даты перехода средней суточной температуры воздуха через определенные пределы и продолжительность периодов с температурой ниже -10°C , -5°C и выше 0 , 5 , 10 , 15°C (таблица 3.6).

Таблица 3.6 – Средние даты наступления определенных пределов температуры воздуха (Москва ВДНХ)

Характеристика	Температурный предел					
	-10°C	-5°C	0°C	5°C	10°C	15°C
переход температуры через предел весной	04.II	15.III	5.IV	20.IV	10.V	20.VI
переход температуры через предел осенью	28.XII	30.XI	5.XI	15.X	15.IX	20.VIII
период времени с предельной температурой	36	105	210	175	130	60

Приведенные даты в таблице соответствуют многолетним значениям устойчивого перехода температуры воздуха через определенные пределы.

Ниже предела -10°C температуры воздуха опускается в конце декабря, в среднем, период времени с предельной температурой ниже -10°C не превышает 36 дней.

Устойчивый переход температуры воздуха через предел -5°C в сторону положительных температур в весенний период приходится на середину марта, в осенний период – в сторону отрицательных значений приходится на конец ноября.

По многолетним данным, весной, средняя дата перехода температуры через 0°C приходится на 5 апреля, осенью – на 30 октября.

Даты перехода температуры через 5°C весной соответствуют возобновлению вегетации многолетних трав, и приходится на 20 апреля, а осенью – прекращению вегетации (10 октября).

Продолжительность периода составляет 170 дней.

За исследуемый период устойчивый переход через значение температуры 10°C приходился на 10 мая весной и 15 сентября осенью.

Через температурный предел 15°С в сторону увеличения температура воздуха переходит 20 июня, в сторону снижения - 20 августа. Продолжительность данного периода составляет всего 60 дней.

Средняя продолжительность тёплого периода с температурой воздуха выше 5°С составляет 175 дней, холодного периода 190 дней.

Продолжительность периода без заморозков составляет 116 дней, первые заморозки отмечаются в конце сентября, октябре, причем, ранние заморозки могут наблюдаться уже в середине сентября, а поздние – в начале июня (таблица 3.7).

Таблица 3.7 – Даты первого и последнего заморозка и продолжительность безморозного периода (Москва ВДНХ)

средняя дата первого заморозка	средняя дата последнего заморозка	средняя продолжительность периода без заморозков, дни
20.IX	26.V	116

Продолжительность периода с отрицательными температурами составляет 120 дней, устойчивое понижение температуры воздуха до отрицательных значений наступает в конце ноября и длится до двадцатых чисел марта (таблица 3.8).

Таблица 3.8 – Средние даты наступления, прекращения и продолжительность устойчивых отрицательных температур (Москва ВДНХ)

дата наступления	дата прекращения	средняя продолжительность периода с отрицательными температурами, дни
24.XI	20.III	120

В холодный период года на территории Москвы в середине ноября появляется снежный покров и удерживается до середины марта.

Средние даты образования, установления, разрушения и схода снежного покрова указано в таблице 3.9.

Таблица 3.9 – Средние даты образования, установления, разрушения и схода снежного покрова (Москва ВДНХ)

дата образования снежного покрова	дата установления устойчивого снежного покрова	дата разрушения устойчивого снежного покрова	дата схода снежного покрова	число дней со снежным покровом
19.XI	29.XII	03.III	15.III	80

Число дней со снежным покровом колеблется в пределах – 75- 80 дней. Высота снежного покрова в среднем не превышает 0,4 м.

3.2 Влияние урбанизации на температурный режим Москвы

Следует иметь в виду, что в пределах большой территории, занимаемой Москвой, с разнообразными условиями застройки, степенью озеленения и формами рельефа температура воздуха значительно колеблется в различных районах.

На естественный ход температуры воздуха, влияет урбанизация территории, заключающаяся в увеличении площади городской застройки.

Москва занимает огромную площадь – около 400 км².². На территории города располагается более сотни тысяч зданий, в том числе, являющихся промышленными предприятиями. Асфальтированные улицы, проспекты с большим потоком автотранспорта – весь этот комплекс оказывает влияние на температуру воздуха города Москвы, а значит и на климат в целом [3, с.41].

Особенности температурного режима Москвы в основном объясняются радиационным балансом.

В летнее время жилые здания, различные городские сооружения, дорожные покрытия и др., нагреваясь, отдают свое тепло воздуху.

Поэтому температура воздуха в городе оказывается выше, чем в его окрестностях.

Приход солнечной радиации в дневные часы в центре и на окраинах

различается незначительно, поэтому и различия между дневными температурами центра и окраин меньше, чем между ночными.

В ночные часы вследствие повышенного содержания загрязняющих примесей в воздухе над центром уменьшается и длинноволновое излучение, кроме того, более густая застройка центральной части способствует в летнее время перегреву воздуха за счет отдачи в вечерние часы тепла, накопленного зданиями в дневное время, зимой же отдается часть тепла, полученного от отопления [1, с.39].

В Москве, как и в любом другом большом городе, создается своеобразный климат, который отличается от климата ближайших районов. Между городом и окрестностями создается заметная разность температур, особенно зимой в ясную, тихую погоду.

На это «потепление» Москвы влияет не столько тепло, выходящее из топок, сколько дымовая завеса из продуктов неполного сгорания. Создается своего рода облако, которое зимой предохраняет город от чрезмерного охлаждения. В столице редки так называемые «блестящие» морозы с прозрачным, чистым воздухом. Над городом часто висит дымка.

Летом масса мельчайших частиц, висящих над городом, накаляется солнечными лучами и отдает свое тепло окружающему воздуху. К этому надо добавить сильное нагревание мостовых и каменных зданий. Утепляющее действие города сказывается и на среднегодовой температуре: она на целый градус выше, чем за городом.

Возникающий над большим городом «остров тепла» в Москве отчетливо выражен. Температура в центре города на 4-5°C выше, чем в пригороде, что равнозначно смещению центра Москвы на 150 – 200 км к югу.

Зимой «остров тепла», формирующийся над городом, возникает за счет большего выделения тепла в связи с работой теплоэнергетического комплекса в режиме максимальных нагрузок.

Летом выделение антропогенного тепла меньше, однако различия в температурах между городом и пригородом, особенно в ночное время,

обусловлены другими причинами, связанными с различной скоростью охлаждения подстилающей поверхности пригородов (большая площадь естественных поверхностей) и городской территории (большая площадь застроенной и запечатанной поверхности).

При анализе температурного режима Москвы отмечаются общие закономерности: средняя суточная температура в центре в течение всего года выше, чем на окраинах города [10, с.47].

Максимальные температуры в центре и на окраинах различаются меньше, чем минимальные (таблица 3.10).

Таблица 3.10 – Температура воздуха в различных районах г. Москвы за период с 1990 – 2020 гг, °С

район города	температура воздуха, °С				
	средняя суточная	средняя минимальная суточная	абсолютный минимум	средняя максимальная	абсолютный минимум
северная окраина	3,6 - 3,8	-0,4	-47	8,0	37
центр	4,8	1,3	-40	8,7	38
южная окраина	3,6 - 3,8	0,1	-45	7,7	37

Несколько пониженная температура южной окраины по сравнению с северной частью города вызвана тем, что южная часть города самая высокая в Москве и отличается современной, менее плотной, несомкнутой застройкой, обеспечивающей свободную циркуляцию воздуха.

Особенно велико это различие в вечерние часы, когда здания и сооружения, сильно нагретые днем, постепенно отдают свое тепло воздуху.

Кроме того, в городе почти отсутствуют участки открытой почвы и сравнительно малы площади растительного покрова, поэтому здесь меньше затраты тепла на испарение. Это также способствует повышению температуры воздуха в городе.

Зимой в городах вследствие пониженной прозрачности воздуха меньше

эффективное излучение. Поэтому температура воздуха в городе зимой тоже несколько выше, чем в окрестностях (таблица 3.11).

Таблица 3.11 – Средняя многолетняя длительность периодов (дни) со средней суточной температурой от 0 до 10 °С весной и от 10 до 0°С осенью за период с 1990 -2020гг

район города	весна (0-10°С)	осень (0-10°С)	разность
окраина	32	47	15
центр	30	45	15

Для выявления степени влияния урбанизации, как фактора, изменяющего температурный режим Москвы, проанализированы данные по четырем метеорологическим станциям, расположенным не только в разных частях города, но и имеющие разную плотность застройки территории (рисунок 3.6).

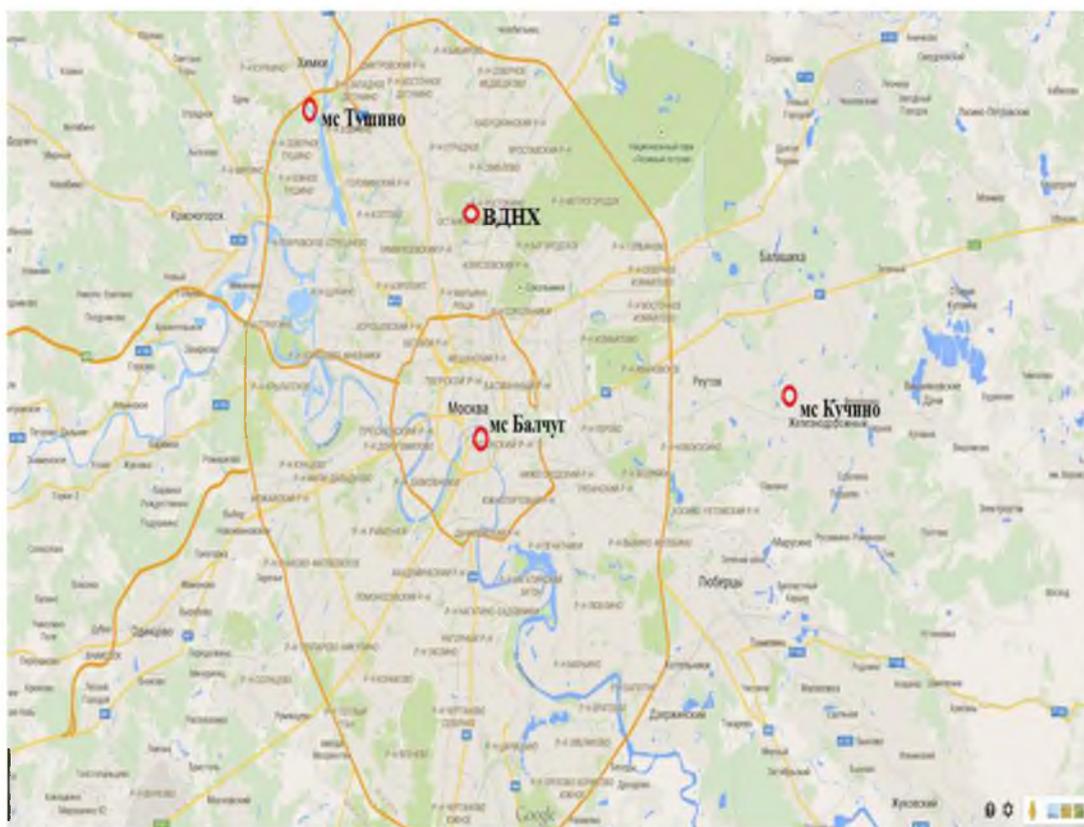


Рисунок 3.6 – Расположение метеостанций на территории Москвы

Метеорологическая станция Балчуг 2-го разряда располагается в центре города Москва, вблизи Кремля и работает с 1946 г. Это дополнительная

климатическая и информационная станция. Синоптический индекс — 27605.

Относится к сети ФГБУ «Центральное УГМС», данные этой станции используются для характеристики фактической погоды в центре Москвы

МС Балчуг находится в самой застроенной части города, с плотно стоящими высотными домами.

Метеорологическая станция 2-го разряда Тушино. Располагается в северо-западной части города и действует с 1987г. Это дополнительная и информационная метеостанция Москвы. Синоптический код 27619. Относится к сети ФГБУ «Центральное УГМС».

Данные этой станции используются для характеристики фактической погоды на северо-западе Москвы.

МС Тушино находится в 5 км от МКАД, на территории, удаленной от районов с плотной застройкой.

Агрометеорологическая станция Москва, ВДНХ (ВВЦ). Располагается на северо-востоке города. Это реперная (опорная) климатическая и информационная метеорологическая станция Москвы. Ее синоптический индекс 27612.

Метеорологическая станция Кучино располагается за МКАД в микрорайоне Балашиха, и характеризует восточную окраинную область Большой Москвы.

Рассмотрим среднюю многолетнюю годовую температуру воздуха (таблица 3.12).

Таблица 3.12 – Годовая температура воздуха в различных районах г. Москвы за период с 1990 -2020гг, °С

МС	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Балчуг	-3,3	-2,3	3,8	8,4	17,7	17,9	23,3	21,1	14,1	6,3	-0,2	-3,1
Тушино	-5,0	-4,3	0,5	6,8	15,2	15,9	20,9	18,9	12,3	5,6	-1,5	-4,3
Кучино	-5,3	-4,3	0,5	6,7	15,6	15,7	20,4	18,9	12,1	5,6	-1,3	-3,9
ВДНХ	-6,2	-5,9	-0,7	6,9	13,6	17,3	19,7	17,6	11,9	5,8	-0,5	-4,4

Рассматривая среднемесячную температуру воздуха по дополнительным станциям хорошо видно, что температура воздуха в центральной части Москвы на МС Балчуг заметно выше, чем в точках, удаленных на десятки км от нее (рисунок 3.7).

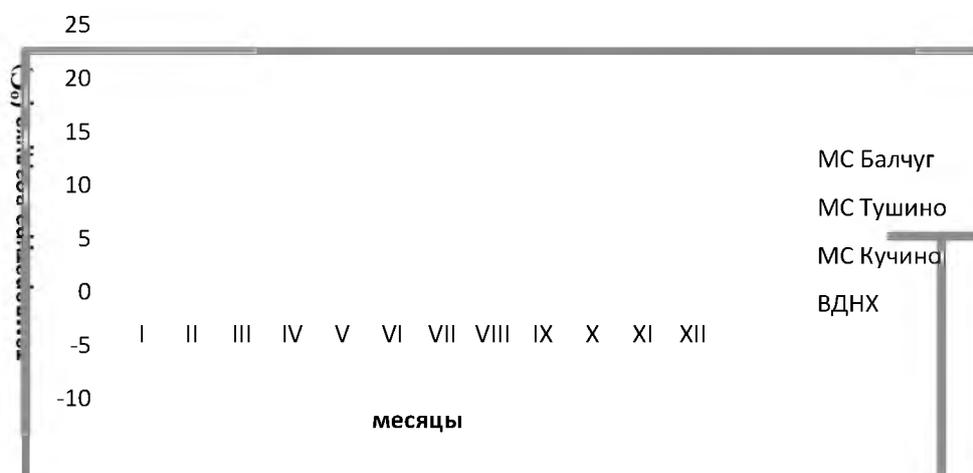


Рисунок 3.7 – Распределение средней годовой температуры воздуха в городе Москва в различных районах

В холодный период года, в январе, средняя месячная температура воздуха колеблется от $-3,3^{\circ}\text{C}$ (в сильно застроенной части центра) и $-6,0^{\circ}\text{C}$ (на окраинах). Температурные величины МС Тушино и МС Кучино практически совпадают, разница в значениях составляет около $0,2^{\circ}\text{C}$.

Самая высокая среднемесячная температура отмечается во всех 4-х районах наблюдений в июле, самая низкая в январе. Данные же реперной МС ВДНХ заметно отличаются от трех дополнительных.

В холодное время года здесь температура ниже в своих значениях, а в теплое время года – выше. На такую разницу в данных, прежде всего, влияет правильность расположения МС ВДНХ.

В отличие от трех других, она располагается с соблюдением всех норм, поэтому на ее показания мало влияет антропогенный фактор. Именно поэтому метеорологическая станция ВДНХ является опорной.

Данные этой метеостанции являются официальными и используются органами Росгидромета для публикации фактической погоды и температурных

рекордов в Москве.

Что касается значения максимальной температуры в районах рассматриваемых всех трех станций, то здесь различия практически отсутствуют. Но и здесь можно заметить, что в зимний период максимальная температура в районе станции Балчуг выше.

В районе МС Тушино в первое полугодие наблюдались более низкие значения максимальной температуры.

Очень ярко различия в температурном режиме на трех станциях просматриваются в распределении годовой минимальной температуры воздуха.

В районе МС Балчуг значительно теплее. Минимальная температура воздуха здесь выше на 4-6°C. Самая низкая температура наблюдается в районе МС Кучино, что обусловлено большим выхолаживанием деятельной поверхности на периферии.

Между значениями минимальной температуры воздуха на МС Балчуг и МС Кучино большой разрыв, который в феврале составляет 7,2°C.

Разница в среднесуточной и среднемесячной температуре происходит за счет ночного выхолаживания деятельной поверхности на периферии. Это вызвано: отсутствием растительности, обилием асфальта и каменных строений в центре. Здания задерживают ветер, препятствуя выносу тепла.

В зимнее время воздух также нагревается за счет теплопотерь в жилых домах, предприятиях и тому подобное. Что касается максимальных температур в районах рассматриваемых трех станций, то здесь различия практически отсутствуют (таблица 3.13).

Таблица 3.13 – Абсолютные максимальные значения температуры воздуха в различных районах г. Москвы за период с 1990 -2020гг, °С

МС	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Балчуг	8,6	6,3	19,7	28,9	33,2	34,8	38,2	37,3	32,3	24	16,2	9,6
Тушино	7,4	3,2	18,7	23,7	29,7	32,3	33,3	34,3	24,0	17,8	8,4	4,4
Кучино	7,9	4,4	20,9	23,5	30,4	33,5	33,7	34,5	24,5	18,0	8,6	4,2
ВДНХ	7,8	4,5	20,0	23,7	30,6	33,4	34,0	34,6	24,2	17,5	9,2	6,0

Но и здесь можно заметить, что в зимний период максимальные температуры в районе МС Балчуг выше. В районе Тушино в первое полугодие наблюдались более низкие максимальные температуры (рисунок 3.8).

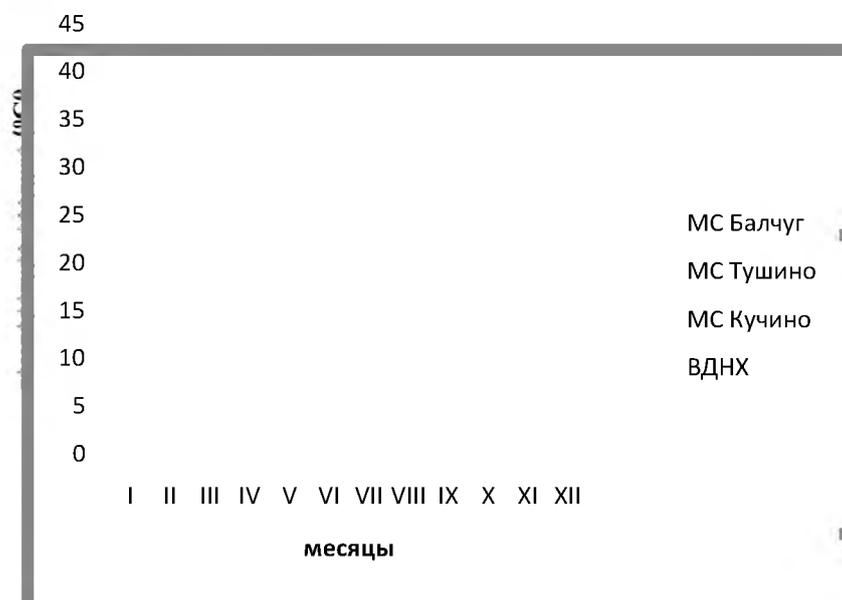


Рисунок 3.8 – Распределение абсолютных максимальных значений температуры воздуха в городе Москва в различных районах

Очень ярко различия в температурном режиме на трех станциях просматриваются в распределении минимальных температурах за год (таблица 3.14).

Таблица 3.14 – Абсолютные минимальные значения температуры воздуха в различных районах г. Москвы за период с 1990 -2020гг, °С

МС	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Балчуг	-32,0	-31,6	-26,0	-17,0	-2,1	1,4	6,0	4,3	2,2	-19,0	-29,5	-36,0
Тушино	-36,0	-37,0	-31,8	-18,9	-4,8	0,4	4,2	3,9	-1,8	-22,0	-32,4	-30,0
Кучино	-39,0	-38,0	-32,0	-19,6	-6,0	0,3	3,9	2,3	-1,9	-22,0	-38,9	-39,0
ВДНХ	-42,1	-38,2	-32,4	-21,0	-7,5	-2,3	1,3	-1,2	-3,5	-20,3	-32,8	-38,8

В районе МС Балчуг значительно теплее. Минимальные температуры воздуха здесь выше на 4-10 °С.

Самые низкие температуры здесь можно наблюдать в районе МС Кучино,

т.е. выхолаживание на периферии здесь значительно больше. Между значениями минимальных температур воздуха на МС Балчуг и МС Кучино большой разрыв, который в феврале составляет почти 7,0°С (рисунок 3.9).

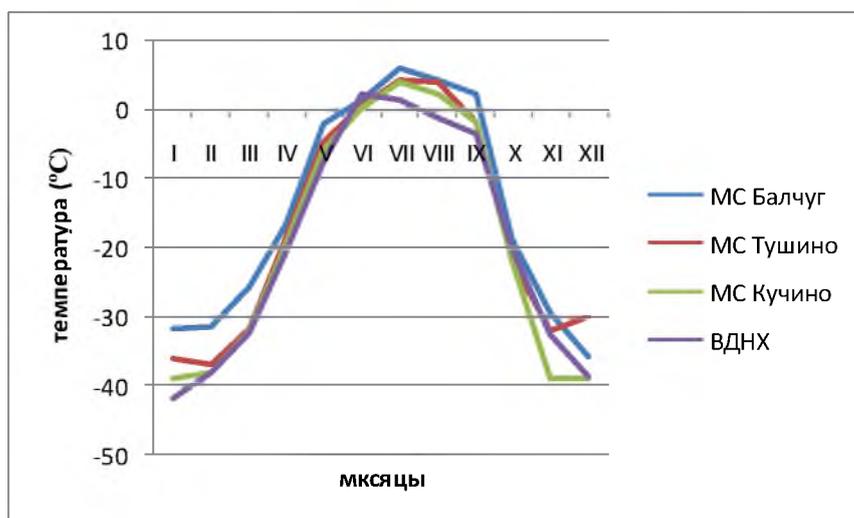


Рисунок 3.9 – Распределение абсолютных минимальных значений температуры воздуха в городе Москва в различных районах

По графикам максимальных и минимальных температур видно, что по своим экстремальным значениям показатели станции Кучино удобно сопоставить с показателями двух других станций.

Так максимальные значения Кучино совпадают с Балчугом, а минимальное с Тушино.

Поэтому необходимо рассмотреть амплитуду экстремальных значений температур (таблица 3.15).

Таблица 3.15 – Абсолютные месячные амплитуды температуры воздуха в различных районах г. Москвы за период с 1990 -2020гг, °С

МС	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Балчуг	26,8	18,8	26,1	28,1	28,5	26,0	23,1	25,3	19,0	28,0	19,5	22,4
Тушино	29,7	22,7	31,0	31,1	28,9	26,9	22,7	26,4	21,2	30,1	21,0	24,4
Кучино	32,7	25,9	32,2	32,1	31,4	27,2	24,8	28,2	23,1	29,9	22,1	24,3
ВДНХ	37,2	29	28	28	27	26	23	24	24	23	22	27

Для более удобного рассмотрения контраста температур в центре города

Москва и на его периферии, построим график амплитуд температур (рисунок 3.10).

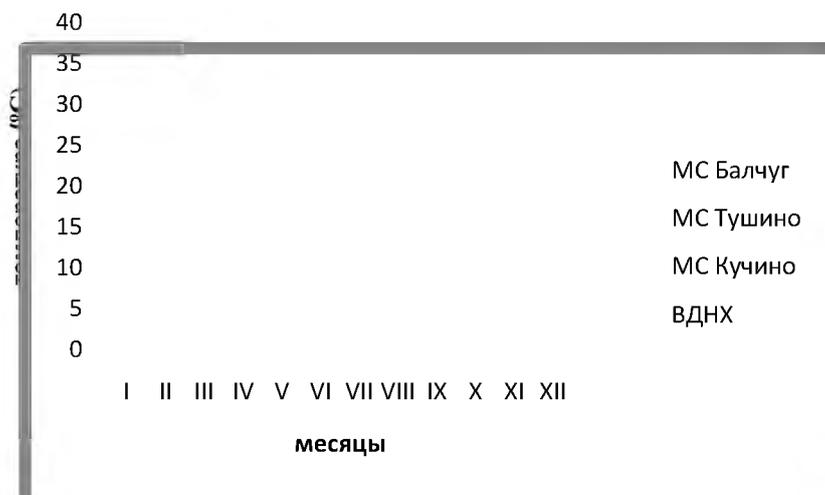


Рисунок 3.10 – Распределение средних и абсолютных месячных амплитуд температуры воздуха в городе Москва в различных районах

По диаграмме амплитуд температур по каждой станции за каждый месяц, отчетливо видна тенденция увеличения амплитуды от центра города к периферии.

Кроме того, при стоянии антициклона амплитуда больше. Во многом это обусловлено особенностями рельефа и разницей температур в центре столицы и периферии.

Воздушные потоки как бы стекаются в центральную часть города, принося с собой атмосферные осадки или зной.

В холодное время года на территории города Москвы нередко наблюдаются оттепели. Оттепель — повышение температуры атмосферы до положительных значений зимой или в начале весны в умеренных и высоких широтах Земли. Приводит к полному или частичному таянию снежного и ледового покрова [6, с.45].

Под днями с оттепелями понимают дни холодного времени года с положительной температурой, отмеченной хотя бы в один срок или даже только по максимальному термометру.

Проведенный в работе анализ показал, что оттепели в городе могут наблюдаться даже в самый холодный месяц – январь, причем, оттепели могут наблюдаться в каждую декаду.

В марте, особенно в последнюю декаду месяца, отмечается резкое возрастание числа дней с оттепелью (таблица 3.16, рисунок 3.11).

Таблица 3.16 – Среднее декадное и месячное число дней с оттепелью в северных и южных районах города Москвы

декада	XI		XII		I		II		III	
	юг	север	юг	север	юг	север	юг	север	юг	север
первая	8	9	4	5	1	2	1	2	2	3
вторая	6	7	1	2	1	1	2	2	4	5
третья	4	6	1	2	1	2	2	2	9	9
Всего за месяц	18	21	6	8	3	5	5	6	15	17

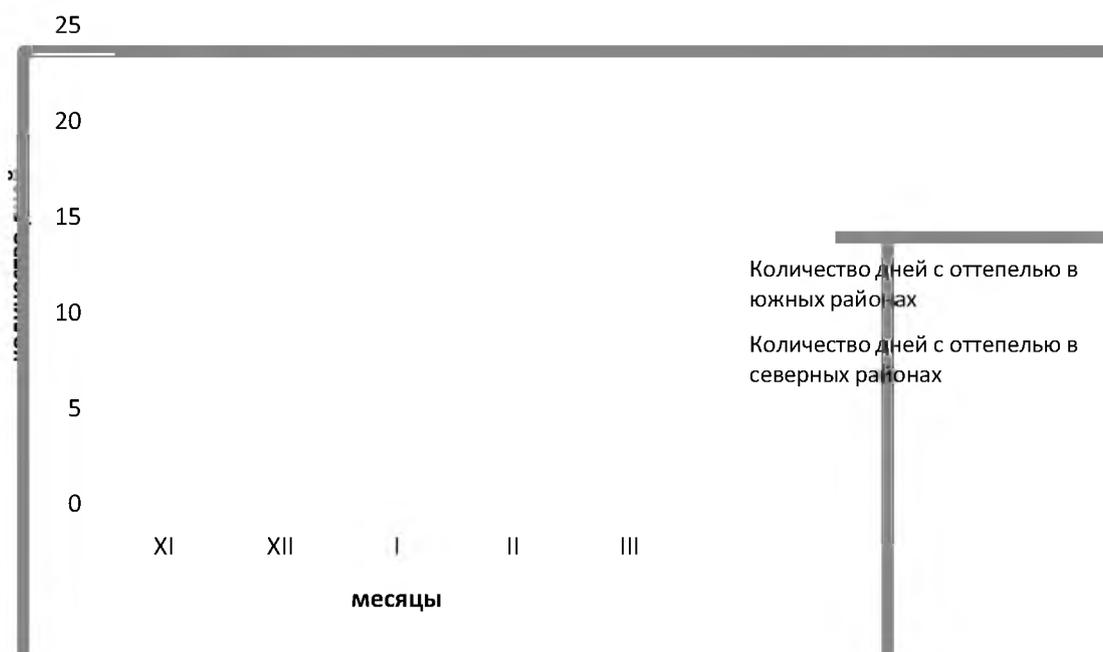


Рисунок 3.11 – Распределение средних декадных и месячных числа дней с оттепелью в северных и южных районах города Москвы

Весной и осенью при достаточно высокой температуре воздуха в отдельные ночи на территории города возможны заморозки, т.е., снижение температуры воздуха до 0°C и ниже.

Весенние и осенние заморозки связаны в основном с суточным ходом температуры в первые дни холодных вхождений в район Москвы.

Можно выделить два типа синоптических процессов, вызывающих перенос холодного воздуха с севера в среднюю полосу. К первому относятся более устойчивые процессы, связанные с восточной периферией продвигающихся по северу Русской равнины или в средней полосе антициклонов, ко второму – процессы, обусловленные прохождением подвижных гребней в тылу, следующих друг за другом циклонов [6, с.28].

Заморозки, связанные с последним типом процессов, чаще наблюдается осенью, когда ночи становятся длиннее. Первый тип обуславливает более низкие дневные минимумы относительной влажности и наибольшие разности ночных температур между воздухом и поверхностью почвы.

Анализ заморозков показал, что заморозки в апреле и октябре наблюдаются в первой половине месяца.

Количественные характеристики заморозков в условиях Москвы испытывают значительные колебания в зависимости от застройки, рельефа, наличия водоемов (таблица 3.17).

Таблица 3.17 – Среднее декадное и месячное число дней с заморозками в северных и южных районах города Москвы

декада	IV		V		IX		X	
	юг	север	юг	север	юг	север	юг	север
первая	6	7	1	3	0	0	2	3
вторая	5	6	1	1	менее 1	менее 1	4	5
третья	2	3	менее 1	менее 1	1	2	5	6
Всего за месяц	13	15	3	5	1	3	11	14

На севере Москвы число заморозков больше, чем на юге, причем, число заморозков, весной значительно больше, чем осенью, в апреле в ходе заморозков четко проявляется постепенное уменьшение их к концу весны, что связано со сходом снежного покрова и быстрым прогреванием воздуха при

холодных вторжениях. Осенью (октябрь) подстилающая поверхность не оказывает столь существенного действия (рисунок 3.12).

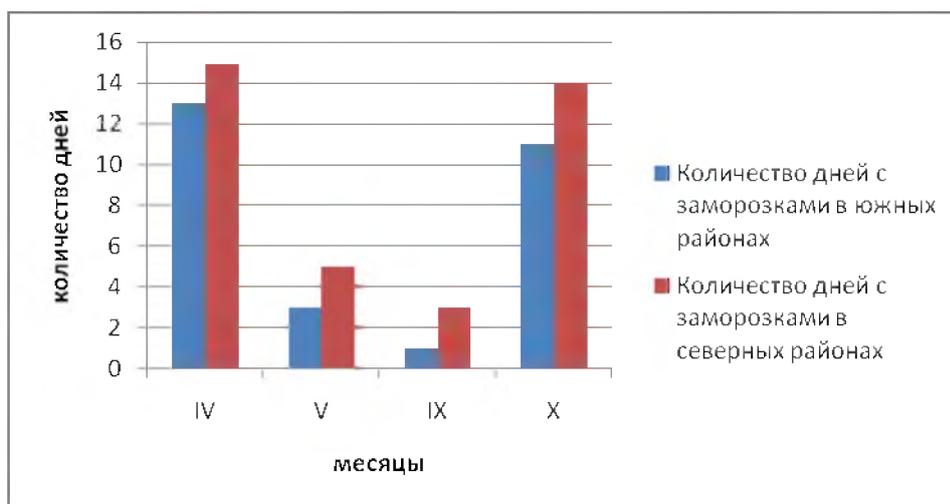


Рисунок 3.12 – Распределение средних декадных и месячных числа дней с заморозками в северных и южных районах города Москвы

На распределение заморозков существенное влияние оказывают местные условия. В центре Москвы первый заморозок появляется примерно на полмесяца позже, чем в пригородной зоне (таблица 3.18).

Таблица 3.18 – Средняя дата наступления и прекращения заморозков в различных районах города Москвы

	средняя дата наступления первых осенних заморозков	средняя дата прекращения последних весенних заморозков
Балчуг	17.X	21.IV
Тушино	28.IX	6.V
ВДНХ	1.X	4.V
Сокольники	28.IX	10.V

Как видно из этой таблицы, последние заморозки в центре города (Балчуг) прекращаются в среднем 21 апреля, т.е., на 19 дней раньше, чем в парковой периферийной зоне (Сокольники).

В центре города продолжительность безморозного периода более, чем на 20 дней больше, чем в пригородной зоне.

Закключение

Город Москва расположен на реке Москва в центре Восточно-Европейской равнины, в междуречье Оки и Волги. Средняя высота над уровнем моря составляет 156 м.

На климат Москвы оказывает влияние удаленность от крупных водоемов, что обуславливает довольно резкий суточный и годовой ход температуры воздуха.

Москва находится под слабым влиянием течения Гольфстрим, активизирующего атлантическую деятельность, которая обуславливает зимнюю температуру воздуха чуть выше, чем в других, пунктах, расположенных восточнее на той же широте.

На основании проделанной работы сделаны следующие выводы:

1. Среднегодовая температура в городе Москва составляет $+5,9^{\circ}\text{C}$.
2. Самым холодным месяцем в Москве, является январь, самым теплым - июль.
3. На естественный ход температуры воздуха, влияет урбанизация территории, заключающаяся в увеличении площади городской застройки.
4. При анализе температурного режима Москвы отмечаются общие закономерности: средняя суточная температура в центре в течение всего года выше, чем на окраинах города.
5. Самая высокая температура отмечается на МС Балчуг, самая низкая температура наблюдается в районе МС Кучино.
6. Возникающий над большим городом «остров тепла» в Москве отчетливо выражен. Температура в центре города на $4-5^{\circ}\text{C}$ выше, чем в пригороде, что равнозначно смещению центра Москвы на 150 – 200 км к югу.
7. Зимой «остров тепла», формирующийся над городом, возникает за счет большего выделения тепла в связи с работой теплоэнергетического комплекса в режиме максимальных нагрузок.
8. В холодный период года, в январе, средняя месячная температура

воздуха колеблется от $-3,3^{\circ}\text{C}$ (в сильно застроенной части центра) и $-6,0^{\circ}\text{C}$ (на окраинах).

9. В центральных районах Москвы в холодное время года часто наблюдаются оттепели, которые отмечаются даже в январе.

10. В центральных районах Москвы отмечается запаздывание появления первых заморозков на 15 дней, по сравнению с окраинными районами.

11. Особенности температурного режима города в основном объясняются радиационным балансом. Приход солнечной радиации в дневные часы в центре и на окраинах различается незначительно, поэтому и различия между дневными температурами центра и окраин меньше, чем между ночными.

12. Максимальные температуры в центре и на окраинах различаются меньше, чем минимальные.

13. Несколько пониженная температура южной окраины по сравнению с северной частью города вызвана тем, что южная часть города самая высокая в Москве и отличается современной, менее плотной, несомкнутой застройкой, обеспечивающей свободную циркуляцию воздуха.

Список использованной литературы

1. Агроклиматический справочник по Московской области. – Л.: Гидрометеиздат, 1954. – 194 с.
2. Алексеев, А. И. (ред). Московведение. География Москвы и Московской области. – М., 1994. – 212 с.
3. Балдина, Е.А. Исследование городских островов тепла с помощью данных дистанционного зондирования в инфракрасном тепловом диапазоне / Е.А. Балдина, М.Ю. Грищенко, М. Константинов // ДЗЗ для будущей Земли. Земля из космоса. «СПЕЦВЫПУСК». – 2015. – С.38-42.
4. Воробьев, В.И. Синоптическая метеорология. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 616с.
5. Груза, Г.В., Ранькова, Э.Я. Колебания климата на территории России / Г.В. Груза, Э.Я. Ранькова // Известия РАН, ФАО. – 2003. – Т. 39. – №2. – С. 166-185.
6. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2021 г. – Москва, 2022. – 104 с.
7. Дроздов, О.А., Васильев, В.А., Кобышева, Н.В. Климатология. – Л.: Гидрометеиздат, 1989.– 568с.
8. Исаков, С.В. Определение суммарного влияния антропогенно-измененных поверхностей на возникновение эффекта «городского острова тепла» с использованием геоинформационных систем / С.В. Исаков, В.А. Шкляев // Вестник ОГУ. – 2014. – №1 (162). – С. 178-182.
9. Кислов, А.В. Климатология: учебник / А.В. Кислов, Г.В. Суркова. – 4-е изд., испр. и доп. – Москва: ИНФРА-М, 2022. – 324 с.
10. Кислов, А.В. Моделирование летнего температурного режима Московского региона / А.В. Кислов, П.И. Константинов // Вестник МГУ. Серия 5. География. – 2007. – №1. – С. 45-48.
11. Матвеев, Л.Т. Курс общей метеорологии. Физика атмосферы. – Л.: Гидрометеиздат, 2006. – 380 с.

12. Мячкова, Н. А., Сорокина, В. Н. Климат Московской области. – М.: Изд-во МГУ, 1991. – 124 с.
13. Переведенцев, Ю.П. Теория общей циркуляции атмосферы: учебное пособие / Ю.П. Переведенцев, И.И. Мохов, А.В. Елисеев и др.; науч. ред. Э.П. Наумов. – Казань: Казан. ун-т, 2013. – 224 с.
14. Пиловец, Г.И. Метеорология и климатология: учеб. пособие. – М.: Инфра-М, 2015. – 399 с.
15. Русин, И.Н., Арапов, П.П. Основы метеорологии и климатологии. – СПб.: изд. РГГМУ, 2008. – 198с.
16. Семенченко, Б.А. Физическая метеорология / Б.А. Семенченко. – М.: Изд-во МГУ, 2002. – 416 с.
17. Сидорова, Л.П. Метеорология и климатология. Часть 1. Метеорология / Н.В. Лутова – Екатеринбург: УрФУ, 2015. – 198 с.
18. Сидоров, В.В., Климатология и метеорология. – Екатеринбург: Уральский государственный технический университет. 2006. – 146 с.
19. Справочник эколого-климатических характеристик г. Москвы / Под ред. А.А.Исаева. – М.: Изд-во МГУ, 2003. – Т. 1. – 304 с.
20. Справочник эколого-климатических характеристик г. Москвы / Под ред. А.А.Исаева. – М.: Изд-во МГУ, 2005. – Т.2. – 410 с.
21. Ульянец, Е.К. Оценка сезонных особенностей изменения климата в Североевропейском регионе / Е.К. Ульянец, С.И. Мастрюков, Н.В. Червякова, А.И. Угрюмов // Ученые записки РГГМУ. № 13. – СПб. 2010. С. 70 - 82.
22. Ужегова, Н.В., Антохин, П.Н., Белан, Б.Д., Ивлев, Г.А., Козлов, А.В., Выделение антропогенного вклада в изменение температуры, влажности, газового и аэрозольного состава городского воздуха // Оптика атмосферы и океана. – 2011. Т. 24. № 7. – С. 589–596.
23. Хромов, С.П. Метеорология и климатология / С.П. Хромов М. А. Петросянц. – М.: Изд-во МГУ, 2004. – 582 с.
24. Чубарова, Н.Е., Незваль, Е.И., Беликов, И.Б., Климатические и экологические характеристики московского мегаполиса за 60 лет по данным

Метеорологической обсерватории МГУ // Метеорология и гидрология. – 2014. – С. 49–64.

25. Шерстюков, Б.Г. Изменения, изменчивость и колебания климата [Текст] / Шерстюков Б.Г. – Обнинск: ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД», 2011. – 294 с.