



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

Кафедра метеорологии климатологии и охраны атмосферы

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

На тему «Анализ рекреационных ресурсов Центрально-Черноземной
области»

Исполнитель Панкратьева Юлия Андреевна
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель кандидат физико-математических наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)

Сероухова Ольга Станиславовна
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой

(подпись)

кандидат физико-математических наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)

Сероухова Ольга Станиславовна
(фамилия, имя, отчество)

«__» _____ 2022 г.

Санкт-Петербург
2022

Содержание

	Стр
Введение.....	3
1 Физические параметры атмосферы и их влияние на организм.....	5
1.1 Атмосферное давление.....	5
1.2 Температура воздуха.....	9
1.3 Влажность воздуха.....	16
1.4 Облачность, осадки, ветер.....	20
1.5 Методика определения метеорологического индекса здоровья (МИЗ).....	25
1.6 Биометрические показатели.....	31
2. Климатическое описание Центрально-черноземной полосы.....	35
2.1 Физико-географическое описание района города Воронеж.....	36
2.2 Синоптико-климатическое описание Воронежской области.....	37
3 Оценка рекреационных ресурсов Воронежской области.....	46
3.1 Метеорологический индекс здоровья.....	46
3.2 Индекс суровости погоды по Бодману.....	47
3.3 Эффективная температура.....	49
3.4 Индекс патогенности метеорологической ситуации.....	50
Заключение.....	59
Список литературы.....	60

Введение

Человеческий организм живет и функционирует в окружающей его биосфере и чутко реагирует на изменения в ней. Погода и климат постоянно воздействует на самочувствие человека, улучшая или ухудшая его. Например, научные медицинские работники, изучающие этот вопрос воздействия, сообщают о значительном увеличении случаев смертности человека при возникновении экстремальных температур – при экстремально высоких или очень низких температурах. Причины такого влияния природной среды на организм человека изучены еще достаточно мало. Ученые предлагали и проверяли различные биометеорологические показатели, индексы и методы для оценки климата с точки зрения биометеорологии. Но все эти показатели были рассчитаны для «среднестатистического человека», а ведь все люди индивидуально переносят влияние того или иного параметра.

В настоящий момент разработаны и предложены 7 групп различных индексов и показателей, таких как температурно-влажно-ветровые, температурно-ветровые, температурно-влажные и т.д. Их применение для оценки климата определенной территории может подсказать человеку, какие меры необходимо предпринять для сохранения комфортных условий проживания на этой территории и подготовить свой организм для успешного противостояния природной среде.

Климат в наше время меняется. В одних регионах зимы становятся мягче и продолжительнее, лето жарче и суше. В других наоборот. Поэтому вызывает интерес изучение биоклиматических характеристик территорий по свежим гидрометеорологическим данным.

Как известно, совокупность природных, природно-технических комплексов, которые способствуют восстановлению и развитию физических сил организма человека, называют рекреационными ресурсами. В каждой местности есть районы, которые человек может восстанавливать свой организм

и задача метеорологов состоит в оценке биометеорологических параметров в этих районах, что позволит оценить и степень отдыха человека в этом районе.

Целью выпускной аттестационной работы являлось изучение рекреационных ресурсов Центрально-Черноземной области, центр которой находится в Воронежской области. Это южный регион нашей страны, с умеренным климатом, поэтому оценка возможности использования его в рекреационных целях вызывает большой интерес.

В работе уделялось внимание только комплексу метеорологических параметров атмосферы, как объекту исследования.

1 Физические параметры атмосферы и их влияние на организм

1.1 Атмосферное давление

Атмосферное давление – это давление, которое производит атмосфера на земную поверхность и находящиеся в атмосфере предметы. В каждой точке атмосферы атмосферное давление равно весу столба воздуха, расположенного выше данной точки (до верхней границы атмосферы) и имеющего основание, равное единице. Давление воздуха принято измерять в миллиметрах ртутного столба, или в торрах. Давление, соответствующее 1 мм рт ст при температуре воздуха 0° равно 1 торру. В метеорологии принято измерять давление воздуха в миллибарах (сокращенно Мб) . 1000 мб составляет 1 бар, что соответствует давлению 1,020 кг/см. 1000 мб равна 750,1 мм рт ст в средних широтах на уровне моря давление воздуха составляет в среднем 760 мм рт ст по мере подъема давление понижается на каждые 10 м высоты приблизительно на 1 мм рт ст для того чтобы сравнивать давление воздуха в различных географических районах, необходимо всегда учитывать высоту над уровнем моря. Линии на картах, соединяющие точки с одинаковым давлением, называют изобарами.

Давление воздуха характеризуется довольно сильными непериодическими колебаниями, которые связаны с переменой погоды. Суточный ход давления, составляющий 1-2 мм рт ст, заметен лишь при устойчивой хорошей погоде; колебания давления, обусловленные метеорологическими факторами, составляют 10-20 мм рт ст.

Прежде влияние погоды на организм человека связывали в основном с изменением давления воздуха, и поэтому вопрос о зависимости между колебаниями давления воздуха и биологическими реакциями был повергнут специальному изучению. На ранних этапах исследования предполагали, что колебание давления воздуха оказывает механическое влияние на кровообращение, например, путем сдавливания поверхностных капилляров, расположенных в коже и дыхательных путях. Однако опыты в климатических

камерах показали, что колебания давления воздуха, связанные с погодой, не могут оказывать существенного влияния на организм человека. Эти колебания соответствуют различиям в высоте над уровнем моря всего лишь в 500 м, тогда как при испытании в климатической камере признаки регулярных изменений – замедление пульса, повышение минутного объема и увеличение объема дыхания – появляются лишь при давлении, соответствующем высоте 3000 м (Юнгман).

В случаях резкого изменения атмосферного давления, например при полетах, или при поездках по горным дорогам, нередко возникает ощущение глухоты. В барабанной полости давление соответствует нормальному атмосферному давлению. При понижении атмосферного давления барабанная перепонка выпячивается, при его повышении – вытягивается, что воспринимается как ощущение глухоты. Барабанная полость сообщается с носоглоткой через евстахиеву трубу, которая обычно закрыта, так как ее стенки сомкнуты. Лишь при глотании благодаря сокращению мышц глотки евстахиева труба открывается, и атмосферный воздух получает свободный доступ в барабанную полость.

Известное практическое значение имеет тот факт, что при понижении атмосферного давления газы, находящиеся в желудочно-кишечном тракте, расширяются, вызывая растяжение органов. Это может сопровождаться ухудшением аппетита и нарушением процесса пищеварения. Кроме того, связанное с пониженным давлением высокое состояние диафрагмы может привести к затруднению дыхания и нарушению функции сердечно-сосудистой системы. Именно с этими явлениями связаны те неприятные ощущения, на которые нередко жалуются люди во время полета.

При понижении атмосферного давления расширяется почвенный воздух, который переходит в нижние слои атмосферы, а это связано с попаданием в атмосферу эманация радия, содержащийся в почвенном воздухе.

Интенсивность космического излучения также до некоторой степени зависит от атмосферного давления: с повышением давления она падает.

При помощи многочисленных исследований было установлено, что при резком понижении давления или при очень низком давлении воздуха электрическое сопротивление кожи человека значительно выше обычного.

Исследования Виганда на трех здоровых людях показали, что при повышении атмосферного давления уменьшается число лейкоцитов в крови, главным образом за счет нейтрофилов; понижение атмосферного давления, напротив, приводит к увеличению числа лейкоцитов, и снова за счет нейтрофилов; число остальных видов белых клеток почти не меняется. Правда, эти результаты нельзя считать статистически достоверными из-за малой численности обследованных. Виганд считал, что отмеченное им изменение числа нейтрофильных лейкоцитов является показателем изменения общего состояния вегетативной нервной системы. Он выдвинул рабочую гипотезу, что понижение атмосферного давления оказывает возбуждающее действие на систематическую нервную систему, повышает восприимчивость к инфекционным заболеваниям, вызывает увеличение времени реакции на зрительные и звуковые раздражения, подавляет настроение и снижает трудоспособность. Напротив, повышение атмосферного давления вызывает возбуждение парасимпатической нервной системы.

Свидетельством того, что одним лишь воздействием атмосферного давления нельзя объяснить биологическое влияние погоды, служит тот факт, что признаки этого влияния на организм часто появляются за несколько часов до прохождения фронта, когда существенное изменение атмосферного давления еще не наблюдается. Кроме того, если бы все можно было свести к влиянию атмосферного давления, то при поездках по горным дорогам метеотропные реакции наблюдались бы значительно чаще, так как в этих условиях изменение давления воздуха носит резкий характер.

Несколько лет назад считали, что биотропным фактором являются барические волны, или так называемые колебания атмосферного давления, находящиеся в одной связи с различными динамическими процессами в

атмосфере. Такие волны давления способны проникать в жилые помещения; ими пытались объяснить отдаленное влияние метеорологических процессов.

Позже проблемами метеобиологического значения быстрых колебаний атмосферного давления занималась обсерватория в Давосе под руководством Мериофера. Исследования показали, что вид кривой давления настолько характерен для синоптической ситуации, что по одному лишь ходу этой кривой можно делать существенные выводы о метеорологических процессах. В результате этих исследований были получены убедительные данные о наличии отчетливой зависимости между барическими волнами и субъективными ощущениями, связанными с погодой.

Возникает вопрос, каким образом резкие колебания давления могут влиять на организм. Физиологически влияние колебаний давления с амплитудой 4 мм рт ст и периодом 3-15 минут казалось вполне вероятным, поскольку было установлено, что подробные колебания давления превышают порог чувствительности осязательных рецепторов и рецепторов ушного лабиринта. Ученые неоднократно возвращались к обсуждению гипотезы влияния барических волн. Считалось, что эти волны воспринимаются рецепторами sacculus'a лабиринта. Рецепторы же связаны с высшими отделами вегетативной нервной системы.

Хотя гипотеза о колебаниях давления как основной причине биологического влияния погоды кажется весьма импонирующей, признав ее, мы сталкиваемся с рядом трудностей, на которые указывал Мериофер и его сотрудник Курвуазье. Курвуазье исследовал наблюдавшиеся в атмосфере колебания давления и изучал. Как они воспринимаются человеческим ухом. Он показал, что колебания давления с амплитудой 4 мм рт ст и периодом 3-15 минут практически не существует. Любые колебания давления, период которых превышает 1 минуту, не могут оказывать влияния на наш вестибулярный аппарат. Волны же частотой более 16 колебаний в 1 секунду также не могут оказывать метеобиологического действия, так как эти волны лежат в диапазоне слуховых частот, и тогда симптомы, связанные с погодой, должны были бы

сопровождаться слуховыми ощущениями. Таким образом, остается область частот, называемая инфразвуковой. К этой области относятся такие колебания давления, которые встречаются при метеорологических процессах, не оказывающих биологического влияния. Однако исследования Курвуазье не исключают возможности того, что при некоторых метеорологических процессах возникают колебания такой частоты, которые могут оказывать биологическое действие.

Несмотря на то, что гипотеза барических волн как причины метеобиологических влияний казалась вначале весьма многообещающей, она не оправдала возлагающих на нее надежд. Правда, область частот, расположенная у нижней границы звуковых колебаний, до сих пор полностью не исследована.

1.2 Температура воздуха

Температура является мерой внутренней энергии тела, поэтому температурой воздуха является та температура, которую показывает термометр в условиях его полного контакта с атмосферным воздухом.

Температура воздуха определяется главным образом солнечной радиацией. В связи с различными условиями поглощения и отражения лучей в дневное и ночное время температура воздуха характеризуется суточными колебаниями. Отмечаются также сезонные колебания температуры. Лишь небольшая часть солнечных лучей непосредственно поглощается атмосферой, поэтому эти лучи вызывают лишь незначительное повышение температуры воздуха. Слой воздуха, прилегающий к поверхности земли, принимает ее температуру в результате теплопроводности. Основная часть солнечных лучей сначала поглощается поверхностью земли, поэтому нагревание или охлаждение последней зависит от того, что преобладает – поглощение лучей или их отражение. Теплый воздух поднимается вверх, холодный – опускается. Слой воздуха толщиной около 1 км нагревается от поверхности земли в результате

процесса, который называют термической конвекцией. Ветер с его беспорядочным перемешиванием воздуха в результате так называемой динамической конвекции вызывает дальнейшие перемещения холодных и теплых слоев воздуха. Обширные водные поверхности нагреваются в меньшей степени, чем поверхность суши, что обусловлено непрерывным перемешиванием воды, и поэтому на долю воздуха, находящегося над поверхностью воды, остается меньше солнечного тепла. Кроме того, удельная теплоемкость любых твердых и жидких тел значительно меньше удельной теплоемкости воды, т.е. количество тепла, необходимое для того, чтобы нагреть 1 мл на 1° , для воды оказывается наибольшим. По этим причинам над океанами колебания температуры воздуха обычно не столь значительны.

Колебания температуры воздуха, обусловленные различными факторами, характеризуются максимумом, отмечающимся не в 12 часов (время максимального притока солнечных лучей), а на 1-4 часа позже, т.е. в 13-16 часов, поскольку процесс конвекции происходит постепенно. Соответственно и минимальная температура наблюдается не в 12 часов ночи, а в период, предшествующий восходу солнца. Суточные колебания температуры воздуха над сушей выражены сильнее, чем над водной поверхностью.

Сезонные колебания температуры воздуха связаны с сезонным изменением условий облучения поверхности земли, причем максимальная температура наблюдается спустя некоторое время после летнего солнцестояния, т.е. в июле, а минимальная – в январе.

Человек может переносить колебания температур воздуха в весьма широких пределах от -40 -50° и ниже до $+100^{\circ}$ и выше. Организм человека приспосабливается к столь широкому диапазону колебаний температур окружающей среды посредством регулирования теплопродукции и теплоотдачи человеческого организма, этот процесс называется терморегуляцией. Температура тела человека зависит от внешних условий и характера деятельности в данный момент.

В результате нормальной жизнедеятельности организма в нем постоянно происходит образование тепла и его отдача, т.е. теплообмен. Тепло образуется вследствие окислительных процессов, из которых две трети падает на окислительные процессы в мышцах. Отдача тепла идет тремя путями: конвекцией, радиацией и испарением пота. В нормальных метеорологических условиях окружающей среды (температура воздуха около 20°C) конвекцией отдается около 30%, радиацией – около 45% и испарением пота – около 25% тепла.

При снижении температуры наружного воздуха и росте теплоотдачи поступившая в организм пища начинает интенсивно сгорать, также усиливаются окислительные процессы, увеличивается внутренняя теплопродукция, что компенсирует теплопотери, за счет чего и сохраняется постоянная температура тела. Одновременно для уменьшения теплоотдачи сокращаются сосуды в кожном покрове, уменьшается частота дыхания и число ударов сердца в минуту, организм начинает экономнее расходовать энергию. На холоде люди стараются больше двигаться или работать, т.к. работа мышц ведет к усилению окислительных процессов и увеличению теплопродукции.

До каких же пределов может опускаться температура тела человека при охлаждении? Температура поверхности кожи у человека, за исключением нескольких наиболее чувствительных ее участков, обычно на 2-5°C ниже, чем внутри тела, т.е. находится в пределах 31-35°C. Если при длительном охлаждении температура кожи становится ниже 29°C, появляется дрожь, при которой организм выделяет тепла больше обычного. При понижении температуры до 27°C у большинства людей наступает кома. Некоторые люди, как правило, это северяне, переносят охлаждение тела до 25 и даже до 24°C. Сердце человека способно работать и при температуре несколько ниже 24°C. Смерть обычно наступает при понижении температуры до 21°C. Но известны случаи, когда люди с температурой тела 28°C были в состоянии ходить и разговаривать.

Какую минимальную температуру наружного воздуха способен выдержать человек – это зависит от состояния его здоровья и одежды, но главное – от скорости ветра. В Якутии люди часами находятся на морозе, при температуре воздуха ниже -50°C , но они при этом соответствующим образом одеты, а в условиях центральной части зимнего сибирского антициклона обычно наблюдается безветрие. В Антарктиде зимовщикам континентальных станций также довольно длительное время приходится бывать вне помещений, но там сильные морозы нередко сопровождаются сильным ветром. Поэтому теплой ветронепроницаемой одежды там недостаточно и люди вынуждены надевать маску или закрывать лицо капюшоном меховой куртки (парки). Минимальная температура, при которой люди кратковременно бывали на воздухе, составляет -89°C .

Повышение температуры наружного воздуха вызывает другие процессы: ускоряется пульс, усиливается поступление крови к кожному покрову, возрастает теплоотдача. Если этого недостаточно, начинается потовыделение и избыток накопившегося в организме тепла удаляется с потом.

В условиях горячих цехов важное значение имеет отдача тепла организмом. Увеличение теплоотдачи всегда связано с увеличением кровенаполнения периферических кожных сосудов. Об этом свидетельствует покраснение кожных покровов при воздействии на человека повышенной температуры или инфракрасной радиации. Кровенаполнение кровеносных сосудов ведет к повышению температуры кожных покровов, что способствует более интенсивной отдаче тепла в окружающее пространство конвекционным и радиационным путем. Приток крови к кожным покровам активизирует деятельность расположенных в подкожной клетчатке потовых желез, что ведет к увеличению потоотделения и, следовательно, к более интенсивному охлаждению организма. Великий русский ученый И.П.Павлов и его ученики рядом экспериментальных работ доказали, что в основе этих явлений лежат сложные рефлекторные реакции при непосредственном участии центральной нервной системы.

В горячих цехах. Где температура окружающего воздуха может достигать высоких величин, где имеется интенсивное инфракрасное излучение, терморегуляция организма осуществляется несколько иначе. Если температура окружающего воздуха равна или выше температуры кожного покрова (32-34°C), человек лишен возможности отдавать избытки тепла конвекционным путем. При наличии нагретых предметов и других поверхностей в цехе, особенно при инфракрасном излучении, весьма затруднен и второй путь теплообмена радиации. Таким образом, в этих условиях, терморегуляция крайне затруднена, т.к. основная нагрузка падает на третий путь теплоотдачи - испарением пота. В условиях повышенной влажности, наоборот, затруднен третий путь теплоотдачи - испарением пота - и отдача тепла происходит конвекцией и радиацией. Наиболее тяжелые условия терморегуляции создаются при сочетании высокой температуры окружающей среды и повышенной влажности воздуха.

Несмотря на то, что организм человека благодаря терморегуляции может приспосабливаться к весьма широкому диапазону температур, нормальное физиологическое состояние его сохраняется лишь до определенного уровня. Верхняя граница нормальной терморегуляции в полном покое лежит в пределах 38-40°C при относительной влажности воздуха около 30%. При физической нагрузке или повышенной влажности воздуха этот предел снижается.

Терморегуляция в неблагоприятных метеорологических условиях, как правило, сопровождается напряжением определенных органов и систем, что выражается в изменении их физиологических функций. В частности, при действии высоких температур отмечается повышение температуры тела, что свидетельствует о некотором нарушении терморегуляции. Степень повышения температуры, как правило, зависит от температуры окружающего воздуха и от продолжительности его воздействия на организм. Во время физической работы в условиях высоких температур температура тела увеличивается больше, чем при аналогичных условиях в покое.

Действие высоких температур почти всегда сопровождается повышенным потоотделением. В неблагоприятных метеорологических условиях рефлекторное потоотделение часто достигает таких размеров, что пот не успевает испаряться с поверхности кожи. В этих случаях дальнейшее увеличение потоотделения ведет не к увеличению охлаждения организма, а к сокращению его, т.к. водяной слой препятствует снятию тепла непосредственно с кожного покрова. Такое профузное потоотделение называют неэффективным. Величина потоотделения у рабочих горячих цехов достигает 3-5 литров в смену, а при более неблагоприятных условиях она может достигать 8-9 литров за смену. Обильное потоотделение ведет к значительной потере влаги организмом.

Высокая температура окружающего воздуха оказывает большое влияние на сердечно-сосудистую систему. Повышение температуры воздуха выше определенных пределов дает учащение пульса. Установлено, что учащение пульса начинается одновременно с повышением температуры тела, т.е. с нарушением терморегуляции. Эта зависимость дает возможность по учащению пульса судить о состоянии терморегуляции при условии отсутствия прочих факторов, оказывающих влияние на частоту сердечных сокращений (физическое напряжение и пр.)

Воздействие на организм высокой температуры вызывает понижение кровяного давления. Это результат перераспределения крови в организме, где происходит отток крови от внутренних органов и глубоких тканей и переполнение периферических, т.е. кожных, сосудов.

Под влиянием высокой температуры изменяется химический состав крови, увеличивается удельный вес, остаточный азот, уменьшается содержание хлоридов и углекислоты и т.д. Особое значение в изменении химического состава крови имеют хлориды. При чрезмерном потении в условиях высоких температур хлориды выводятся из организма вместе с потом, вследствие чего нарушается водно-солевой обмен. Значительные нарушения водно-солевого обмена могут привести к так называемой судорожной болезни.

Высокая температура воздуха неблагоприятно действует на функции органов пищеварения и на витаминный обмен.

Избыточное тепло внешней среды может привести к тепловому истощению либо к тепловому удару. Последствия теплового истощения менее опасны, чем теплового удара, но оба заболевания следуют считать серьезными, требующими врачебной помощи. Перегрев организма влечет за собой нарушение работы механизма терморегуляции, а это ведет к нарушению функций кровообращения и некоторых центров головного мозга. Чем скорее будут восстановлены эти функции, тем менее опасны будут последствия заболеваний.

Какую же максимальную температуру наружного воздуха способен выдержать человек? В течение очень короткого времени человек может находиться в сухом воздухе при очень высокой температуре. Предельная температура, какую может перенести человек, 160°C . Это было доказано английскими физиками Бланденом и Чентри путем автоэксперимента. Температуру 104°C человек может терпеть 26 минут, 93°C – 33 минуты, 82°C – 49 минут, а 71°C – 1 час; установлено это в ходе экспериментов со здоровыми людьми-добровольцами.

Таким образом, высокая температура воздуха (выше допустимого предела) оказывает неблагоприятное влияние на жизненно важные органы и системы человека (сердечно-сосудистую, центральную нервную систему, пищеварительную), вызывая нарушения нормальной их деятельности.

Егоров показал на примере, какое влияние оказывают колебания температуры на состояние человеческого организма. В одну из январских ночей 1780г в Петербурге резко потеплело: температура повысилась от $-43,6^{\circ}\text{C}$ до 6° выше нуля. За эту ночь 40000 человек заболело гриппом. В 1932г с июня по сентябрь стояла сильная жара и совершенно не выпадали дожди. В это время все «сердечники» чувствовали себя хорошо. В сентябре погода резко изменилась. Наступили холодные дождливые дни и у всех этих больных снова появились их прежние недомогания.

Следует иметь ввиду, что теплоотдача организма зависит не только от температуры, но и от влажности воздуха, ветра, радиационного режима, т.е. от общей интенсивности процесса охлаждения, а также других факторов, действие которых изучено еще недостаточно (например, от психологического состояния человека, эмоциональных нагрузок и т.д.).

Зона благоприятного для человека теплового режима в европейской части нашей страны очень обширна- она простирается от южного побережья Белого моря до западных островов Кавказского хребта и южной оконечности Уральских гор на юго-востоке. Границами этой зоны являются изолинии 29°C и 34,5°C, представляющие средние температуры поверхности тела одетого человека в июле. Для неодетого человека северная граница зоны благоприятного термического режима проходит приблизительно вдоль 60-й параллели от Санкт-Петербурга на восток, т.е. на 400-500 км южнее, чем для легко одетого человека.

Таблица 1 - Средние значения температуры кожи при различных теплоощущениях человека

Температура кожи, °C	Теплоощущение
27,8 – 28,8	Холодно
28,9 – 29,9	Очень прохладно
30, - 32,1	Прохладно
32,2 -33,2	Комфорт
33,3 – 34,2	Тепло
34,3 – 35,5	Жарко
35,6 и выше	Очень жарко

1.3 Влажность воздуха

При определенной температуре воздух может содержать определенное количество водяного пара; такой воздух считается насыщенным водяным паром. С повышением температуры количество водяного пара, насыщающего воздух, возрастает. Давление водяного пара составляет часть атмосферного

давления. В метеосводках обычно указывается относительная влажность, т.е. Отношение содержащегося в воздухе водяного пара к его количеству при насыщении воздуха при данной температуре. Влагосодержание воздуха обычно тем выше, чем выше температура. Во влажных районах зимой относительная влажность воздуха месяцами может сохраняться равной 80% и больше, тогда как летом в сухих районах она составляет всего 20%. Как правило, годовые и суточные колебания давления водяного пара в воздухе совпадают с ходом температуры воздуха, относительная же влажность воздуха изменяется в противоположном направлении.

Относительная влажность в высокогорных районах, несмотря на значительную сухость воздуха, благодаря низким температурам оказывается такой же, как и на низменностях. Было проведено сопоставление истинной влажности атмосферного воздуха с влажностью воздуха в легких при температуре 37°. Значение такой «физиологической влажности» для высокогорных местностей оказалось вдвое меньше, чем для низменностей.

Если сопоставить дефицит влажности не с насыщением при температуре наружного воздуха, а с насыщенным при температуре воздуха в легких, то можно найти так называемый физиологический дефицит насыщения, т.е. разность между упругостью насыщения при температуре 37° (которая равна 47,1 мм рт.ст.) и упругостью водяного пара в наружном воздухе. Летом физиологическая влажность выше, а дефицит насыщения меньше, чем зимой.

Влажность воздуха в сочетании с температурой оказывает большое влияние на организм. Результирующая температура. Т.е. воспринимаемая температура тем выше, чем выше влажность воздуха. При одной и той же температуре влажный воздух «теплее» сухого. Чем выше влажность воздуха, тем выше влажность кожи. Испарение с поверхности тела происходит и при насыщении воздуха водяным паром, поскольку температура тела, а следовательно, и температура прилегающих к нему слоев воздуха выше температуры окружающего воздуха, поэтому слой воздуха, непосредственно прилегающий к организму, не насыщен водяным паром.

Для человеческого организма оптимальными следует считать условия, при которых относительная влажность составляет 50%, а температура 16-18°. При более высокой температуре желательно, чтобы влажность, а следовательно, и результирующая температура были ниже.

При насыщении воздуха влагой в результате конденсации происходит образование мелких капелек, содержащих микробы; эти капельки благодаря высокому поверхностному натяжению сохраняются и в значительно более сухом воздухе. Такие капельки обладают большей способностью к диффузии, чем сухие частицы пыли, и поэтому могут попадать в самые отдаленные участки легкого, тогда как сухие частицы пыли задерживаются в верхних дыхательных путях и выводятся из организма благодаря движениям ресничек мерцательного эпителия. Из сказанного ясно, что при влажном воздухе опасность воздушной инфекции выше.

В помещениях, где скапливается много народа, в выдыхаемом людьми воздухе содержатся выводимые из организма газы, которые, растворяясь в капельках, могут служить питательной средой для микробов.

Для роста многих микроорганизмов необходимо сравнительно большое количество влаги. О связи между развитием эпидемий и влажностью воздуха пишут и говорят довольно много.

При понижении температуры содержащаяся в воздухе влага конденсируется и образуется туман. В промышленных районах туман может поглощать токсичные газы, которые вступают в химическую реакцию с водой; так образуются серная и сернистая кислоты из газов, содержащих серу. Описано несколько случаев массового отравления различными промышленными газами населения, проживающего в окруженных горами долинах. Если туман случайно возникает в районе эпидемии того или иного заболевания, в его капельках нередко могут содержаться возбудители этого заболевания; с капельками тумана они заносятся и в другие районы.

Недостаточное охлаждение легких при дыхании теплым влажным воздухом оказывает неблагоприятное влияние на организм. О'Коннелль отметил повышение температуры тела в атмосфере, насыщенной влагой.

О влиянии влажности на ревматические боли, точно ничего неизвестно; по-видимому, при этом играют роль какие-то другие, сопутствующие факторы.

Предположение о том, что иногда боль в области рубцов связана с отеком, возникающем под влиянием избытка влаги в атмосферном воздухе, вряд ли справедливо; ведь при купании и влажных компрессах подобные боли не возникают.

Обследование слизистых оболочек показало, что в условиях влажного воздуха кровоснабжение слизистых повышено, они несколько отечны и образуют больше секрета; в условиях сухого воздуха, напротив, поверхность слизистой ровная, гладкая, сухая. Поэтому при большой сухости воздуха проникновение бактерий в слизистые дыхательных путей облегчается, однако, наблюдающаяся при влажном воздухе усиленная секреция создает на слизистой более благоприятные условия для размножения и распространения микробов. Ряд исследователей считает, что при дыхании влажным воздухом носовые ходы расширены, а при дыхании сухим воздухом, напротив, сужены.

Работы научно-медицинского отдела народного предприятия «Шеринг», опубликованные Ширигом, показали, что влажность воздуха сильно влияет на течение эфирного наркоза. При повышенной влажности воздуха нередко сильно возрастает расход эфира, причем наркоз оказывается более поверхностным. Содержащаяся в воздухе влага пропитывает ткань маски. Поскольку эфир легче воды, он как бы всплывает и в значительной мере теряется для дыхания. Усиленная подача эфира может привести к обледенению пропитанных водой тканей маски. Вдыхание холодного воздуха может оказаться причиной послеоперационных осложнений. Все это легко исключается при наркозе с использованием закрытой системы. Отсюда вытекает необходимость установления строгого контроля над влажностью воздуха в операционной.

1.4 Облачность, осадки, ветер

При конденсации водяного пара в атмосфере возникают мелкие капли. Они могут образовывать большие скопления. Наблюдая подобные скопления капель в атмосфере со стороны, мы называем их облаками, если же мы сами находимся в них, то говорим о тумане. При переходе водяного пара из газообразного состояния в твердое образуются кристаллики льда, которые могут входить в состав облаков. Определенные виды облаков обусловлены определенными метеорологическими процессами. Для конденсации необходимы два условия: понижение температуры и наличие поверхностей, на которых может произойти конденсация. Такими поверхностями служат ядра конденсации, когда речь идет об образовании из водяного пара жидкой воды, и ядра сублимации, на которых образуются ледяные кристаллы.

Если нет притока тепла, то поднимающийся вверх воздух охлаждается на 1° на каждые 100 м подъема. При этом происходит образование облаков.

Облачность оказывает влияние, прежде всего на интенсивность солнечного освещения. Облачность принято измерять по 11-балльной шкале, согласно которой 0 соответствует полному отсутствию облаков, а 10 баллов – сплошной облачности. Для определения количества облаков используются следующие выражения:

- безоблачно - 0 -1 балл облаков;
- малооблачно - 2 -3 балла облаков;
- переменная облачность - 4 -7 баллов облаков;
- значительная облачность - 8 -9 баллов облаков;
- сплошная облачность - 10 баллов облаков.

Суточные изменения облачности характеризуются максимумом, приходящимся на утренние часы, когда обычно наблюдается туман или слоистая облачность; второй максимум отмечается в послеобеденное время, когда наиболее сильно выражена термическая конвекция.

Изменение облачности влияет на некоторые биологические реакции; так, доказана зависимость ферментационной функции микробов от облачности. Здесь вообще уместно отметить, что чувствительность к метеорологическим факторам не является особенностью, присущей только человеку: ведь зависимость от условий внешней среды – это общее свойство, присущее всем биологическим системам.

При определенных условиях мелкие капли влаги или кристаллики льда могут соединяться, образуя крупные капли или хлопья снега. В этом процессе, по-видимому, некоторую роль играют электрические явления. Под дождем понимают выпадение довольно крупных, быстро падающих капель; морозящий дождь состоит из мелких, медленно падающих капель. Частоту осадков обычно характеризуют числом дней с осадками в году.

По данным Миссенара, дождь не способствует распространению инфекционных заболеваний. При бактериологическом исследовании дождевой воды в ней не обнаружено никаких микроорганизмов. Более того, можно считать, что дождь играет в этом смысле положительную роль. Он очищает воздух: капли, содержащие микробы, опускаются на землю, смывается пыль. По данным Миссенара, в дождливое время года смертность обычно бывает ниже.

Совсем иначе обстоит дело при сильных ветрах, которые поднимают в воздух капельки воды с поверхности морей, озер и других водных объектов; с этими каплями попадают в воздух микробы. Так осуществляется распространение инфекционных заболеваний из инфицированных водных источников. Вот почему морозящий дождь может иногда играть роль эпидемиологического фактора. Именно так объясняет Миссенар возникновение эпидемий холеры на берегах пролива Босфор (1908 г). Морская вода была заражена проходящим судном, на борту которого находились больные холерой; морозящий дождь в этом случае способствовал распространению инфекции.

Одно из первых метеопатических наблюдений состояло в констатации того факта, что многочисленные жалобы, связанные с метеорологическими

явлениями, сразу же прекращались, как только начинались дожди и грозы. В литературе можно найти очень много соответствующих примеров. Нарушения самочувствия, например, во время зноя исчезают тотчас же. Как только начинаются дожди. Аналогичная картина наблюдается и в отношении ревматических жалоб. Здесь приходится думать о влиянии веществ, содержащихся в воздухе в ничтожно малом количестве и вымываемых дождем. Возможно также, что дождь как бы закупоривает почвенные капилляры и выделение из них газов, например, эманации, прекращается. Кроме того, эти газы растворяются в дождевой воде и вымываются из воздуха. Можно предполагать, что одновременно с выпадением дождя происходит изменение электрического поля земли.

Снег действует, как правило, благотворно на психически лабильных и чувствительных к метеорологическим факторам людей. Снежный покров препятствует образованию пыли. Он создает в высокогорных районах определенную влажность воздуха. Без снега в этих районах воздух был бы очень сухим и оказывал бы раздражающее действие на дыхательные пути. Вместе с тем снежный покров является источником охлаждения прилегающих к нему слоев воздуха, которое лишь в незначительной степени компенсируется воздействием отраженных от снега солнечных лучей.

Ветром называется движение воздуха относительно земной поверхности. Ветер характеризуется направлением и скоростью. Скорость, или сила ветра, оценивается по 13-балльной шкале Бофорта, по которой 0 соответствует штилю, а 12 баллов – урагану. Она основана на визуальной оценке действия ветра на наземные предметы или состояние моря.

Таблица 2 - Перевод скорости ветра из шкалы Бофорта в скорость ветра в м/с

Балл шкалы Бофорта	М/с	Балл шкалы Бофорта	М/с
0	0-0,2	7	13,9 – 17,1
1	0,3 – 1,5	8	17,2 – 20,7
2	1,6 – 3,3	9	20,8 – 24,4
3	3,4 – 5,4	10	24,5 – 28,4
4	5,5 – 7,9	11	28,5 – 32,6
5	8,0 – 10,7	12	>32,6
6	10,8 – 13,8		

Поскольку воздух перемещается из мест с высоким давлением в места с низким давлением, возникает горизонтальное движение воздуха – ветер, что приводит к выравниванию давления. Различия в давлении связаны с соотношением интенсивности поглощения и интенсивности отражения лучей, при этом создаются области с высоким и низким давлением. Поскольку летом из – за более интенсивного нагревания давление над сушей ниже, чем над водной поверхностью, а зимой вследствие более сильного охлаждения оно выше над сушей, чем над водной поверхностью, летом потоки влажного воздуха устремляются с моря на сушу, а зимой потоки сухого воздуха направляются с охлажденной суши к морю. Эти сезонные ветры называют муссонами; они наиболее распространены в Азии. Различают ветры, дующие днем с моря на сушу, и ветры, дующие по ночам с суши на море. Следует упомянуть также о долинных ветрах, дующих днем вверх по долине, и горных ветрах, дующих ночью в противоположном направлении.

Известно, что сильный ветер, оказывающий давление на поверхностные ткани организма, может вызывать утомление. Возможно, что утомление связано с охлаждающим действием ветра, т.к. при одной и той же температуре и влажности воздуха охлаждающее влияние на организм сильнее при ветре. Так, при температуре 20° насыщенный влагой воздух, движущийся со скоростью 3 м / с кажется таким же холодным, как неподвижный воздух при

температуре 14°. Летом при высокой температуре воздуха ветры способствуют повышению сопротивляемости организма. Зимой при низких температурах, напротив, ветер понижает сопротивляемость. Статистические данные показывают, что в холодное время года ветреная погода приводит к повышению смертности, а в теплое время года ветер, напротив, понижает смертность.

Таблица 3 - Ощущения человека при различных скоростях ветра (Исаев А.А., 2003 г.)

Скорость ветра, м/с	Ощущение человека, одетого в одежду одного типа
Менее 0,25	Остается незамеченным
0,25 – 0,5	Приятное
0,5 – 1,0	Приятное, но заставляющее помнить о движении воздуха
1,0 – 1,5	От «слегка пронизывающего» до «неприятно пронизывающего»
1,5 – 6,0	Дискомфорт, желательно использовать защитные меры
6,0 – 10,0	Жесткий дискомфорт, требуются защитные меры, угроза здоровью
Более 10,0	Исключительный дискомфорт, требуются усиленные защитные меры, угроза здоровью и жизни

Больные туберкулезом отличаются особенно высокой чувствительностью к внезапной перемене ветра. По мнению Чейза, при этом наблюдается резкая реакция со стороны кровяного давления независимо от того, произошло ли понижение атмосферного давления или давление не изменилось.

Удивительно, что даже поведение рыб изменяется с изменением направления ветра. Причем эти изменения в поведении иногда предшествуют изменению направления ветра. Возможно, здесь речь идет о комплексном влиянии фронтов.

Что касается климатических особенностей курортов, то они нередко зависят от того, помещается ли курорт в долине, на вершине горы или на ее склоне, а также от того, какова экспозиция склона. В связи с этим Линке указывал, например, на то, что в поперечных долинах по ночам ночуют

холодные горные ветры, которые, хотя как будто бы мало ощутимы, приносят на смену воздуху, содержащему накопившие за день примеси, чистый горный воздух. Именно этим ночным горным ветрам обязаны почти все горные курорты своим здоровым воздухом и здоровым климатом. Горные районы, в которых функционируют минеральные источники, одновременно являются и климатическими курортами.

А может ли тот или иной климат predispose к специфическим заболеваниям? Да, может. Это главным образом инфекционные заболевания, передаваемые через воду и насекомых. У насекомых изотермический, температурно-синхронизированный организм, рост и развитие которого очень сильно зависят от температуры и влажности воздуха. Так, малярия, желтая лихорадка переносятся насекомыми тропической зоны, для которой характерны высокие температуры и влажность воздуха. Сыпной тиф переносится вшами, которые заводятся в тяжелой теплой одежде и антисанитарных условиях. Т.о. тиф – болезнь холодного климата.

1.5 Методика определения метеорологического индекса здоровья (МИЗ)

Метеорологический индекс здоровья (МИЗ) позволяет любому человеку оценить, как погода и ее изменения будут влиять на его самочувствие. Для этого нужно только прослушать сообщение о погоде, передаваемое по радио, и посмотреть в окно.

В качестве метеорологических характеристик, влияние которых мы учитываем, выбраны, с одной стороны, самые значимые, а с другой – наиболее доступные для понимания любым человеком. Такими характеристиками оказались температура воздуха, атмосферное давление, скорость ветра, относительная влажность воздуха, наличие облачности и осадков, а также величина изменения температуры и давления за прошедшие сутки. Итого нами при расчете МИЗ используется и учитывается восемь характеристик атмосферы. Оценка влияния погоды на человека проводилась по так

называемым «баллам комфортности» для каждого элемента отдельно. Для каждого элемента максимальный балл комфортности принят нами равным пяти, а минимальный – нулю. Так, для температуры воздуха баллы комфортности можно определить по таблице 4.

Таблица 4 – Определение балла комфортности для температуры воздуха

Температура воздуха, °С	-30	-20	-10	0	10	20	30	40
Балл комфортности	0	1	2	3	4	5	3	1

По аналогичным таблицам, которые приведены ниже, определяются баллы комфортности и для остальных параметров атмосферы (таблицы 5-11).

Таблица 5 - Определение балла комфортности для атмосферного давления

Атмосферное давление, мм рт. ст.	720	730	740	750	760	770	780
Балл комфортности	1	2	3	4	5	4	3

Таблица 6 - Определение балла комфортности для скорости ветра

Скорость ветра, м/с	0	3	6	9	12	15
Балл комфортности	5	4	3	2	1	0

Таблица 7 - Определение балла комфортности для относительной влажности

Относительная влажность, %	30	40	50	60	70	80	90	100
Балл комфортности	2	3	4	5	4	3	2	1

Таблица 8 - Определение балла комфортности для облачности

Наличие облачности	ясно	переменно	пасмурно	пасмурно (низкие облака)
Балл комфортности	5	3	1	0

Таблица 9 - Определение балла комфортности для осадков

Осадки	нет	слабые	умеренные	сильные	очень сильные
Балл комфортности	5	4	3	2	1

Таблица 10 - Определение балла комфортности для изменения суточной температуры

Изменение температуры за сутки, °С	0	2	4	6	8	10
Балл комфортности	5	4	3	2	1	0

Таблица 11 - Определение балла комфортности для изменения атмосферного давления

Изменение атмосфер.давлен. за сутки, мм рт. ст.	0	3	6	9	12	15
Балл комфортности	5	4	3	2	1	0

Для того, чтобы определить метеорологический индекс здоровья, надо для начала определить свой коэффициент влияния погоды K на ваше самочувствие. Он определяется индивидуально по вашим ощущениям.

Если вы не реагируете на погоду, то тогда $K = 1,0$

Если вы иногда реагируете на погоду, то тогда $K=0,9$

Если вы часто реагируете на погоду, то тогда $K=0,8$

Если вы всегда реагируете на погоду, то тогда $K=0,7$

Затем вы должны прослушать сообщение о погоде, которое передают по радио, и запомните данные о температуре воздуха, атмосферном давлении, скорости ветра и относительной влажности воздуха.

По первым четырем таблицам вам нужно отдельно для каждого элемента погоды определить балл комфортности, а затем подойти к окну и посмотреть, какие на небе облака и есть ли осадки. Теперь вы можете определить баллы комфортности уже по шести первым табличкам.

Если есть данные о погоде за вчерашний день, то вычислите разность значений температуры воздуха и атмосферного давления за вчера и сегодня (знак не учитывается) и определить баллы комфортности по двум последним таблицам. Для определения метеорологического индекса здоровья можно обойтись и без последних двух таблиц.

Теперь нужно сложить все баллы комфортности и по полученной сумме и коэффициенту влияния K определить на сегодня свой МИЗ. Если вы используете для расчета МИЗ только шесть параметров (без вчерашней погоды), то максимальная сумма баллов комфортности не может превышать тридцати, а если учитываете и вчерашнюю погоду – то сорока.

Ниже приведена таблица с возможными МИЗ по сумме баллов комфортности и коэффициенту влияния K (таблица 12).

После определения МИЗ, если это делалось без учета вчерашней погоды (максимальная сумма баллов равна 30), то

при значениях МИЗ 26-30 погода на вас не влияет;

при значениях МИЗ 22-26 погода оказывает на вас слабое влияние;

при значениях МИЗ 17-22 погода оказывает на вас умеренное влияние;

при значениях МИЗ 12-17 погода оказывает на вас сильное влияние;

при значениях МИЗ менее 12 погода оказывает на вас очень сильное влияние.

Таблица 12 - Возможными МИЗ по сумме баллов комфортности и коэффициенту влияния К

Сумма баллов	К				Сумма баллов	К			
	1,0	0,9	1,0	0,9		1,0	0,9	0,8	0,7
10	10	9	8	7	26	26	23	21	18
11	11	10	9	8	27	27	24	22	19
12	12	11	10	8	28	28	25	22	20
13	13	12	10	9	29	29	26	23	20
14	14	13	11	10	30	30	27	24	21
15	15	14	12	10	31	31	28	25	22
16	16	14	13	11	32	32	29	26	22
17	17	15	14	12	33	33	30	26	23
18	18	16	14	13	34	34	31	27	24
19	19	17	15	13	35	35	32	28	24
20	20	18	16	14	36	36	32	29	25
21	21	19	17	15	37	37	33	30	26
22	22	20	18	15	38	38	34	30	27
23	23	21	18	16	39	39	35	31	27
24	24	22	19	17	40	40	36	32	28
25	25	22	20	18					

Если вы учитывали вчерашнюю погоду (максимальная сумма баллов 40), то

при значениях МИЗ 34-40 погода на вас не влияет;

при значениях МИЗ 28-34 погода оказывает на вас слабое влияние;

при значениях МИЗ 22-28 погода оказывает на вас умеренное влияние;

при значениях МИЗ 16-22 погода оказывает на вас сильное влияние;

при значениях МИЗ менее 16 погода оказывает на вас очень сильное влияние.

При умеренном влиянии погоды на самочувствие нужно быть внимательным к себе, при сильном – осторожным, а при очень сильном – поберечь себя. Метеорологический индекс здоровья не дает никаких медицинских рекомендаций, а просто предупреждает, какое влияние будет оказывать на вас сегодняшняя погода, и позволяет оптимально спланировать на день свою физическую, деловую и интеллектуальную активность.

На рисунке 1 представлена диаграмма зависимости ощущений человека от метеоэлементов.

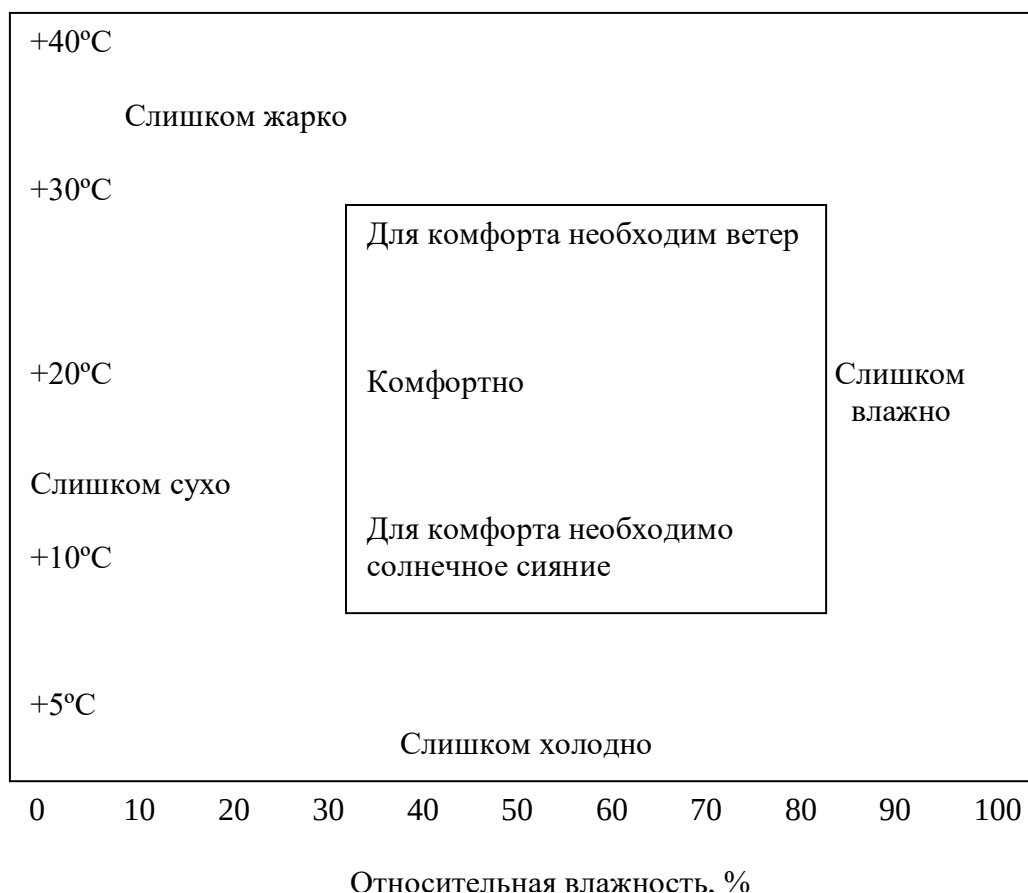


Рисунок 1 – Диаграмма зависимости ощущений человека от метеоэлементов

Диаграмма, приведенная в обобщенном виде, показывает, как распределение метеоэлементов влияет на ощущения человека и каким образом ветер и солнечное сияние расширяет диапазон комфортных условий (для человека).

Приняты оптимальные значения метеорологических параметров, обеспечивающих максимальный комфорт (данные приведены для средних широт):

- температура воздуха +18°C;
- относительная влажность 50%;
- скорость ветра 0 м /с;
- облачность 0 баллов;

изменчивость давления 0 гПа /сутки;

температура воздуха 0°С /сутки.

1.6 Биометрические показатели

Биометеорологические показатели (индексы) являются косвенными индикаторами оценки состояния окружающей человека среды, характеризуя в физическом отношении особенности её тепловой структуры. Реакция на воздействие отдельного метеорологического элемента (либо их совокупности) может проявляться мгновенно или пролонгировано, а продолжаться в течение часов, суток, дней либо периода совместимого с длительностью человеческой жизни. Попытки связать наибольшее число факторов окружающей человека среды, оказывающих влияние на теплоощущения в некий общий показатель, нашли свое выражение в ряде индексов. В настоящее время известны и применяются для расчетов около 30 биометеорологических показателей – индексов, которые условно можно подразделить на несколько групп:

Температурно-влажностные показатели:

- ЭТ – эффективная температура неподвижного воздуха;
- DI – индекс дискомфорта (США);
- DY – индекс дискомфорта (Япония).

Температурно-ветровые (индексы холодного стресса):

- W (K) – ветро-холодовой индекс (по Сайплу);
- WC – уточненный ветро-холодовой индекс (Канада);
- S – балл суровости по Бодману;
- T – коэффициент жесткости погоды по Арнольди;
- H – индекс ветрового охлаждения по Хиллу;
- S₀ – коэффициент жесткости погоды по Осокину;
- ЭШТ – эквивалентно штилевая температура.

Температурно-влажностно-ветровые (для теневых пространств):

- E_T – эффективная температура (показатель тепловой чувствительности с учетом влияния ветра);
- $ЭЭТ$ – эквивалентно-эффективная температура;
- $НЭЭТ$ – нормальная эквивалентно-эффективная температура (показатель тепловой чувствительности с учетом влияния ветра для одетого человека).

Температурно-влажностно-ветровые (с учетом солнечной радиации):

- $РЭЭТ$ – радиационная эквивалентно-эффективная температура, специалистами оценивается, как самый информационный индекс;
- $БАТ$ – биологически активная температура;
- $T_{пр}$ – индекс приведенной температуры по Адаменко и Хайруллину;
- Q_s – сальдо теплового баланса тела человека по Русанову;
- C теплоизоляция одежды, ед. кло;
- Коэффициент дискомфорта климата по В.И. Русанову.

Индексы патогенности и изменчивости климата:

- I индекс патогенности метеорологической ситуации (по Бокше);
- ρ_{O_2} – парциальная плотность кислорода по Овчаровой;
- $КПМ$ – класс погоды момента по Русанову;
- K – индекс изменчивости $КПМ$ по Русанову;
- $МИЗ$ – метеорологический индекс здоровья по Богаткину;
- G – показатель напряженности механизмов терморегуляции по Айзенштату Б.А.;
- N – индекс тепловой нагрузки по К.Я. Кондратьеву.

Индексы континентальности климата:

- K_T – по Горчинскому;
- $K_{хр}$ – по Хромову.

В каждой группе индексы расставлены в порядке применимости и информативности.

Индексы, характеризующие состояние атмосферы:

- I_i (ИЗА) – суммарный индекс загрязнения атмосферы

$$I_i = \sum_{i=1}^I \left(\frac{\bar{q}}{ПДК_{CC}} \right)_i^{C_i}, \quad (1)$$

где $\bar{q}$ – осредненная по времени (месяц, год) концентрация i - той примеси, рассчитанная для поста, города, региона;
 C_i – безразмерная константа, позволяющая привести степень вредности i - того вещества к вредности диоксида серы SO_2 ;
 $ПДК_{CC}$ – предельная концентрация i - того вещества.

– ПЗА – потенциал загрязнения атмосферы, под которым понимают сочетание метеорологических факторов, обуславливающих уровень загрязнения атмосферы.

В числовом выражении ПЗА (П) показывает во сколько раз средний уровень загрязнения атмосферы в конкретном районе ($\bar{q}_i$), определяющийся реальной повторяемостью метеорологических условий, способствующих накоплению вредных примесей, будет выше, чем в условном ($\bar{q}_o$):

$$П = \bar{q}_i / \bar{q}_o; \quad (2)$$

– K_M – климатический потенциал самоочищения атмосферы, используется для климатической оценки комплекса метеорологических условий, характерных конкретной местности, способствующих накоплению либо рассеиванию примесей и выбросов в атмосфере. Этот показатель рассчитывается по формуле:

$$K_M = \frac{(D_t - D_v)}{(P_\emptyset - P_o)}, \quad (3)$$

где P_O – число дней с осадками $\geq 0,5$ мм;

P_V – число дней со скоростью ветра ≥ 6 м/с;

$P_{Ш}$ – число дней со штилем, скорость ветра $V = 0 - 1$ м/с;

P_T – число дней с туманами;

При $K_M \gg 1$ плохие условия для рассеивания примесей в атмосфере, потенциал – низкий. При K_M от 1 до 0,6 повторяемость процессов в атмосфере, способствующих самоочищению преобладает, потенциал – средний. При $K_M < 0,6$ – повторяемость процессов в атмосфере, способствующих самоочищению значительно преобладает, потенциал – высокий.

2. Климатическое описание Центрально-черноземной полосы.

В настоящее время под названием Центрально-чернозёмная полоса подразумевают Центрально-Чернозёмный экономический район. Назван район по преобладающему типу почвы - чернозёму. Этот район является частью Евразийской зоны чернозёмов, находящейся в России и является одним из двенадцати экономических районов Российской Федерации. В этот район входят регионы Южной части центральной России с центром - г.Воронеж. Классификация экономического региона в структуре экономического районирования России поддерживается Минэкономразвитием России.

Черноземье произошло от слова чернозёмы и указывает на то, что основную местность составляют тучные чернозёмы, плодородная земля. Район занимает центральное положение в чернозёмной полосе Русской равнины.



Рис. 2.1 – Центрально-черноземная полоса.

В Центрально-Черноземный экономический район входят Воронежская, Липецкая, Тамбовская, Курская и Белгородская области. Центрально-Черноземный экономический район граничит с ведущим промышленным районом страны - Центральным и удобно расположен по отношению к топливно-энергетическим базам Поволжья и Северного Кавказа. Территория

района находится на водоразделе, по верхнему течению рек Оки, Дона и Сейма (приток Десны), Северского Донца. Западная часть района находится на Среднерусской возвышенности, средняя — на Окско-Донской низменности. Особенность современного рельефа — множество оврагов, чему способствовали как природные факторы (Днепровское оледенение), так и социально-экономические (массовая вырубка лесов, чрезмерная распашка степей и лугов).

Так как центром Центрально-Черноземного экономического района является город Воронеж, то оценку рекреационных ресурсов проведем по многолетним метеорологическим данным города Воронежа.

2.1 Физико-географическое описание района города Воронеж

Город Воронеж расположен на равнинной, лесостепной местности. С востока он ограничен водохранилищем, а с запада — поймой р. Дон с заливными лугами, с севера — городские постройки и промышленные предприятия, с юга — садово-дачные участки.

Полная площадь зеркала водохранилища р. Воронеж составляет 21500 км². Средняя глубина — 2,9 м. Климат бассейна водохранилища умеренно континентальный. Средняя январская температура на юго-западе — 9,4°C, на северо-востоке — 11,3°C. Переход средних суточных температур через 5°C наблюдается в середине апреля, через 10°C — в первой половине мая. Средняя температура июля около 20°C. Река Усманка - мелководная извилистая река, протекает по лесостепной зоне, образуя большую пойму с озерами и болотами.

Почечный покров - пестрый. Преобладают черноземы различных типов, которые повсеместно распаханы и засеяны. Леса занимают до 20% площади и расположены пятнами, главным образом вдоль рек Воронеж и Усманка. Это в основном дубравы и сосновые боры.

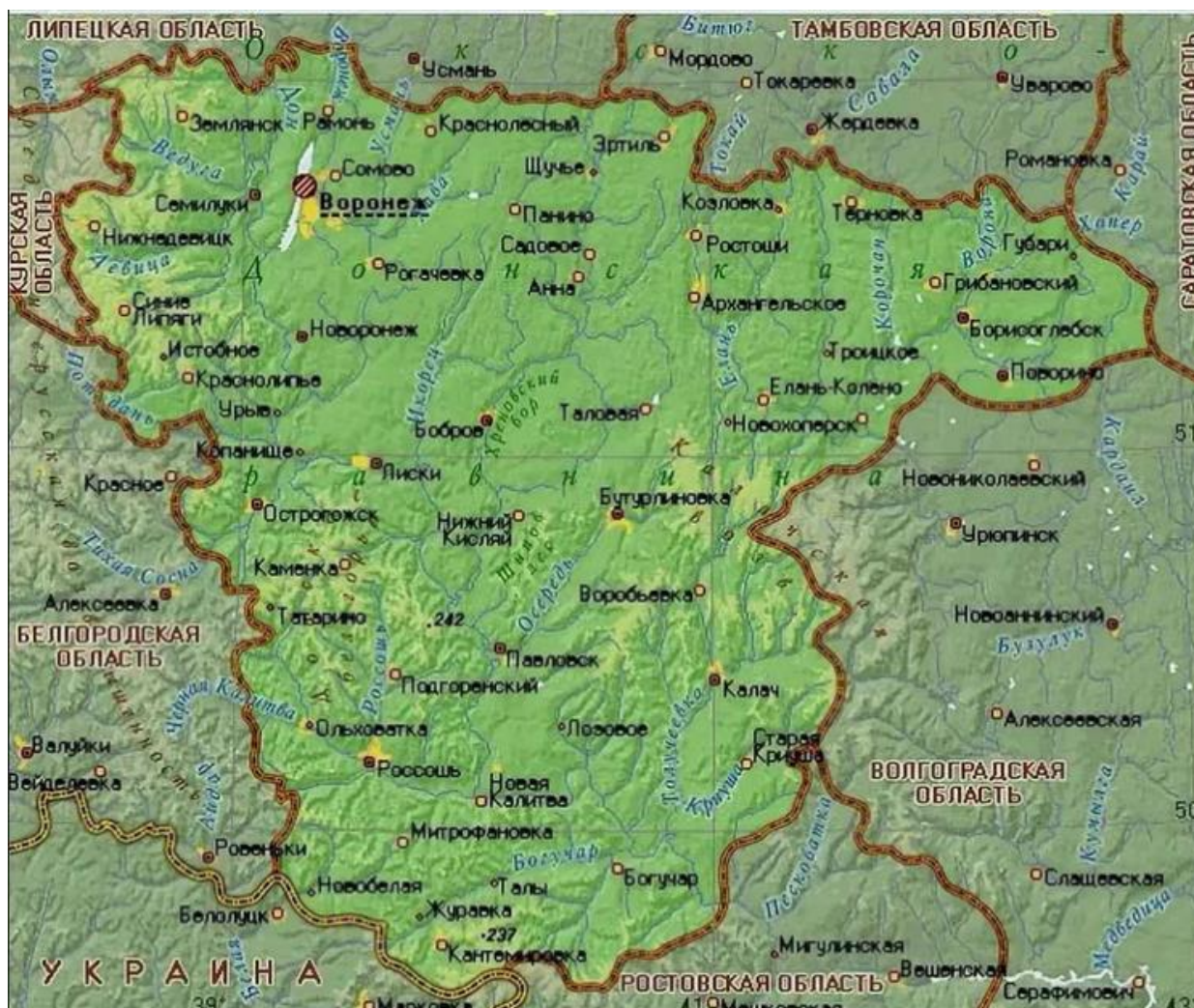


Рис 2.2 – Воронежская область

2.2 –Синоптико-климатическое описание Воронежской области

Над Воронежской областью и Воронежем в течение года антициклонические и циклонические поля имеют почти одинаковую повторяемость с небольшим перевесом циклонов. Зимой и летом циклонические поля преобладают над антициклоническими. В переходные сезоны чаще бывают антициклонические поля, но весной это преобладание меньше, чем осенью.

Чаще всего над Воронежем бывают циклоны, которые перемещаются с запада на восток (21%) с максимумом повторяемости зимой. По частоте повторяемости близкими к нему являются процессы перемещения циклонов с СЗ на ЮВ. В среднем в году на них приходится 13% случаев с максимумом

повторяемости осенью. Малоградиентное поле низкого давления имеет повторяемость 7%, в то же время повторяемость малоградиентного поля повышенного давления меньше.

Антициклоническое поле над Воронежем в течение года имеет повторяемость 50%. Наиболее часто (14%) через Воронеж проходят антициклоны со Скандинавии. Влияние периферии Сибирского максимума имеет повторяемость 11%. В основном такая обстановка наблюдается зимой и весной. Влияние азорского максимума такое же и составляет 11%. Чаще всего азорский максимум на погоду Воронежа влияет летом и осенью.

Наиболее часто весной повторяются циклоны, смещающиеся с З на В. Теплые, влажные ВМ, приходящие с Атлантики, обуславливают наступление весны в сроки, близкие к обычным. В случаях нарушения зональной циркуляции южным или юго-западным процессом наступает резкое потепление, ранний сход снежного покрова.

Нарушение зональной циркуляции ВМ затоком с СЗ или С приносит поздние похолодания весной.

В летних циклонических процессах чаще всего наблюдается циклоны западного происхождения (22%). При этих процессах наблюдаются умеренно-теплые дни с небольшими дождями. Но если западные циклоны смещаются сериями из 2-3 циклонов, то погода бывает прохладной с затяжными дождями.

Малоградиентное поле пониженного давления летом отмечается в 14% случаев.

Около 6% случаев повторяемость циклонов, смещающихся с СЗ. В тылу таких циклонов, как правило, осуществляется заток холодного воздуха.

Антициклонический характер барического поля летом часто бывает обусловлен азорским максимумом. Скандинавские антициклоны для Воронежа летом приносят понижение температуры.

Осенью антициклонический характер барического поля преобладает над циклоническим. Чаще всего (17%) тот или иной характер погоды

обуславливают антициклоны со Скандинавии своей ЮЗ или Ю периферией, реже центральной частью. Как правило, это сопровождается похолоданием.

Антициклоны с юга Западной Сибири или над Казахстаном приносят потепление и сухую солнечную погоду на Воронежскую область.

В некоторых случаях потепления носят затяжной характер в силу стационарности сибирских антициклонов.

Потепление сюда приносят и циклоны западного происхождения .

Зимой здесь более характерно (55%) циклоническое барическое поле. При этом максимум повторяемости приходится на циклоны западной траектории. Из средних широт Атлантики циклон несет теплые и влажные воздушные массы (ВМ) через весь Европейский материк. Средние суточные температуры при этом в Воронеже значительно превышают норму.

Довольно часто над Воронежем зимой встречается синоптический процесс смещения циклонов с СЗ (17%). В тылу этих циклонов происходит заток холодного воздуха с Баренцева или Норвежского моря.

Антициклоническое барическое поле зимой над Воронежем чаще всего бывает обусловлено влиянием Сибирского максимума (17%). В зависимости от положения центра антициклона в Воронеже может быть погода сравнительно холодной или теплой, смотря откуда заток воздуха с Западной Сибири или с Нижнего Поволжья, Северного Кавказа.

Холодные периоды зимой отмечаются при малоподвижных антициклонах, в области которых при малооблачной погоде происходит сильное радиационное выхолаживание.

Наиболее четко особенности температурного режима прослеживаются в тихую ясную погоду вечером и ночью, когда с ослаблением ветра уменьшается турбулентное перемешивание в приземном слое, и город, прикрытый городской дымкой, еще долго сохраняет накопленное за день тепло. Так левобережная часть города несколько теплее и среднегодовые температуры левобережной части на 2-3°С выше правобережной.

Сосредоточение в городской черте таких промышленных предприятий, как ВАСО, Воронежшина, ВОГРЭС, Синтезкаучук, Воронежстальмостконструкция, хладокомбинат №4, способствует образованию дополнительных ядер конденсации, поэтому в городе на 10-15 пасмурных дней больше, чем в сельской местности.

Благодаря водохранилищу, зимы стали теплее и влажнее, чаще выпадают осадки в виде дождя и мороси, способствующие ухудшению видимости.

Воронеж расположен в зоне умеренного климата. Зима достаточно мягкая и непродолжительная. Летние заморозки исключены, а климатическое лето охватывает и первую половину сентября, а в последнее время и часть октября. Среднее количество солнечных дней в Воронеже -158,

Зима, как правило, теплая. Часто бывают оттепели. Активный западный перенос воздушных масс способствует тому что в декабре и первой половине января вместо снега иногда идут дожди. Зимний период в Воронеже продолжается 121 день: среднесуточная температура воздуха опускается ниже нуля в 20 числах ноября, последний зимний день приходится на последнюю декаду марта. В среднем за календарную зиму по климатической норме 1961—2020 годов в городе наблюдается 27 дней с оттепелью (30 % от продолжительности календарной зимы), что в 1,5 раза или на 9 дней больше, чем в Москве. Вслед за этим, с переходом среднесуточной температуры через 0°C начинается весна. Каждый год на протяжении 2-7 дней бывают морозы ниже -20°C.

Весна характеризуется неустойчивой погодой. В отдельные дни апреля температура может достигать +20°C и выше, однако в любой день может похолодать. Средняя суточная температура воздуха выше +5°C устанавливается в среднем, в первой декаде апреля и достигает +10°C к 20 апреля. В среднем ночные заморозки в окрестностях города завершаются в конце апреля. В мае еще могут наблюдаться ночные заморозки, однако во второй половине месяца температура может подняться до +30°C.

Лето обычно тёплое. Июнь бывает дождлив и прохладен, но июньские заморозки в окрестностях города случаются не чаще чем раз в столетие. В июле-августе устанавливается жаркая и сухая погода. Это происходит при формировании антициклона: Воронеж легко могут достигнуть жаркие воздушные массы из Средней Азии или Северной Африки. В этом случае дневная температура может превысить $+30^{\circ}\text{C}$, а в отдельных случаях и 35°C . Средняя продолжительность климатического лета (с периодом среднесуточных температур выше $+15$ градусов) составляет 121 день. Начинается лето в первой декаде мая, уже с 27-го июня среднесуточная температура переваливает через $+20^{\circ}\text{C}$, а спадает ниже $+20^{\circ}\text{C}$ во второй декаде августа. Последние дни летнего периода приходится на вторую декаду сентября.

Хотя средняя температура июля составляет около $+20^{\circ}\text{C}$, реальная средняя температура превышает этот показатель уже в июне, а в июле средняя дневная температура может превысить $+30^{\circ}\text{C}$. Так, например, средняя температура 28 июля 2010 года составила $+31,2^{\circ}\text{C}$, что является абсолютным рекордом за последние несколько лет, в этот же день дневная температура достигла $+39^{\circ}\text{C}$, а 2 августа 2010 года температура достигла $+40,5^{\circ}\text{C}$, что является новым абсолютным рекордом города.

Осенью первые заморозки начинаются в среднем в первой декаде октября. Осень обычно тёплая, устойчивые заморозки начинаются лишь после 10 ноября. Среднесуточная температура опускается ниже $+10^{\circ}\text{C}$ и ниже $+5^{\circ}\text{C}$ – в третьей декаде октября. Первый снег наблюдается обычно не ранее 15 октября. При этом устойчивый снежный покров устанавливается лишь к концу декабря. Положительная среднесуточная температура держится в среднем вплоть до 17 ноября, после чего наступает зима.

Основные климатические характеристики приведены в табл.(2.1-2.11).

Таблица 2.1 – Температура воздуха

Месяц	Абсолют. минимум	Средний минимум	Средняя	Средний максимум	Абсолют. максимум
I	-36,5 (1942)	-8,5	-6,0	-3,4	8,0 (2001)
II	-36,2 (1929)	-8,5	-5,7	-2,6	11,0 (1990)
III	-32,0 (1964)	-3,5	-0,3	3,6	19,4 (2020)
IV	-16,8 (1929)	3,9	8,7	14,4	29,2 (2012)
V	-3,3 (1952)	9,8	15,5	21,7	35,7 (2007)
VI	-1,6 (1967)	13,7	19,1	25,0	38,9 (2010)
VII	5,0 (2009)	15,6	21,1	27,2	40,1 (2010)
VIII	0,4 (1966)	14,2	19,9	26,5	40,5 (2010)
IX	-5,2 (1996)	9,2	14,0	19,7	34,4 (2020)
X	-15,2 (1920)	4,0	7,4	11,5	26,5 (1999)
XI	-25,1 (1953)	-1,9	0,4	3,0	18,1 (1932)
XII	-33,4 (1978)	-6,6	-4,3	-1,9	12,4 (2012)
год	-36,5 (1942)				40,5 (2010)

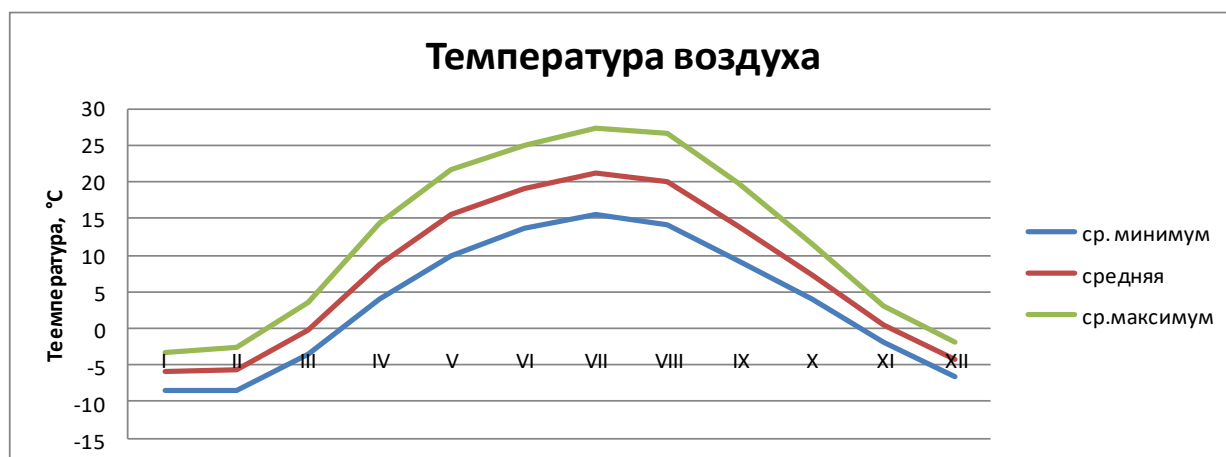


Рис. 2.3 – Температура воздуха в г. Воронеж

Средняя годовая температура воздуха в Воронеже составляет 7,4°C. Самым холодным месяцем в году является январь (-6,7°C), самым теплым – июль (21,1°C). Абсолютный минимум - -36,5°C, абсолютный максимум – 40,5°C.

Весной и осенью обычное явление для Воронежа – заморозки. Чаще всего они возникают в результате вторжения холодных воздушных масс в тихие,

ясные ночи при последующем радиационном выхолаживании в ночные и утренние часы.

Таблица 2.2 - Повторяемость различных направлений ветра, %

направл.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
С	7	7	7	9	12	11	16	14	12	8	7	7	10
СВ	6	7	8	11	11	9	13	12	10	7	6	5	9
В	7	13	16	17	14	12	10	11	10	8	9	10	11
ЮВ	14	18	19	18	15	13	9	10	13	16	17	17	15
Ю	12	12	11	11	10	8	7	6	10	13	14	15	11
ЮЗ	16	12	11	9	9	10	7	8	10	13	15	13	11
З	26	20	19	16	17	21	20	23	22	23	22	22	21
СЗ	12	11	9	9	12	16	18	16	13	12	10	11	12
штиль	8	7	9	12	16	17	20	19	18	11	9	7	13

Заморозки по средним данным наступают 1 октября и заканчиваются 20 апреля. Средняя продолжительность безморозного периода, наименьшая –150, наибольшая – 173.

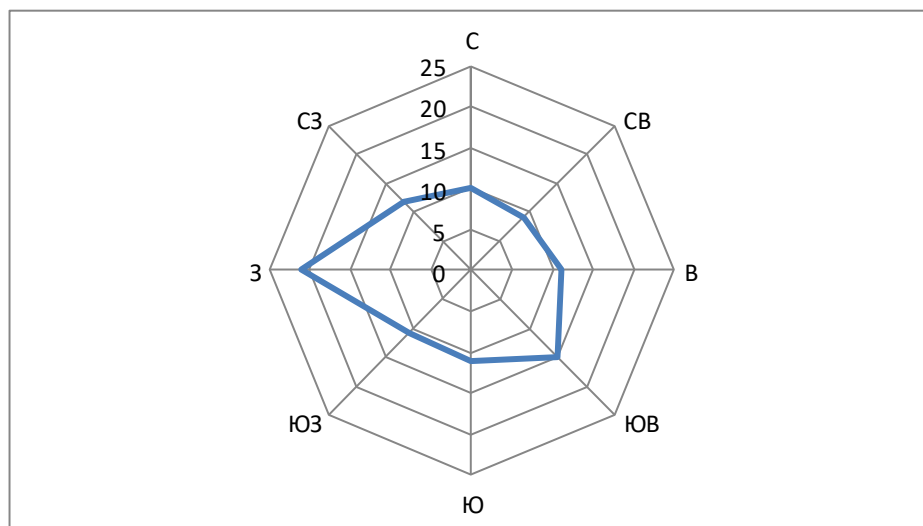


Рис. 2.4 – Преобладающее направление ветра за год

Преобладающими направлениями ветра являются: зимой - юго-западные, южные и юго-восточные; весной - юго-восточные и южные; летом - северные и северо-западные; осенью - юго-западные и западные.

Таблица 2.3 –Средняя скорость ветра, м/с

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
3.8	3.8	3.7	3.3	3.1	2.8	2.6	2.6	2.8	3.2	3.5	3.7	3.2

Средняя годовая скорость ветра 3,2 м/с, максимальная- 25 м/с.

Суточный ход скорости ветра хорошо выражен в теплый период года, зимой - несколько сглажен.

Осадков за год выпадает 539 мм. (табл.2.5-2.6). За период с апреля по октябрь – 367 мм, с ноября по март – 172 мм. Максимум осадков наблюдается в июле –71 мм, минимум – в феврале – 26 мм. В отдельные годы месячные суммы осадков в зависимости от условий атмосферной циркуляции могут значительно отклоняться от средних многолетних сумм.

Таблица 2.4 – Среднее число дней с различными явлениями

явления	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
дождь	8	6	8	12	13	15	13	10	13	14	13	9	134
снег	21	20	14	3	0.2	0	0	0	0.1	3	12	20	93
туман	4	4	4	3	2	2	3	4	5	4	6	5	46
мгла	0.03	1	1	2	0.2	0.2	0.3	1	1	1	1	0.3	9
гроза	0.03	0	0.03	1	4	8	7	4	2	0.3	0	0.1	26
метель	4	4	2	0.03	0	0	0	0	0	0	1	2	13
гололёд	3	2	1	0.2	0	0	0	0	0	0.1	2	3	11
изморозь	0.1	0.03	0.03	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0.4
налипание м.с.	0.2	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0.03	1

Чаще всего в районе г. Воронежа наблюдаются жидкие и твердые осадки в виде дождя и снега – 134 и 93 дня соответственно. Наибольшее количество дней со снегом наблюдалось в январе – 21 день, с дождем – в июне, 15 дней. Грозы наблюдаются в теплый период года, с апреля по октябрь, максимум приходится на июнь – 8 дней. Грозы чаще носят внутримассовый характер.

Метели наблюдаются в январе и феврале – 4 дня с метелями. Туманы наблюдаются в течении всего года, летом чаще наблюдаются радиационные, в холодный период года – адвективные и адвективно-радиационные. Наибольшее число дней с туманом наблюдалось в ноябре.

В холодное полугодие бывает налипание мокрого снега, изморозь и гололед, но эти явления наблюдаются нечасто.

Таблица 2.5 - Число дней с твердыми, жидкими и смешанными осадками

вид осадков	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
твердые	16	15	9	1	0.1	0	0	0	0	2	8	14	65
смешанные	5	4	4	2	0.1	0	0	0	0.1	2	4	6	27
жидкие	2	2	4	11	13	15	14	10	13	12	9	4	109

Таблица 2.6 - Среднее месячное и годовое количество осадков, мм.

Месяцы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
R, мм	33	26	30	38	51	58	71	59	45	45	41	42	539

Таблица 2.7 – Влажность воздуха, %

Месяцы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
%	84	82	77	66	61	67	68	67	73	79	85	85	75

Средняя годовая относительная влажность – 74%, максимум 87% в декабре, минимум – 59% в мае.

Среднее число дней со снежным покровом 113. Высота снежного покрова колеблется от 10 до 30 см., максимальная высота достигает 80 см. Средняя дата появления снежного покрова 15 ноября, средняя дата разрушения устойчивого снежного покрова 3 апреля.

Таблица 2.8 – Высота снежного покрова

месяц	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	год
число дней	0	0	0	1	10	22	29	28	22	2	0	0	113
высота (см)	0	0	0	0	2	9	16	22	16	1	0	0	22
макс.выс. (см)	0	0	0	16	36	51	59	69	80	60	0	0	80

3 Оценка рекреационных ресурсов Воронежской области.

Рекреационные ресурсы - это совокупность природно-технических, природных, социально-экономических комплексов и их элементов, способствующих восстановлению и развитию духовных и физических сил человека, его трудоспособности. Как специалисты – метеорологи, оценим только влияние погодных условий, которые входят в природный комплекс рекреационных ресурсов и влияют на жизнедеятельность человека. Для оценки зависимости здоровья человека от метеопараметров Воронежской области, рассчитаем метеорологический индекс здоровья (по Богаткину О.Г.), индекс суровости погоды (по Бодману), эффективную температуру и индекс патогенности метеорологической ситуации (по Бокша).

3.1 Метеорологический индекс здоровья.

Для расчета метеорологического индекса здоровья рассмотрим среднегодовые значения температуры воздуха, скорости ветра, относительной влажности воздуха, атмосферного давления.

Таблица 3.1 – Баллы комфортности

месяц.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
T	2	2	3	3	4	4	5	4	4	3	3	2
V	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
P	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5
f%	3	3	3	5	5	5	4	3	5	3	3	3
Σ	14	14	15	17	18	18	18	16	18	14	15	14
влияние	силн	силн	силн	силн	умрн	умрн	умрн	силн	умрн	силн	силн	силн

Из графика видно, что на протяжении все года, воздействие погоды на человека сильное, за исключением мая, июня, июля и сентября, когда влияние погоды носит умеренный характер.

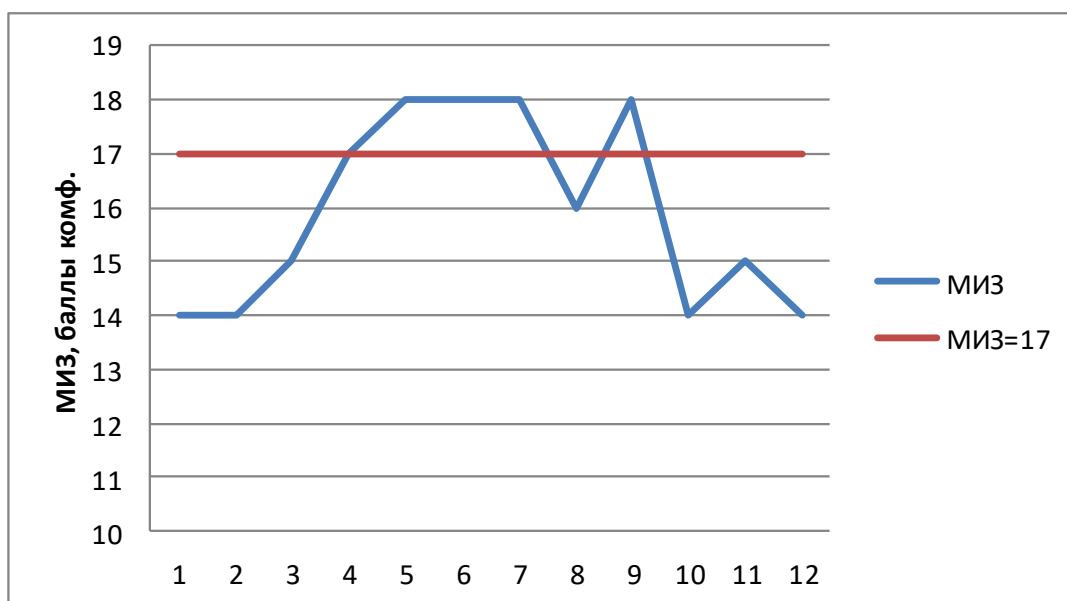


Рис. 3.1 – Метеорологический индекс здоровья

С учетом индивидуальных коэффициентов, людям метеозависимым необходимо постоянно обращать внимание на свое здоровье.

3.1 Индекс суровости погоды по Бодману.

Одним из температурно-ветровых индексов – индекс холодного стресса или индекс суровости погоды по Бодману, применяется для оценки влияния погоды в холодный период года с ноября по март и измеряется в баллах. Индекс рассчитывается по формуле Бокша, Богутского

$$S=(1-0.04t) (1+0.272V) \quad (3.1)$$

где: t - среднесуточная температура воздуха;

V – среднесуточная скорость ветра.

Используя оценку суровости холодного периода по Бодману, получены следующие результаты: в 2020 году в Воронежской области погода носила мало-суровый характер с ноября по март. В третьей декаде декабря погода была умеренно-суровой.



Рис. 3.2 – Индекс суровости погоды в 2020 г.

В 2021 году погода так же наблюдалась как умеренно-суровая с ноября по март. В апреле и сентябре – мало-суровая.



Рис. 3.3 – Индекс суровости погоды в 2021 г.

Очевидно, что даже в холодный период года люди не испытывают холодового стресса в Воронежской области.

3.3 Эффективная температура

Эффективная температура – это еще один из биометеорологических индексов. Этот индекс характеризует эффект воздействия на человеческий организм комплекса метеозлементов. В медицинской метеорологии эффективная температура является характеристикой ощущения степени тепла или холода организмом человека и является эмпирической функцией температуры и относительной влажности воздуха. Эффективная температура имеет такое числовое значение, которое имела бы истинная температура неподвижного и насыщенного воздуха, производящего то же ощущение, что и весь комплекс метеорологических элементов. Модель эффективной температуры объединяет физиологические факторы тела и кожного покрова, физические особенности одежды и воздушного слоя, находящегося в непосредственной близости к телу, а также метеорологические факторы окружающей среды. Сопротивляемость организма негативным факторам окружающей среде зависит от физических особенностей человека, поэтому модель разработана для взрослого человека средней комплекции, одетого по погоде и идущего в тени. Отрицательные значения эффективной температуры характеризуют вероятность обморожения, высокие положительные – теплового удара. Эффективная температура (ЭТ) рассчитывается по формуле (Бокша, Богутский, 1980):

$$ЭТ = t - 0.4(t - 10)(1 - f/100), \quad (3.2)$$

где f – среднесуточная относительная влажность воздуха (%); t – среднесуточная температура воздуха (°C).

В России был принят интервал зоны комфорта 13.5°C-18.0°C (Хромов, Мамонтова). На рисунке ниже пунктирными линиями показаны пределы зоны комфортности по Хромову.

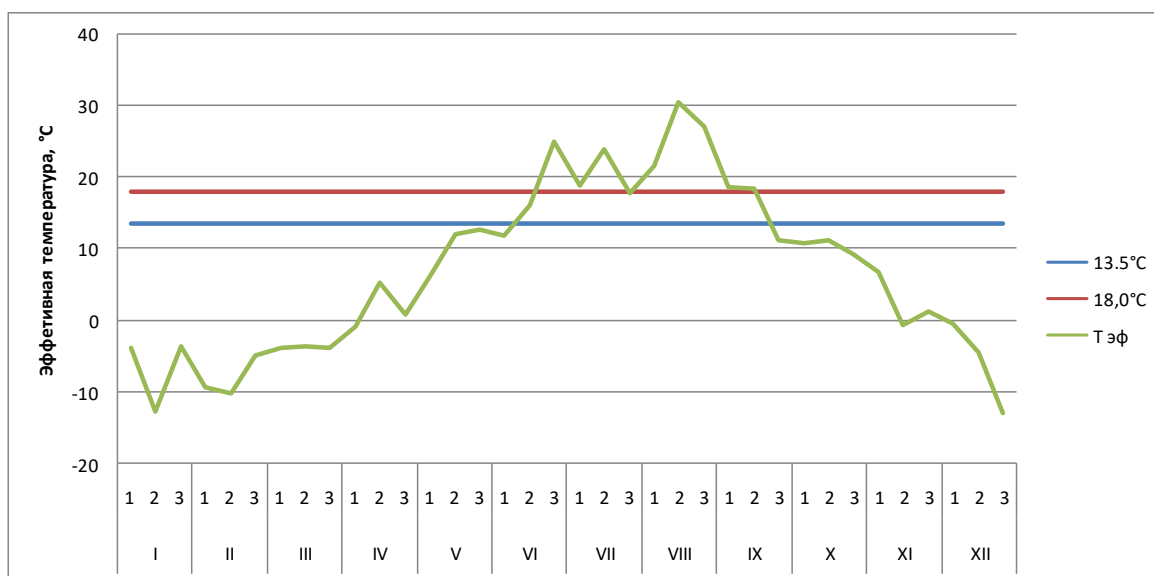


Рис.3.4 – Годовой ход эффективной температуры

Из графика видно, что зона комфорта (по Хромову) наблюдается в Воронеже во второй декаде июня и 2-3 декаде сентября. С первой декады июня по первую декаду сентября наблюдается повышенный тепловой фон, а с октября по июнь значения эффективной температуры лежат ниже зоны комфорта. Обморожения возможны с декабря по март.

3.4 Индекс патогенности метеорологической ситуации

Индекс патогенности метеорологической ситуации является одним из важных биометеорологических показателей. Этот метод был предложен В.Г. Бокшей, авторам многих книг по климатологии, климатотерапии и биометеорологии. Он предложил рабочую формулу индекса патогенности метеорологической ситуации, который измеряется в баллах и рассчитывается по формуле:

$$I=I_t+I_f+I_v+I_n+I_{\Delta t}+I_{\Delta p} \quad (3.3)$$

где I_t - индекс патогенности температуры воздуха, I_f - индекс патогенности влажности воздуха, I_v - индекс патогенности скорости ветра, I_n - индекс патогенности продолжительности солнечного сияния, $I_{\Delta t}$ - индекс

патогенности межсуточного изменения температуры воздуха, $I\Delta p$ - индекс патогенности межсуточного изменения атмосферного давления.

Каждый из этих индексов основан на одном из метеорологических элементов и рассчитывается с условием раздражающего воздействия на организм (табл. 3.1

Таблица 3.1 – Формулы для расчета индексов патогенности

№ п/п	Обозначение	Формула для вычисления	Используемый метеозлемент
1	I_t	$0.02(18-t)^2$	t - температура воздуха ($^{\circ}\text{C}$)
2	I_f	$10^{(f-70)/20}$	f – относительная влажность воздуха (%)
3	I_v	$0.2v^2$	v - средняя скорость ветра (м/с)
4	I_n	$0.06(10-10S_f/S_m)^2$	S_f — фактическая продолжительность солнечного сияния; S_m - максимально возможная.
5	$I\Delta t$	$0.3(\Delta t)^2$	Δt - межсуточное изменение температуры воздуха
6	$I\Delta p$	$0.06(\Delta p)^2$	Δp - межсуточное изменение давления воздуха

Для применения формулы индекса патогенности по данным наблюдений в Воронеже дополнительно были рассчитаны межсуточные изменения температуры и давления воздуха за 2020 и 2021 год. Индекс продолжительности солнечного сияния рассчитывался по данным из климатического справочника г. Воронежа.

По методу В.Г. Бокша, метеорологическая ситуация любой местности характеризуется тремя градациями индекса патогенности (табл. 3.2.)

Таблица 3.2- Индекс патогенности

Баллы	Условия погоды
0-9,9	Комфорт
10,0-16,0	Субкомфорт
> 16,1	Дискомфорт

Под комфортом понимается оптимальное психофизическое состояние человека, которое обеспечивает его нормальную жизнедеятельность в местах постоянного или краткосрочного проживания. Под субкомфортом понимают соответствие слабораздражающих условий природной среды, в которых

механизмы адаптации человеческого организма обеспечивают близкое к оптимальному психофизическое состояние человека, создавая ему условия для нормальной жизнедеятельности. Дискомфорт - это климатические условия, соответствующие раздражающим факторам окружающей природной среды, когда механизмы адаптации человеческого организма не обеспечивают его оптимального психофизиологического состояния. Для нормализации такого состояния необходимы дополнительные меры защиты.

Проанализируем полученные в результате расчетов результаты.

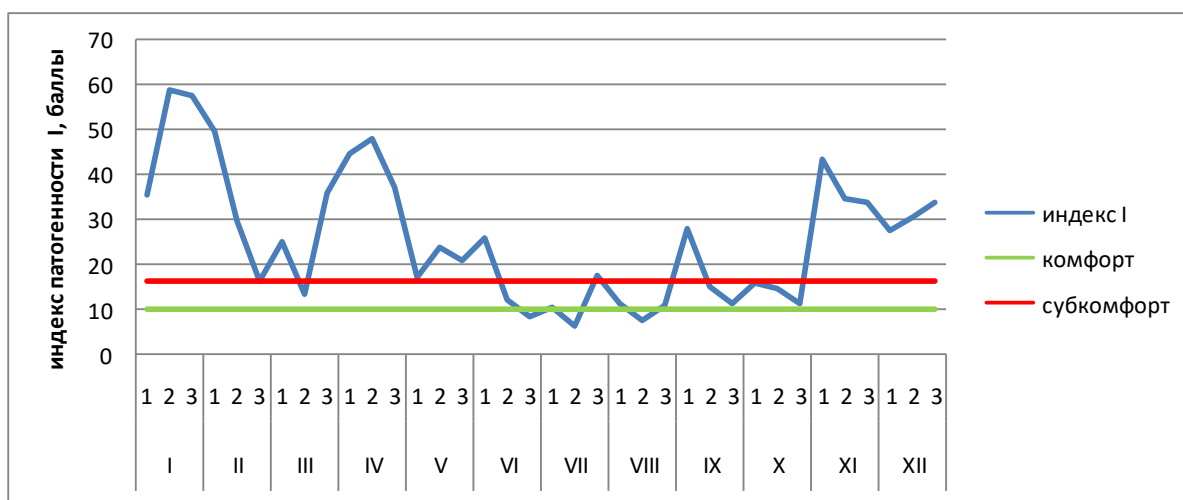


Рис. 3.5 – Годовой ход индекса патогенности метеорологической ситуации в г. Воронеже по данным за 2020 г.

Из графика видно, что зона комфорта (индекс менее 10) наблюдается только в третьей декаде мая, второй декаде июля и второй декаде августа. Период с июня по третью декаду Воронеж находился в зоне субкомфорта, за исключением периодов комфорта, перечисленных выше. Весь остальной период года с ноября по июнь – наблюдалась непрерывная зона дискомфорта (индекс более 16), с небольшим улучшением во второй декаде марта.

Проанализируем индекс патогенности по сезонам

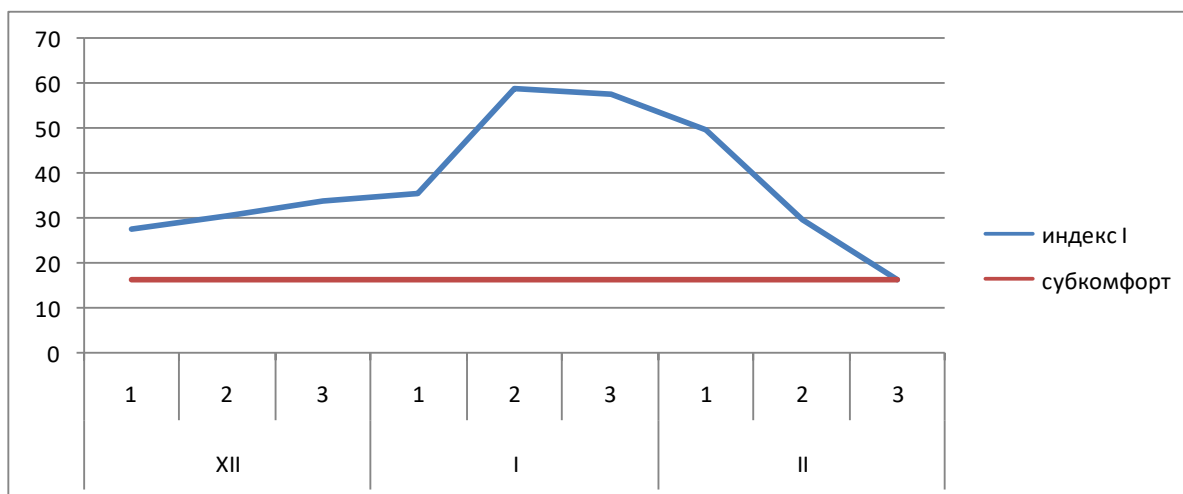


Рис. 3.6 – Индекс патогенности, зима 2020.

Из графика видно, что зимой 2020 года Воронеж находился в зоне дискомфорта (индекс более 16С)

Это связано с тем, что зима 2019-2020 стала самой теплой за всю историю метеонаблюдений. Средняя температура сезона с трудом удержала отрицательное значение (-2°C) и оказалась выше нормы на 7°C . Все три месяца зимы получились очень теплыми. Январь стал одним среди самых теплых январей, средняя температура (-4°C) превысила норму на 8,3 градуса. Заметим, что самая низкая температура месяца (-6°C) даже не достигла январской нормы (-7°C). Февраль занял четвертую строку в списке самых теплых февралей. С почти ноябрьской среднемесячной температурой -6°C он стал самым «холодным» месяцем экстремально теплой зимы, а заодно и самым влажным месяцем года - количество осадков (79 мм) превысило месячную норму в 2,5 раза. В конце месяца наблюдалась редкая зимняя гроза - в ночь на 28 число, а 9 февраля зафиксирована самая низкая температура года ($-17,5^{\circ}\text{C}$). Такие экстремальные значения метеопараметров, в итоге, привели к большому индексу патогенности.

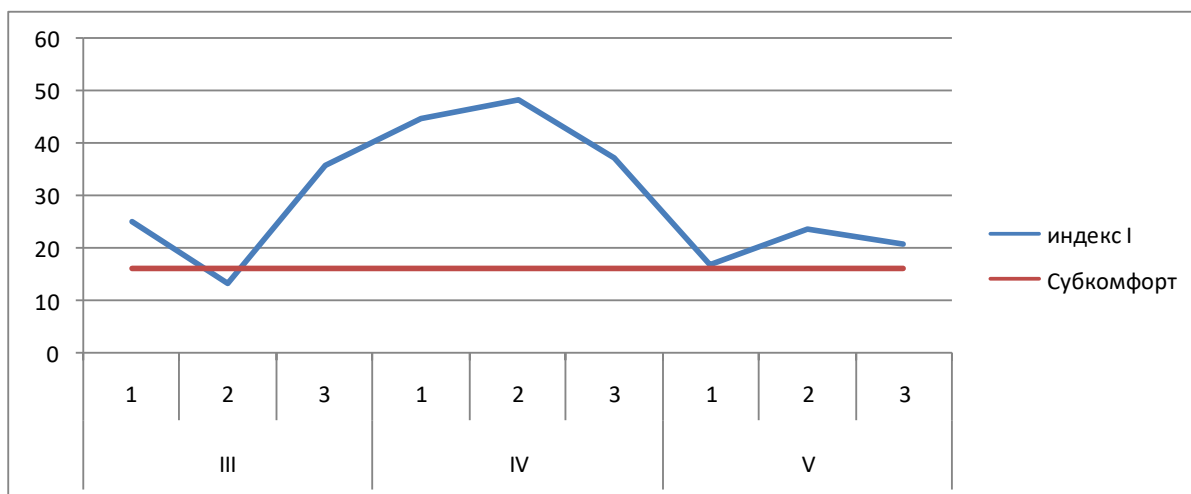


Рис. 3.7 – Индекс патогенности, весна 2020.

Практически весь весенний период, за исключением второй декады марта находился в зоне дискомфорта. Весна в 2020 году была очень теплой. При этом обычно зимний по климату март стал самым теплым за всю историю наблюдений — средняя температура месяца (+5,7°C) больше соответствовала апрелю и превысила среднюю многолетнюю на 7,9°C. За месяц было установлено 9 новых климатических рекордов тепла. Обновился и абсолютный максимум месяца (+19,2°C), новый рекорд составил +19,4°C. В апреле климатические показатели были близки к норме, но был прохладнее марта и сопровождался ветреной и пыльной погодой. Май внес второй после февраля самый крупный вклад в весеннюю копилку осадков – 75 мм. Такие повышенные значения температуры, влажности, ветра и привели к большим индексам патогенности

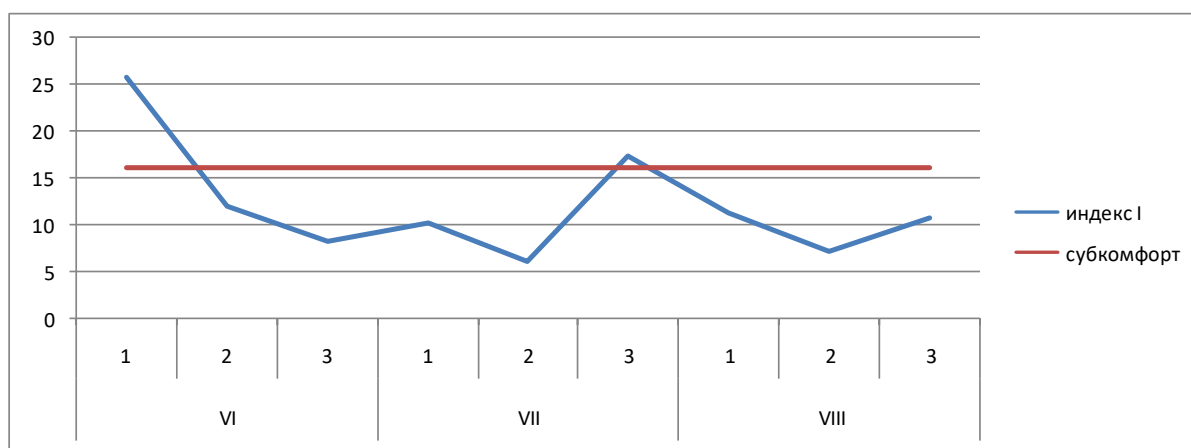


Рис. 3.8 – Индекс патогенности, лето 2020.

Летом 2020 года Воронеж практически находился в зоне субкомфорта, кроме первой декады июня. Летом наблюдалась сухая погода, продлившаяся со второй половины июля до окончания августа. Общее количество осадков (101 мм) едва превысило половину нормы. Это лето стало вторым самым сухим за последние двадцать лет. Все три месяца минувшего лета превысили норму температуры, теплым получился и весь летний сезон: средняя температура (+21,0°C) оказалась выше средней многолетней на 2,4 градуса. 7 июля зафиксирован максимум года (+38,8°C).

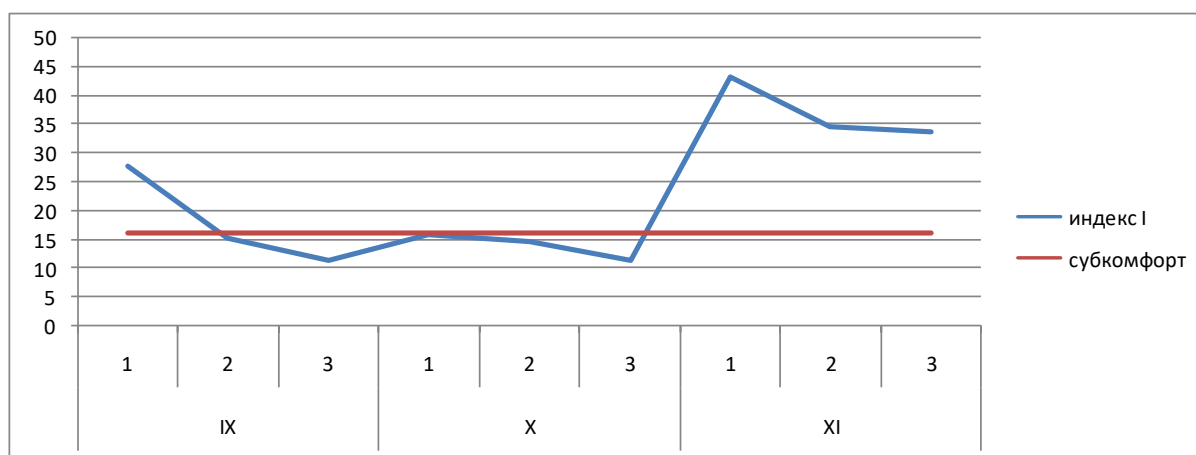


Рис. 3.8 – Индекс патогенности, осень 2020.

Осень в 2020 году была одна из самых теплых - средняя температура (+9,9°C) превысила среднюю многолетнюю (+6,2°C) на 3,7 градуса. Сентябрь

обновил абсолютный максимум месяца ($+34,4^{\circ}\text{C}$) и стал рекордно сухим (2 мм осадков) наряду с сентябрем 1949 года. Октябрь был также очень теплым и его график температуры самого теплого в климатической летописи октября был близок к сентябрьскому графику. Однако метеорологическая зима пришла в средние многолетние сроки, в середине ноября. Вся первая половина осени получилась сухой, сухим получился и сезон в целом.

В итоге со среднегодовой температурой $+9,4^{\circ}\text{C}$ 2020 год становится самым теплым за всю историю инструментальных наблюдений за погодой, сместив на вторую строчку 2019 год с результатом $+8,9^{\circ}\text{C}$ градуса. Климатическая норма температуры ($+6,1^{\circ}\text{C}$) превышена на $3,3^{\circ}\text{C}$. Осадков в 2020 году наблюдалось почти на 25% меньше нормы - при норме 579 мм выпало 447 мм влаги (аномалия составила 77 %).

Рассмотрим индекс патогенности в 2021 году.

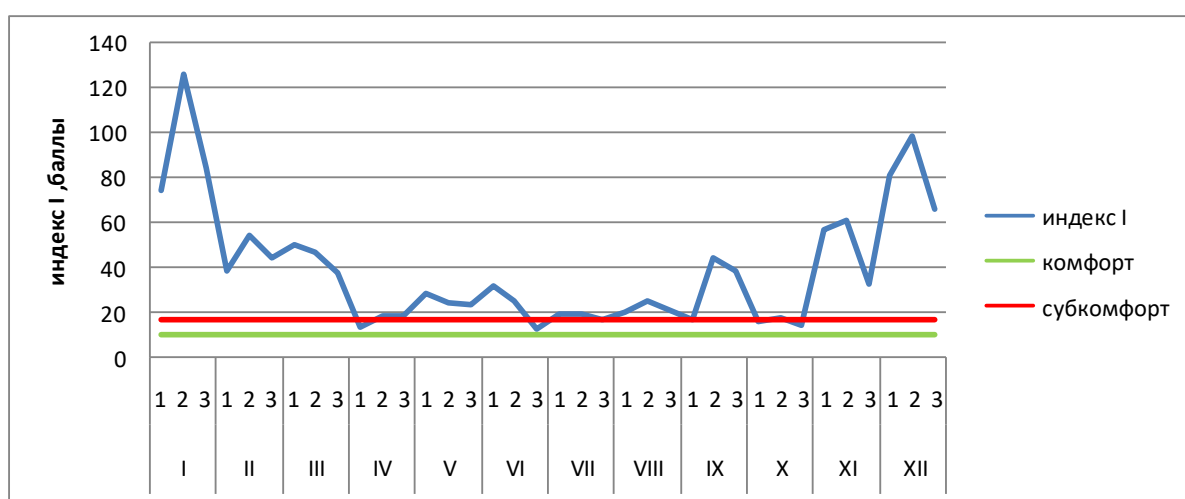


Рис. 3.9 – Годовой ход индекса патогенности метеорологической ситуации в г. Воронеже по данным за 2021 г.

Из графика видно, что в 2021 году практически весь год наблюдалась зона дискомфорта, и лишь только в 1 декаде апреля, третьей декаде июня и третьей декаде октября наблюдалась зона субкомфорта. Рассмотрим причины такого индекса.

Зима 2020/2021 стала самой холодной за последнее десятилетие, хотя соответствовала критерию умеренно теплой. Средняя температура сезона (-

5,7°C) оказалась выше нормы (-7,2°C) на 1,5 градуса. Самый большой вклад в теплую аномалию внёс самый холодный (по климату) январь. Однако самая низкая температура года (-22,3°C) была зафиксирована 20 января. Зима получился очень влажным - сумма осадков (164 мм) ровно на треть превысила среднюю многолетнюю (123 мм). Устойчивый снежный покров сформировался с большим опозданием (примерно 13 декабря). Среди особенностей сезона можно отметить частую повторяемость слабого гололеда (суммарно - 16 дней).

Весна выдалась очень теплой - при норме +6,7°C средняя температура составила +8,2°C. Март, и так самый сухой месяц в году, принёс в два раза меньше осадков, чем обычно. В середине апреля вынос сухой и очень теплой воздушной массы из Средней Азии поднял температуру к +25°C, а сильный ветер высушил прошлогоднюю траву и раздул ландшафтные пожары. Завершался же апрель резким похолоданием и снежными зарядами. Май отличился тридцатиградусной жарой во второй декаде и по-апрельски холодным окончанием месяца. Осадков (143 мм) весенний сезон принес на 22 % больше, чем обычно.

Лето в 2021 году выдалось очень теплым, и, в отличие от зимы и весны, очень сухим. Средняя температура сезона (+23,0°C) превысила норму на 4,4 градуса. Причина этого — преобладающее влияние блокирующих антициклонов. Суммарное количество жарких дней с температурой +30°C и выше составило почти половину от всех дней календарного лета – всего 43 дня. Самая высокая температура года (+36,0°C) наблюдалась 19 августа. Осадков выпало 129 мм - 66 % от нормы. Можно отметить, что сухое лето повторяется в столице Черноземья четвертый год подряд.

Со средней температурой +7,5°C (на 1,3 градуса выше нормы) закончилась осень. В сентябре наблюдалась еще летняя погода, продолжавшаяся с 9 по 14 число месяца. В сентябре выпало почти в два раза больше осадков, чем обычно. Октябрь же, напротив, стал самым сухим месяцем года. В конце второй декады октября в некоторых районах Черноземья полетели первые снежинки. Однако в средние многолетние сроки (в конце

второй - начале третьей декады ноября) зима не пришла. Снежный покров, который обычно появляется в третьей декаде ноября, также не сформировался. Норму осадков осень выполнила.

Настоящая зима, со снегом, а потом и морозами, пришла в Черноземье лишь в конце второй декады декабря. До этого времени в Воронеже сохранялось бесснежье и положительная аномалия температуры, временами достигавшая 5-7°C градусов. 8 декабря зафиксирована максимальная температура месяца (+8,4°C), ставшая новым рекордом дня, а самой холодной (-20,2°C) стала ночь на 23 число. К концу месяца положительная температурная аномалия компенсировалась морозной погодой в третьей декаде, по состоянию на 29 декабря средняя температура декабря (-4,0°C) была уже не так далека от климатической нормы (-5,1°C). Осадков выпало немного меньше обычного - 36 мм против 42 в среднем многолетнем. Снежный покров высотой 8 см сформировался 20 декабря и к концу месяца увеличился до 17 см.

В итоге 2021 год получился теплым. Среднегодовая температура (+8,4°C) превысила норму (+6,1°C) на 2,3 градуса. Атмосферной влаги выпало почти в меру: при норме 579 мм сумма осадков составила 586 мм.

Наблюдаемые аномалии в 2020 и 2021 году и привели к росту индекса патогенности метеорологической ситуации.

Выводы

Подводя итоги, можно сказать, что сезон рекреации в районе Воронежа длится с июня до начала сентября, весь холодный период года погода суровая, с преобладающей зоной дискомфорта. Это связано с многочисленными аномалиями погоды, наблюдаемыми в 2020 и 2021 году.

Метеорологический индекс здоровья показал, что в районе центрального Черноземья влияние погоды на здоровье человека сильное в течение всего года, за исключением летних месяцев, когда влияние умеренное.

Зона комфорта (по Хромову) наблюдается в Воронеже во второй декаде июня и 2-3 декаде сентября. С первой декады июня по первую декаду сентября наблюдается повышенный тепловой фон, а с октября по июнь значения эффективной температуры лежат ниже зоны комфорта. Обморожения возможны с декабря по март.

Люди, страдающие сердечными заболеваниями, не должны подвергаться тепловым нагрузкам в летний период и беречь себя от переохлаждения в зимние месяцы.

Список литературы

1. Ассман Д. Чувствительность человека к погоде- л.: гидрометеиздат, 1966.
2. Астапенко П. Д. Вопросы о погоде.- Ленинград: Гидрометеиздат, 1986
3. Богаткин О.Г. Методика определения метеорологического индекса здоровья.- СПб., 2007.
4. Богаткин О. Г., Тараканов Г.Г. Все о погоде.- Санкт-Петербург, 2007.
5. Влияние погоды на здоровье человека/И.С.Бойко.- Киров: КГМА, 1999.
6. Кайзер М. Как погода влияет на наше здоровье.- СПб.: ИД «Весь Петербург» 2004г.
7. Акимова Т.А., Хаскин В.В. Экология: Учебник для вузов.- М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001.
8. Головина Е. Г., Русанов В. И. Некоторые вопросы биометеорологии. СПб, 1993 г.
9. Архив метеонаблюдений на МС Воронеж за 2020 и 2021 гг.